BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

Universidad de Alicante

Mejora en la eficacia de los quelatos de hierro sintéticos a través de sustancias húmicas y aminoácidos

Antonio Sánchez Sánchez

Tesis de Doctorado

Facultad: Ciencias

Director: Dr. Juan J. Sánchez-Andreu

2002

Universidad de Alicante

Facultad de Ciencias

Departamento de Agroquímica, Bioquímica

BIBLIOTECA VIRTUAL

Mejora en la eficacia de los quelatos de hierro sintéticos a través de sustancias húmicas y aminoácidos

Antonio Sánchez Sánchez

2002

Dr. D. JUAN J. SÁNCHEZ-ANDREU, Director del Departamento de Agroquímica y Bioquímica de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Alicante.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

Certifica:

Que la memoria adjunta, titulada **"Mejora en la eficacia de los quelatos de hierro sintéticos a través de sustancias húmicas y aminoácidos"** presentada por D. Antonio Sánchez Sánchez, para aspirar al grado de Doctor en Ciencias Químicas, ha sido realizada en este Departamento bajo la dirección de los Dres. D. Juan J. Sánchez-Andreu y Dña. Margarita Juárez Sanz.

Y para que conste a los efectos oportunos expido el siguiente certificado en,

Alicante, Noviembre de 2002

Dr. D: Juan J. Sánchez-Andreu
Catedrático de Edafología y Química Agrícola

Trabajo presentado para optar al Grado de Doctor en Ciencias, sección Químicas.

BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

Fdo. **D. Antonio Sánchez Sánchez**

DIRECTORES

Fdo. **Dr. Juan J. Sánchez-Andreu**
Catedrático de Edafología y Química Agrícola de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Alicante.

Fdo. **Dra. Margarita Juárez Sanz**
Profesora Titular de Edafología y Química Agrícola de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Alicante.

AGRADECIMIENTOS

Hace cuatro años, comenzaba una etapa personal y profesional llena de emociones e ilusiones que a lo largo de ese tiempo se han ido cumpliendo, salvando alguna que otra dificultad por el camino. Nunca sabré, ni podré agradecer suficientemente la oportunidad que en Septiembre de 1998 me concedió el Dr. Juan J. Sánchez-Andreu para incorporarme a su equipo de investigación con el objetivo de realizar mis estudios de doctorado, pero esa incorporación ha supuesto mucho más que mi formación investigadora; mi desarrollo como persona y la preparación para la vida se lo debo en gran medida a él.

A la Dra. Margarita Juárez Sanz un agradecimiento muy especial, porque a los inestimables conocimientos y consejos transmitidos debo unir una gran estima personal.

A la Dra. Juana Dolores Jordá Guijarro, gracias por su absoluta disponibilidad cada vez que he entrado en su despacho con alguna duda, por su manifiesta paciencia en sus explicaciones y por sus enseñanzas en el tratamiento estadístico de este trabajo.

Mi agradecimiento a todos los miembros del Departamento (becarios, profesores, personal de administración, personal de laboratorio,...) que siempre han estado dispuestos a ayudarme cuando los he necesitado.

BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

A Juan Sánchez Andreu y Ángela Fernández García, por todo

A mi esposa

BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

Especialmente, a mi Madre

Índice.

I. Introducción..... 1

I.1. La clorosis férrica..... 1

I.1.1. Causas de la clorosis férrica..... 7

- Bajo nivel de hierro en la disolución..... 7
- Presencia del ión bicarbonato. Clorosis inducida por carbonatos..... 9
- Interacciones del hierro con otros elementos. Factores nutricionales..... 12
- Adición de materia orgánica a suelos inundados..... 16
- Factores ambientales. Contenido en agua, fase gaseosa y temperatura..... 16
- Salinidad..... 17

I.1.1.1. Disponibilidad del hierro en el suelo..... 18

I.1.1.2. Absorción de hierro por las plantas..... 20

- Mecanismos de estrategia I..... 21
- Mecanismos de estrategia II..... 25

I.1.2. Corrección de la clorosis férrica..... 31

I.1.2.1. Mecanismos utilizados en la corrección de la clorosis férrica..... 33

- Compuestos inorgánicos de hierro..... 33
- Materia orgánica..... 33
- Enmiendas acidificantes del suelo..... 35
- Quelatos de hierro sintéticos..... 36

I.1.2.2. Forma de aplicación de los materiales usados en la corrección de la clorosis férrica..... 38

- Aplicaciones foliares..... 38

- Inyección directa al tronco..... 39
- Tratamientos de semillas..... 39
- Intercultivos..... 40

I.1.2.3. Eficacia de los quelatos de hierro..... 41

- Estabilidad de los quelatos de hierro..... 43
- Degradación del quelato de hierro..... 49
- Reactividad de los quelatos de hierro con los componentes del suelo..... 50
- Capacidad de la planta para tomar el hierro de los quelatos..... 55

I.1.3. Situación de los quelatos de hierro en la agricultura..... 56

I.2. Sustancias húmicas..... 60

I.2.1. Definición, extracción y fraccionamiento..... 61

I.2.2. Composición y estructura..... 69

I.2.3. Efectos de las sustancias húmicas..... 77

I.2.3.1. En el suelo..... 79

I.2.3.2. En la planta..... 84

- Absorción de las sustancias húmicas..... 85
- Efectos en la germinación y en el crecimiento radicular..... 86
- Absorción de macronutrientes..... 90
- Absorción de micronutrientes..... 93
- Efectos sobre las membranas..... 97
- Metabolismo energético..... 98
- Síntesis de proteínas, ácidos nucleicos y actividad enzimática..... 101

I.2.4. Sustancias húmicas comerciales..... 103

I.3. Aminoácidos..... 106
I.3.1. Uso de los aminoácidos en la agricultura..... 108
I.3.1.1. Funciones en el suelo..... 109
I.3.1.2. Funciones en la planta..... 111
I.3.1.3. Fertilizantes a base de aminoácidos. Bioestimulantes..... 114

I.4. Situación del cultivo del tomate en la agricultura española..... 117

I.5. Situación del cultivo del limón en la agricultura española..... 120

I.6. Situación del cultivo de la uva de mesa en la agricultura española..... 125

II. Objetivos..... 131

III. Materiales y Métodos..... 135
III.1. Descripción de la parcela experimental usada en los ensayos en tomate..... 138
III.2. Descripción de la parcela experimental usada en los ensayos de limón..... 145
III.3. Descripción de la parcela experimental usada en los ensayos en uva..... 150
III.4. Ensayos introductorios..... 155
III.5. Ensayos de dosis..... 160
III.6. Determinaciones analíticas..... 166
III.7. Análisis de regresión mediante una estimación curvilínea..... 169
III.7.1. Análisis de regresión mediante una estimación curvilínea aplicado a los ensayos de dosis..... 171

IV. Resultados y Discusión..... 175
IV.1. Ensayos introductorios..... 175
IV.1.1. Ensayo introductorio en tomate..... 175
IV.1.1.1. Contenido en macronutrientes..... 175
IV.1.1.2. Contenido en micronutrientes..... 185
IV.1.1.3. Relaciones entre nutrientes..... 193
IV.1.1.3.1. Relaciones del hierro con otros elementos..... 193
IV.1.1.3.2. Relaciones entre nutrientes distintos al hierro..... 200
IV.1.2. Ensayo introductorio en limón..... 204
IV.1.2.1. Contenido en macronutrientes..... 204
IV.1.2.2. Contenido en micronutrientes..... 207
IV.1.2.3. Relaciones entre nutrientes..... 210
IV.1.2.3.1. Relaciones del hierro con otros elementos..... 210
IV.1.2.3.2. Relaciones entre nutrientes distintos al hierro..... 213
IV.1.2.4. Parámetros de calidad de los frutos..... 214
IV.1.3. Ensayo introductorio en uva de mesa..... 220
IV.1.3.1. Contenido en macronutrientes..... 220
IV.1.3.2. Contenido en micronutrientes..... 224
IV.1.3.3. Relaciones entre nutrientes..... 228
IV.1.3.3.1. Relaciones del hierro con otros elementos..... 228
IV.1.3.3.2. Relaciones entre nutrientes distintos al hierro..... 234

IV.1.3.4. Parámetros de calidad de los frutos..... 237

IV.2. Ensayos de dosis..... 241
IV.2.1. Ensayos de dosis en tomate..... 242
IV.2.1.1. Contenido en macronutrientes..... 242
IV.2.1.2. Contenido en micronutrientes..... 249
IV.2.1.3. Relaciones entre nutrientes..... 254
IV.2.1.3.1. Relaciones del hierro con otros elementos..... 254
IV.2.1.3.2. Relaciones entre nutrientes distintos al hierro..... 262
IV.2.1.4. Parámetros de calidad de los frutos..... 267

IV.2.2. Ensayo de dosis en limón..... 274
IV.2.2.1. Contenido en macronutrientes..... 274
IV.2.2.2. Contenido en micronutrientes..... 284
IV.2.2.3. Relaciones entre nutrientes..... 291
IV.2.2.3.1. Relaciones entre el hierro y otros nutrientes..... 291
IV.2.2.3.2. Relaciones entre nutrientes distintos al hierro..... 295
IV.2.2.4. Parámetros de calidad de los frutos..... 305

IV.2.3. Ensayo de dosis en uva de mesa..... 312
IV.2.3.1. Contenido en macronutrientes..... 312
IV.2.3.2. Contenido en micronutrientes..... 319
IV.2.3.3. Relaciones entre nutrientes..... 325
IV.2.3.3.1. Relaciones entre el hierro con otros elementos..... 325

IV.2.3.3.2. Relaciones entre otros elementos distintos al hierro..... 334
IV.2.3.4. Parámetros de calidad de los frutos..... 345

V. Conclusiones..... 349
V.1. Ensayos introductorios..... 349
V.2. Ensayos de dosis..... 350

VI. Bibliografía..... 354

VII. Apéndice I..... 394
VII.1. Determinación en Sustancias húmicas comerciales..... 394
VII.1.1. Materia orgánica total..... 394
VII.1.2. Extracto húmico total, ácidos húmicos y fúlvicos..... 395
VII.1.3. Nitrógeno total y Nitrógeno orgánico..... 397
VII.1.4. Potasio total..... 398
VII.1.5. Hierro asimilable..... 399
VII.1.6. pH..... 399

VII.2. Determinaciones en quelatos férricos comerciales..... 399
VII.2.1. Hierro quelado. % isómero racémico y % isómero meso. Determinación cromatográfica..... 399
VII.2.2. Hierro total..... 401
VII.2.3. pH..... 402

VII.3. Determinaciones en productos comerciales a base de aminoácidos..... 402
VII.3.1. Materia orgánica total..... 402
VII.3.2. Aminoácidos libres y totales. Aminograma..... 403

VII.3.3. Nitrógeno total y orgánico..... 406
VII.3.4. pH..... 406

VII.4. Análisis de suelos..... 406
VII.4.1. Preparación de la muestra..... 406
VII.4.2. Textura del suelo. Método del densímetros de Boyoucos..... 407
VII.4.3. pH..... 409
VII.4.4. Materia orgánica..... 409
VII.4.5. Carbonatos..... 409
VII.4.6. Caliza activa..... 411
VII.4.7. Conductividad eléctrica..... 411
VII.4.8. Nitrógeno Kjeldhal..... 412
VII.4.9. Fósforo..... 412
VII.4.10. Sodio, potasio, calcio y magnesio extraídos con acetato amónico..... 413
VII.4.11. Determinación de hierro, cobre, manganeso y zinc asimilables..... 414

VII.5. Análisis de agua para riego..... 414
VII.5.1. pH..... 415
VII.5.2. Conductividad eléctrica..... 415
VII.5.3. Cloruros..... 415
VII.5.4. Bicarbonatos..... 416
VII.5.5. Sulfatos..... 416
VII.5.6. Sodio, potasio, calcio y magnesio..... 417
VII.5.7. Nitratos..... 418
VII.5.8. Fosfatos..... 418

VII.6. Análisis foliar..... 419
VII.6.1. Preparación de las muestras para análisis nutricional..... 419
VII.6.2. Mineralización por vía seca..... 420
VII.6.3. Espectroscopia de absorción atómica..... 421
VII.6.4. Fósforo foliar..... 421

VII.7. Determinación de calidad de los frutos..... 422
VII.7.1. Diámetro ecuatorial y polar..... 422
VII.7.2. Sólidos solubles totales..... 423
VII.7.3. pH..... 424
VII.7.4. Acidez valorable. Contenidos en ácido cítrico..... 424
VII.7.5. Contenido en vitamina C..... 425
VII.7.6. Dureza del fruto..... 427

VIII. Apéndice II..... 428
VIII.1. Ensayo introductorio en tomate..... 428
VIII.1.1. Ensayo introductorio en tomate. Nutrientes..... 428
VIII.1.2. Ensayo introductorio en tomate. Relaciones del hierro con otros elementos..... 438
VIII.1.3. Ensayo introductorio en tomate. Relaciones entre nutrientes distintos al hierro..... 445

VIII.2. Ensayo introductorio en limón..... 456
VIII.2.1. Ensayo introductorio en limón. Nutrientes..... 456
VIII.2.2. Ensayo introductorio en limón. Relaciones del hierro con otros elementos..... 465
VIII.2.3. Ensayo introductorio en limón. Relaciones entre nutrientes distintos al hierro..... 471

VIII.2.4. Ensayo introductorio en limón. Parámetros de calidad de los frutos madurados en cámara..... 481
VIII.2.5. Ensayo introductorio en limón. Parámetros de calidad de los frutos madurados en árbol..... 483

VIII.3. Ensayo introductorio en uva de mesa..... 485
VIII.3.1. Ensayo introductorio en uva de mesa. Nutrientes..... 485
VIII.3.2. Ensayo introductorio en uva de mesa. Relaciones del hierro con otros elementos..... 494
VIII.3.3. Ensayo introductorio en uva de mesa. Relaciones entre nutrientes distintos al hierro..... 500
VIII.3.4. Ensayo introductorio en uva de mesa. Parámetros de calidad de los frutos..... 510

VIII.4. Ensayo de dosis en tomate..... 512
VIII.4.1. Ensayo de dosis en tomate. Nutrientes..... 512
VIII.4.2. Ensayo de dosis en tomate. Relaciones del hierro con otros elementos..... 521
VIII.4.3. Ensayo de dosis en tomate. Relaciones entre nutrientes distintos al hiero..... 527
VIII.4.4. Ensayo de dosis en tomate. Parámetros de calidad en frutos..... 537

VIII.5. Ensayo de dosis en limón..... 546
VIII.5.1. Ensayo de dosis en limón. Nutrientes..... 546
VIII.5.2. Ensayo de dosis en limón. Relaciones del hierro con otros elementos..... 556
VIII.5.3. Ensayo de dosis en tomate. Relaciones entre nutrientes distintos al hierro..... 562

VIII.5.4. Ensayo de dosis en limón. Parámetros de calidad de los frutos madurados en cámara..... 572
VIII.5.5. Ensayo de dosis en limón. Parámetros de calidad de los frutos madurados en árbol..... 574

VIII.6. Ensayo de dosis en uva de mesa..... 576
VIII.6.1. Ensayo de dosis en uva de mesa. Nutrientes..... 576
VIII.6.2. Ensayo de dosis en uva de mesa. Relaciones de hierro con otros elementos..... 585
VIII.6.3. Ensayo de dosis en uva de mesa. Relaciones entre nutrientes distintos al hierro..... 591
VIII.6.4. Ensayo de dosis en uva de mesa. Parámetros de calidad de los frutos..... 601

I. Introducción

I.1. La clorosis férrica.

La clorosis, o amarillamiento de las hojas debido a una deficiencia de hierro, está generalmente asociada a los suelos calizos, que ocupan aproximadamente el 30% de la superficie terrestre (Chen et al., 1982). El hierro, a pesar de ser el cuarto elemento químico más abundante de la corteza del planeta tras el O, el Si y el Al, constituye alrededor del 2% los suelos minerales; en los suelos con un elevado pH (como son los de gran contenido en carbonatos) la concentración de las especies inorgánicas de hierro en la solución del suelo es alrededor de 10^{-10}M, siendo la concentración para un crecimiento óptimo de las plantas entre 10^{-6} y 10^{-5}M (Marschner, 1995).

Clorosis significa falta de clorofila en un órgano vegetal, que se traduce en pérdida del color verde. La clorosis puede ser causada por el suministro deficitario de elementos esenciales para el desarrollo de la planta como (Fe, Mn, Mg, Zn, N, etc), por la existencia de un estrés hídrico o por el ataque de insectos, hongos, bacterias y virus. La clorosis, no obstante va a variar en sus síntomas dependiendo de la causa que la provoca Figura I.1.1.

Si nos referimos a la **clorosis férrica**, tenemos que tener en cuenta que ésta afecta principalmente a manzanos, melocotoneros, ciruelos, cerezos, uva, almendros, olivos y cítricos (Sanz et al., 1992). Tampoco debemos de olvidar los efectos que produce sobre cultivos como arroz, tomate, maíz, etc (Marschner, 1995). Se manifiesta como un amarillamiento entre las nervaduras de las hojas jóvenes que se

corrige con la aplicación de tratamientos de hierro como $FeSO_4$ y/o Fe-EDDHA, no siendo eficaces las aplicaciones de N, S, Zn, Mn, Cu o Co (Chaney, 1984).

Figura I.1.1. Síntomas cloróticos producidos por distintas causas. ***A****. Deficiencia férrica en tomate.* ***B****. Ataque de Oidio en tomate.* ***C****. Deficiencia de Mg en uva.* ***D****. Ataque de Mildiu en uva.*

Los agricultores que no usan ningún tipo de fertilización férrica en aquellas zonas donde existe un riesgo de que los cultivos sufran clorosis, tienen que hacer frente a grandes pérdidas en la producción y calidad de las cosechas (Tagliavini et al., 1998), y a largo plazo, a una muerte temprana de la planta o el árbol afectados por la deficiencia de hierro (Sanz et al., 1992).

En España, como en todos los países de la zona mediterránea, la clorosis férrica es uno de los mayores problemas nutricionales de los cultivos. En el Levante español, las aproximadamente 250.000 ha destinadas al cultivo de cítricos (M.A.P.A., 1996), y 60.000 ha al tomate (M.A.P.A., 1998) o las 35.000 ha de la uva de mesa (M.A.P.A., 1996) necesitan tratamientos de hierro cada año. En el valle del Ebro, la clorosis férrica afecta a las más de 90.000 ha dedicadas al cultivo de frutales. Es muy difícil encontrar datos sobre los gastos en fertilizantes férricos usados para combatir la clorosis, sin embargo podemos hacer una estimación superior a los 6.000 millones de pesetas cada año, teniendo en cuenta que los únicos datos oficiales son los de Sanz et al. (1992) que cifran en 2.200 millones de pesetas anuales los gastos en tratamientos de hierro para corregir la clorosis en el valle del Ebro.

A pesar de que los estudios sobre la clorosis férrica comenzaron a principios del siglo XX con Molz en 1907, sobre los efectos de la deficiencia de hierro en las plantas y árboles frutales desarrollados en suelos calizos, en la actualidad, casi 100 años después, todavía no se entiende completamente este problema y los medios disponibles para evitar la clorosis férrica no son del todo satisfactorios (Mengel, 1994).

En muchas ocasiones, el contenido de hierro en las hojas cloróticas es similar o incluso superior al de las hojas verdes; la causa puede ser la inactivación de este elemento en la planta por un alto suministro de P o de distintas formas de N en suelos calizos o por limitaciones que se producen en el crecimiento vegetal como veremos más adelante (Marschner, 1995). A este hecho Römheld (1997) lo denominó "**chlorosis paradox**". Algunos autores como Toselli et al. (2000) consideraron la idea de que la concentración de Fe similar en hojas sanas y cloróticas era consecuencia del menor tamaño de las hojas que sufrían clorosis. Sin embargo, los descensos en los contenidos de clorofilas, mientras aumentaba el contenido foliar de hierro, llevaron finalmente a los autores a sugerir que el desarrollo de la clorosis estaba asociado con una inactivación del hierro en el apoplasto de la hoja. Esa inactivación probablemente es debida a una alcalinización del apoplasto, que perjudica la reducción de Fe^{3+} (Kosegarten et al., 1999), un prerrequisito para la absorción de Fe^{2+} por la célula de la hoja (Brüggermann et al., 1993). En estos casos las hojas recuperan el color verde con la pulverización de soluciones diluidas de ácido sulfúrico, ácido cítrico y ácido ascórbico (Tagliavini et al., 2000).

En el suelo, el Fe^{3+} y Fe^{2+} son los dos estados de oxidación en los que el hierro es soluble, siendo los quelatos de Fe(III) los predominantes; aunque depende de la especie en cuestión, por lo general el Fe^{2+} es tomado preferiblemente por la planta (Marschner, 1995). Este es uno de los procesos críticos ya que requiere la reducción de Fe^{3+} en la membrana plasmática de las células radiculares, proceso gobernado por la enzima Fe(III)-reductasa. A continuación todavía en el simplasma del sistema radicular, el Fe^{2+} es

oxidado (Brown et al., 1979) y complejado por citrato, el dicitrato de Fe (III) es translocado vía xilema a las partes superiores de la planta (Chaney, 1972). El paso de hierro del sistema apoplástico de la hoja hacia el citoplasma a través de la membrana plasmática precisa la reducción del hierro (III) (Mengel, 1994). De acuerdo con Stephan et al. (1993), el Fe^{2+} entra al citoplasma donde es complejado por la nicotianamina y de esta forma es distribuido en el simplasma de la hoja facilitándolo a todos los procesos requeridos. (Figura I.1.2.)

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

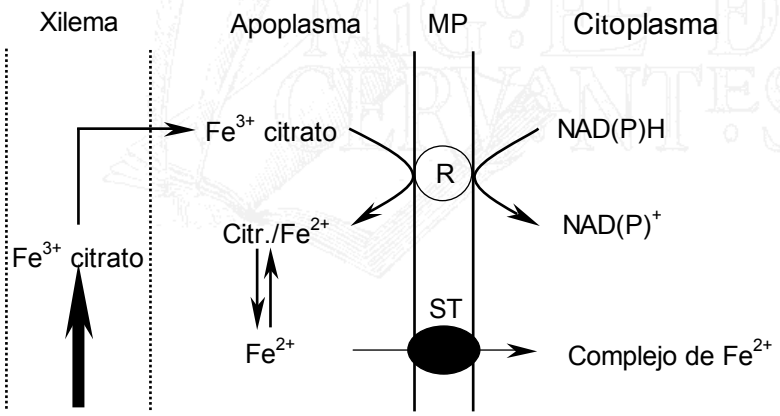


Figura I.1.2. Posible mecanismo de la toma de hierro hacia el simplasma de la hoja. MP: membrana plasmática; R: Reductasa unida a la membrana plasmática; ST: sistema de transporte (por proteínas específicas). Tomada de Nikolic et al., 1999.

El hierro está presente en numerosos constituyentes de los sistemas redox. Forma parte de **hemo-proteínas** como los *citocromos,* que son constituyentes de los sistemas redox en los cloroplastos, en la mitocondrias, y también un componente de la cadena redox en la nitrato-reductasa. Otras hemo-enzimas son la *catalasa* y las *peroxidasas*. Bajo condiciones de deficiencia de hierro, la actividad de ambas enzimas declina. La *catalasa* juega un papel en la

fotorespiración y en el ciclo de Calvin. Las peroxidasas son necesarias en la biosíntesis de lignina y suberina (Marshner, 1995). En las raíces deficientes en hierro, la actividad de la peroxidasa disminuye de forma importante (Sijmons et al., 1985) y se produce la acumulación de grupos fenólicos en la rizodermis al no producirse la síntesis de lignina y suberina (Römheld et al, 1981).

También debemos considerar otras proteínas como las **hierro-azufre-proteínas**, en las que el hierro está coordinado al grupo tiol de la cisteina y/o al azufre inorgánico. La más conocida es la *ferredoxina* que actúa como un transmisor de electrones en numerosos procesos metabólicos. La ferredoxina la encontramos en cloroplastos y mitocondrias (Droillard et al., 1990). En las plantas dicotiledóneas con deficiencia en hierro se produce una acumulación de riboflavina (Welkie et al., 1989), posiblemente como resultado de las alteraciones en el metabolismo de las purinas debido al deterioro de la *oxidasa xantina* (Schlee et al., 1968), otra enzima con uniones hierro-sulfuro como grupo prostético.

La formación de *etileno* se ve muy ralentizada cuando las células tienen una deficiencia en hierro y se recupera inmediatamente cuando el nivel de Fe en la célula se normaliza, y sin que intervenga la síntesis de proteínas (Bouzayen et al., 1991).

Uno de los síntomas más evidentes de la clorosis en las hojas jóvenes es el descenso en el contenido de *clorofila*, esta disminución es principalmente debida al papel directo del hierro en la biosíntesis de la clorofila. El contenido en β-caroteno disminuye de la misma manera

que las clorofilas cuando las hojas tienen bajo nivel de hierro (Quilez et al., 1992).

Por último, mencionar que el hierro es necesario para la síntesis de **proteínas**. El número de ribosomas (los lugares donde ocurre la síntesis de proteínas) disminuye en las células de las hojas deficitarias en hierro (Lin et al., 1978). Sólo en casos severos de deficiencia férrica la división celular también es inhibida (Abbott, 1967), y de este modo el crecimiento foliar disminuye.

BIBLIOTECA VIRTUAL

I.1.1. Causas de la clorosis férrica.

Las causas, que originan la clorosis férrica, son múltiples y de distinta naturaleza. A continuación veremos los motivos que consideramos más influyentes en este problema nutricional ampliamente extendido entre las plantas.

- Bajo nivel de hierro en la disolución.

En 1984, Uren clasificó las distintas formas en las que el hierro puede encontrarse en el suelo (Figura I.1.1.1), entre ellas vemos que se encuentran las formas móviles, que serían los principales constituyentes del Fe soluble y que por lo tanto puede usar la planta de manera inmediata.

El Fe existe en cantidad suficiente en el suelo, ya hemos dicho que es el cuarto elemento más abundante de la litosfera. Por tanto, los factores que afectan a la solubilidad de las especies de hierro móviles van a ser los determinantes de que la planta disponga de más o menos

cantidad de hierro en la disolución nutritiva. En el suelo la especie predominante es el Fe^{3+}, y disminuye su disponibilidad al precipitar los óxidos e hidróxidos de hierro cuando aumenta el pH. El descenso del pH en una sola unidad puede incrementar la solubilidad de los compuestos de hierro 1000 veces (Lindsay et al., 1982) y de esta forma, mejorar la movilización del hierro en el suelo.

Las concentraciones de hierro en la disolución del suelo son mayores de las esperadas termodinámicamente, debido a la presencia de ácidos fúlvicos, sideróforos producidos por la flora microbiana del suelo que van a formar quelatos con el hierro (manteniéndolo en la disolución del suelo) y a los procesos que realizan las plantas, a través de diferentes mecanismos que veremos más adelante, y que mejoran la disponibilidad del hierro en el suelo.

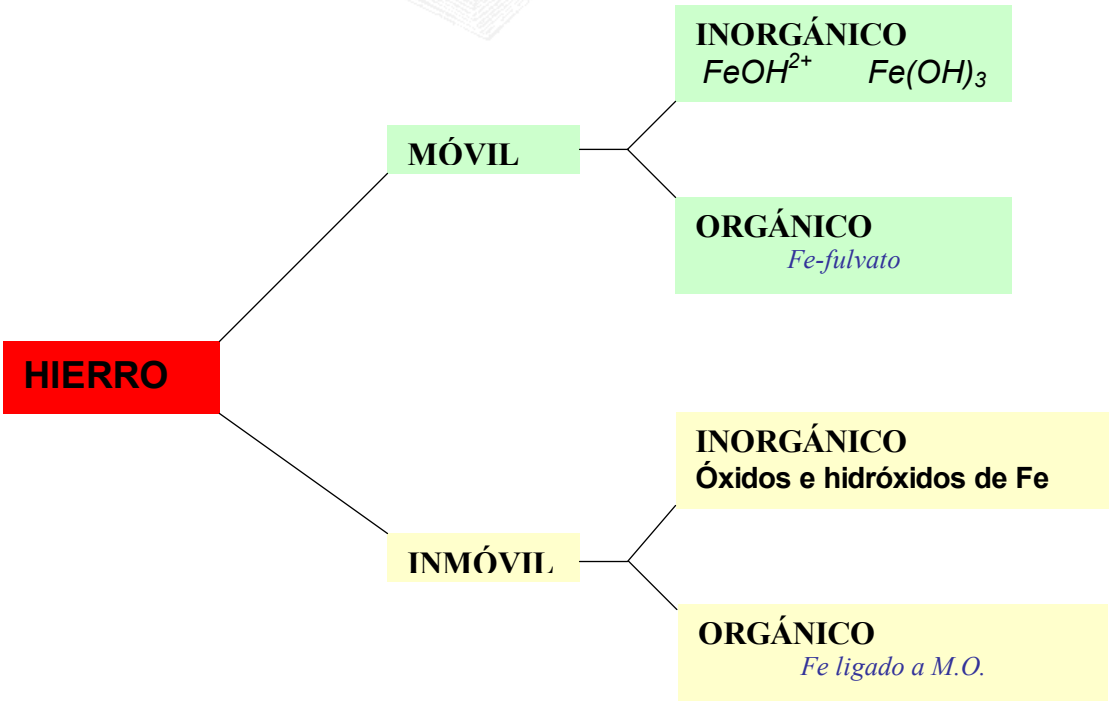


Figura I.1.1.1 Formas de hierro en el suelo. Uren 1984.

- Presencia del ión bicarbonato. Clorosis inducida por carbonatos.

En España, la existencia de suelos calizos (con un contenido en $CaCO_3$ superior al 50%) incide de forma negativa en las cosechas debido a la "**clorosis inducida por carbonatos**" (Sánchez-Andreu et al., 1991).

Un suelo calizo puede ser definido como: Aquel cuyo pH está controlado por los carbonatos de la fase sólida. (Loeppert, et al., 1994). La mayoría de los suelos calizos tienen valores de pH que oscilan entre 7,5-8,5; pudiendo incluso alcanzar valores superiores a 9 cuando en los suelos existen contenidos apreciables de $NaHCO_3$ disuelto. Las concentraciones del carbonato cálcico en estos suelos pueden superar el 80%. Una considerable cantidad de los carbonatos tienen un tamaño similar al de la fracción arcillosa (Inskeep et al., 1986) y se conocen como **caliza activa**, esta fracción se caracteriza por poseer una gran reactividad (Bui et al., 1990). Yaalon (1957) observó una relación entre la incidencia de la clorosis férrica y la caliza activa, y obtuvo que un 100 $^{o}/_{oo}$ en caliza activa a través del método de Drouineau (1942) era el nivel crítico para aquellas especies sensibles. Carter (1981) concluyó que la caliza activa servía mejor que el contenido en carbonatos totales como índice para correlacionar la incidencia de la clorosis.

La concentración del ión bicarbonato en la disolución del suelo ha sido correlacionada con la incidencia de la clorosis férrica (Loeppert et al., 1994). El pH de la disolución y la concentración de HCO_3^- son controlados por las reacciones de equilibrio del carbonato en fase sólida:

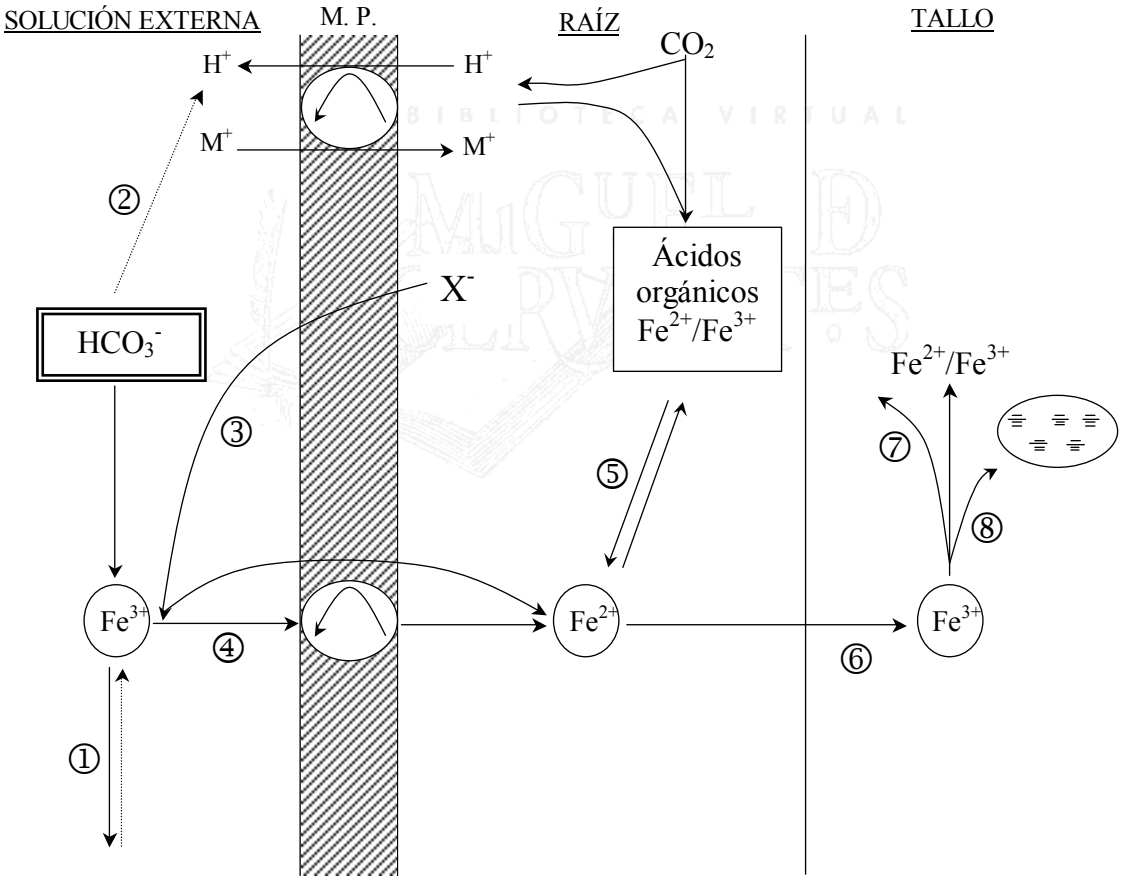
$$2H^{+}_{(ac)} + CaCO_{3(s)} \Leftrightarrow Ca^{2+}_{(ac)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$$

$$CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \Leftrightarrow H^{+}_{(ac)} + HCO_3^{-}{}_{(ac)}$$

En la Figura I.1.1.2, Marschner (1995) resume y esquematiza los efectos que el ión bicarbonato tiene sobre el hierro. Un alto contenido en HCO_3^- en la disolución del suelo regula y aumenta el pH y de este modo disminuye la concentración de hierro soluble [mecanismo (1)]. El mayor pH del medio va a afectar a los principales mecanismos de respuesta de las plantas a la deficiencia de hierro: La liberación de protones se ve inhibida, al producirse un deterioro de la bomba que segrega estos iones y que son neutralizados por el bicarbonato [mecanismo (2)]. La alcalinización provoca también una menor secreción de compuestos fenólicos (X) [mecanismo (3)] y dificulta la reducción de Fe(III) en la membrana plasmática [mecanismo (4)] (Römheld et al., 1986). Por tanto, la alta concentración de HCO_3^- lleva a un amplio descenso en la toma y transporte de hierro hacia la planta (Kolesch et al., 1984; Dockendorf et al., 1990).

En las raíces con un alto contenido en HCO_3^-, la fijación del CO_2 y la síntesis de ácidos orgánicos aumenta, particularmente en las plantas calcífugas (aquellas que son especialmente sensibles a la clorosis férrica) (Lee et al., 1969). No está del todo claro que la acción complejante del hierro por ciertos ácidos orgánicos en las vacuolas [mecanismo (5)] contribuya a la inhibición del transporte del hierro a los tallos [mecanismo (6)]. El transporte de hierro en las hojas puede verse especialmente perjudicado (Rutland et al., 1971), y la distribución de hierro en los tejidos foliares puede ser desigual [mecanismo (7)] (Rutland, 1971). Estos efectos al parecer están relacionados con la alcalinización de los tejidos (Mengel et al., 1981) y del citoplasma en

particular (Kolesch et al., 1984). Los altos contenidos de hierro en hojas que sufren clorosis inducida por carbonatos, puede ser una consecuencia del limitado crecimiento de la hoja y de los cloroplastos [mecanismo (8)] o de los menores contenidos en clorofila (Marschner, 1995).



M. P.: membrana plasmática

Figura I.1.1.2. Principales efectos de la alta concentración de HCO_3^- en la toma, la translocación y el uso del hierro por las plantas. Marschner, 1995.

- Interacciones del hierro con otros elementos. Factores nutricionales.

Macronutrientes, micronutrientes y metales pesados influyen en la gravedad de la clorosis férrica. Son muchas las investigaciones que podemos encontrar que estudian las relaciones de los distintos nutrientes con la deficiencia de hierro.

La relación amonio/nitrato en la disolución nutritiva o en la disolución del suelo tiene una fuerte influencia en la incidencia de la clorosis férrica (Wallace et al., 1976). Por ejemplo, la deficiencia de hierro en plantas de garbanzos (Alloush et al.,1990) se agravó cuando se usó N-NO_3 como fuente principal de N. Los resultados llevaron a la hipótesis de que el NO_3^- podía provocar la precipitación de hierro en las raíces y en apoplasto de las hojas, además de disminuir la disponibilidad de Fe en la síntesis de clorofila.

McCallister et al. en 1989, observaron que la aplicación de KCl, KNO_3 y K_2SO_4 reducía la clorosis, este fenómeno se atribuyó a la mejora del balance catión/anión y a la exudación de protones. Por otro lado, altos niveles de K en suelo pueden ir en detrimento de la clorosis, de manera similar al Na, debido a su influencia en la dispersión de las arcillas montmorilloníticas y el deterioro de la estructura del suelo, de las relaciones suelo-agua, y de la aireación bajo condiciones de humedad (Loeppert et al., 1994). Belkhodja et al. (1998) observaron altas concentraciones de K en hojas y flores de melocotoneros deficientes en hierro, los autores sugirieron que los aumentos foliares de potasio podrían ser una consecuencia del incremento de la actividad de las ATPasas implicadas en la excreción de protones de la

membrana plasmática radicular durante la época de crecimiento; en este ensayo estos autores encontraron que las hojas cloróticas tenían un menor contenido en Ca, y apenas una mayor concentración de Mg, mientras el Mn y el Zn aumentaban en las hojas afectadas por la deficiencia de hierro. La alta concentración de K puede ser también asociada a la acumulación de ácidos orgánicos en condiciones de deficiencia de hierro (Welkie et al., 1993). Thomas et al. (1998) encontraron que los robles con clorosis tenían mayor contenido en K que los robles sanos (Tabla I.1.1.1).

BIBLIOTECA VIRTUAL

TABLA I.1.1.1. Concentración media de los nutrientes (mg $g_{D.M.}^{-1}$) y relaciones (g/g) de hojas verdes y cloróticas de roble cv Ossenfeld

	N	P	K	Mg	Ca	Mn	Ca/Mn	Fe	P/Fe
VERDES	27,6	1,5	9,1	1,36	8,81	0,104	84,5	0,107	14,9
CLORÓTICAS	23,5	2,0	15,0	1,23	3,55	0,003	336.0	0,045	48,2

(Thomas et al., 1998).

La deficiencia de hierro puede ser inducida en las plantas desarrolladas en suelos calizos en los que haya habido un gran suministro de fertilizantes fosforados. Mengel et al. (1984) y Kovanci et al. (1978) consideran que los altos niveles de P en las hojas cloróticas son probablemente consecuencia de la inhibición del crecimiento. Thomas et al. (1998) encontró que en los robles cloróticos la relación P/Fe era mayor que en los árboles sanos (Tabla I.1.1.1). Juárez et al. (1996) indican que altas concentraciones de P disminuyen la absorción y movilización del Fe en el suelo debido a la formación de fosfatos férricos, o a la adsorción de fosfatos sobre las superficies de los coloides férricos; además estos autores consideran que la relación P/Fe en la planta puede ser una medida del equilibrio entre Fe^{2+} y Fe^{3+}

en las células, síntesis hemo, y de clorofilas, y sostienen que la relación P/Fe y el contenido Fe^{2+} en hojas parecen estar inversamente correlacionados.

Si hablamos del Mn, es difícil distinguir la clorosis férrica, de la clorosis producida por este elemento, sobre todo en aquellos casos en los que las hojas cloróticas tienen mayor contenido en hierro que las hojas verdes (chlorosis paradox). Polle et al. (1992) supusieron que la deficiencia en Mg y Mn podía causar colapsos en el floema, llevando a una acumulación de fotosintatos en las hojas y a una carencia de aceptores terminales para el transporte electrónico fotosintético. Como resultado, los electrones serían transferidos en grandes cantidades al O_2, produciendo un estrés fotooxidativo y necesitando un incremento en la capacidad de desintoxicación de superóxidos y peróxidos. Por tanto, ya que el ascorbato es imprescindible para esa desintoxicación, su concentración debería aumentar. Thomas et al. (1998) observaron que en aquellos robles cloróticos con deficiencia en hierro y manganeso, no se producían daños en el floema (Figura I.1.1.3), aunque sí un incremento en la concentración de ascorbato. También destaca que las hojas cloróticas mostraban un incremento muy importante en la relación Ca/Mn con respecto a las hojas verdes.

Los metales pesados inducen la clorosis férrica en diferentes especies vegetales, afectando a la movilización y toma de hierro (Alcántara et al., 1994). Los resultados de estos autores mostraban que los metales pesados inhibían la inducción y funcionamiento de la Fe(III)-reductasa en la raíz en plantas de pepino (*Cucumis sativus* L.). Ni a 20 μM, y Cu y Cd en concentraciones 5 μM o superiores, inhibieron de manera severa la inducción de la Fe(III)-reductasa

radicular, mientras Mn, Pb, Zn y Mo tenían un efecto muy limitado incluso a concentraciones superiores a 20 μM. La inhibición de esta enzima va a estar en función del cultivo tratado y de las concentraciones de estos metales, así Schmidt et al. (1997) observaron una estimulación en la actividad de la Fe(III)-reductasa en la zona radicular en *Plantago lanceolata* L. cuando se suministraba de manera adicional Zn^{2+} y Mn^{2+} 0,5 μM y 1 μM. En el caso del Cu, cuando se añadía en concentración de 0,7 μM se estimulaba la reducción de Fe(III), mientras que cuando la concentración era 5 μM la inhibición de la actividad de la enzima llegaba a ser de un 98% en aquellas plantas cloróticas.

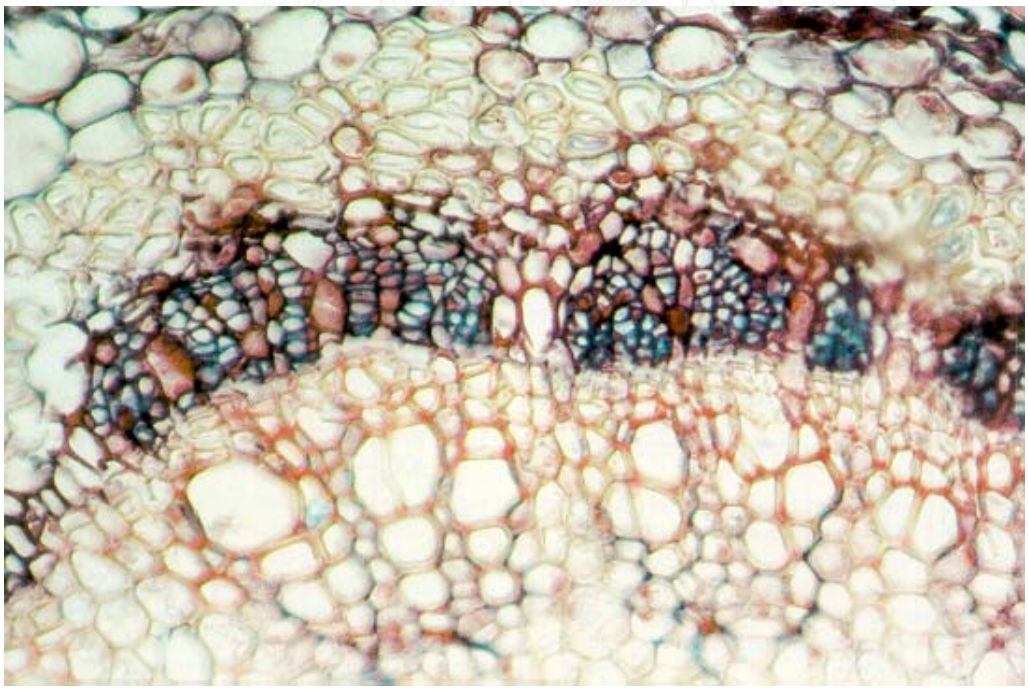


Figura I.1.1.3. Microtoma transversal de un pecíolo de roble teñido con safranina y azul Astra. Escala 200:1. Parénquima central (translúcido), xilema (las paredes celulares van del amarillo al rojo), floema (paredes celulares azules). No se encontraron diferencias en las condiciones del floema entre las hojas verdes y cloróticas. (Thomas et al., 1998).

- Adición de materia orgánica a suelos inundados.

Aunque siempre se estudian los efectos positivos de la materia orgánica en la toma de Fe por la planta, debido a la formación de quelatos, o a efectos indirectos como la activación de la flora microbiana en el suelo, que mejora la movilización del Fe en el suelo, también hay que tener en cuenta que la materia orgánica en determinadas circunstancias puede incrementar la clorosis férrica. Esto sucede cuando la materia orgánica se añade a suelos muy húmedos o encharcados, afectando especialmente a dicotiledóneas, ya que se produce un incremento en el consumo de O_2 y una acumulación de CO_2, provocando un aumento de los niveles de bicarbonato en la rizosfera (Loeppert et al. 1994).

- **Factores ambientales. Contenido en agua, fase gaseosa y temperatura.**

Inskeep et al. (1986) concluyeron que la porosidad y el potencial matricial son parámetros importantes que van a influir en la composición de la fase gaseosa y concentración del HCO_3^- en la disolución del suelo, y por lo tanto van a tener una impacto significativo en la incidencia de la clorosis producida por la deficiencia férrica.

Al hablar de la materia orgánica ya hemos mencionado como un gran contenido de agua en el suelo puede favorecer la extensión de la clorosis. Otro aspecto, sería el efecto de dilución que puede producirse por un encharcamiento del suelo, lo que va a repercutir en los mecanismos de respuesta de las plantas de estrategia I y de estrategia

II, al producirse un efecto de dilución que se va a reflejar en una respuesta menos eficaz de la planta a la situación de estrés férrico.

Tanto bajas como altas temperaturas del suelo pueden incrementar la clorosis en distintos cultivos (Römheld et al., 1986, Inskeep et al., 1986, Wei et al., 1994). Wei et al. (1994) notaron que la clorosis en el trébol se incrementaba cuando la temperatura del suelo bajaba de 22 ºC o subía por encima de esa temperatura. Esto se debe a la influencia de la temperatura sobre la actividad microbiana o sobre la estabilidad de los fitosideróforos (Awad et al., 1988).

- Salinidad.

Altas concentraciones de NaCl en el medio en el que se desarrollan las plantas inducen la clorosis férrica (Kramer 1983). A pesar de que todavía no se han descubierto los mecanismos de la clorosis férrica inducida por la salinidad, algunas experiencias parecen indicar que altas concentraciones de NaCl pueden influir en la estabilidad de los quelatos de hierro (Nabhan et al., 1977). El aumento de la fuerza iónica en los suelos con gran salinidad suele inhibir la movilización del hierro por el ácido caféico (Römheld et al., 1986) y los fitosideróforos (Awad et al. 1988). Aunque autores como Römheld et al. (1986) afirman que es poco probable que una fuerza iónica elevada inhiba la acción de la Fe(III)-reductasa y por tanto los procesos de transporte en la membrana, esta posibilidad no ha sido del todo descartada por algunos autores como Loeppert et al. (1994). Altas concentraciones de Na en el suelo, suelen provocar dispersión de las arcillas, lo que se refleja en un deterioro de la estructura del suelo y de

las relaciones suelo-agua y de la fase gaseosa, incrementando la susceptibilidad a la clorosis férrica.

I.1.1.1. Disponibilidad del hierro en el suelo.

Son muchos y diversos los factores que afectan a la solubilidad del Fe en los suelos (pH, complejación, propiedades redox). Los minerales primarios del suelo que contienen Fe(II) son, por lo general, inestables y se descomponen lentamente en presencia del oxígeno atmosférico. El Fe(II) liberado se oxida a Fe(III) y precipita como óxidos e hidróxidos férricos, formándose inicialmente hidróxido de hierro (III) amorfo, el cual presenta elevada superficie específica. Con el tiempo, este hidróxido férrico amorfo evoluciona a una forma más cristalina y menos soluble llamado **Fe-suelo** (Álvarez, 2000). Este hipotético mineral es el que controla la solubilidad del Fe^{3+} en la disolución de suelos y podría corresponder con la ferrhidrita (Lindsay, 1995). Sin embargo, por suerte en sistemas acuosos, el Fe(III) reacciona para formar especies hidrolizadas muy estables que hacen que el hierro total en la disolución del suelo alcance valores superiores al Fe^{3+} libre. La Figura I.1.1.1.1 muestra el logaritmo de la concentración de cada una de las especies hidrolizadas junto con el Fe^{3+} en equilibrio con el Fe-suelo. Entre pH 5-7,5 la especie predominante es $Fe(OH)_2^+$, sin embargo su concentración disminuye con el pH, hasta el punto de que a partir de pH 7,5 la especie con la concentración más alta es $Fe(OH)_3$ y a partir de pH 8,5 la especie predominante es $Fe(OH)_4^-$. La concentración más baja es de $10^{-10,4}$ M y se produce a pH alcalinos. Según Guerinot et al. (1994) el requerimiento mínimo de las plantas para un crecimiento óptimo está entre 10^{-9}-10^{-4} M. La línea vertical a pH = 8,3 señala indica el límite de solubilidad impuesto por el carbonato

cálcico en equilibrio con el CO_2 atmosférico (Álvarez, 2000). Todo esto indica que a pH superiores a 6,5, la cantidad de hierro inorgánico disponible en el suelo es insuficiente para cubrir los requerimientos nutricionales de la mayoría de cultivos.

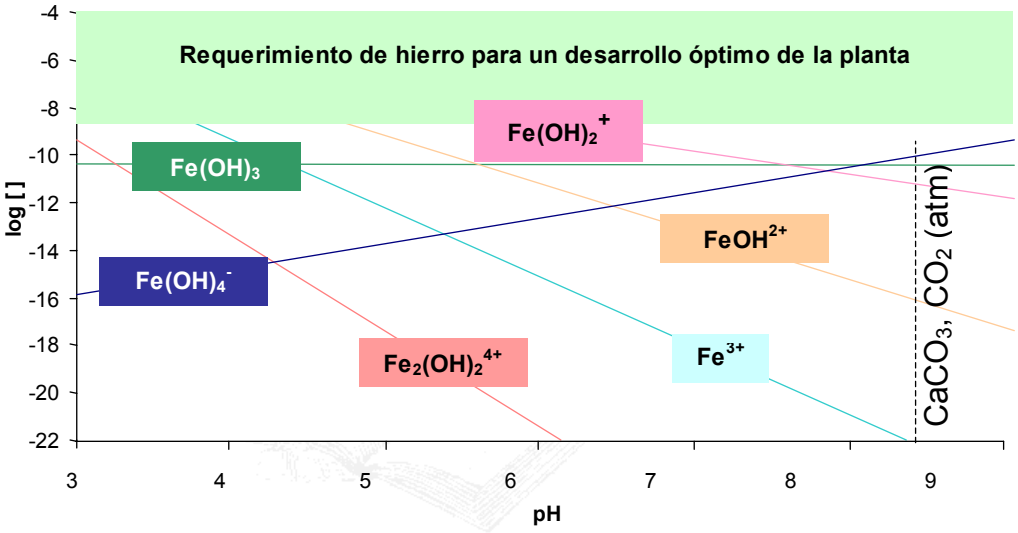


Figura I.1.1.1. Especies de Fe(III) hidroxiladas en equilibrio con el Fe-suelo. (Guerinot et al., 1994).

Por otro lado, los complejos de hierro con compuestos orgánicos de bajo peso molecular contribuyen a aumentar considerablemente el Fe en la disolución del suelo (Lobartini et al., 1988). Estos compuestos pueden proceder de:

- *La degradación de la materia orgánica: ácidos fúlvicos, aminoácidos.*
- Exudados de raíces (ácidos orgánicos, aminoácidos no-proteinogénicos).
- Excretados por microorganismos (sideróforos).

I.1.1.2. Absorción de hierro por las plantas.

Las plantas **calcícolas** crecen principalmente en suelos con un gran contenido en $CaCO_3$, mientras que las plantas **calcífugas** no pueden estar presentes en estos suelos, estando localizadas principalmente en suelos ácidos (Figura I.1.1.2.1). Las plantas calcífugas son incapaces de desarrollar algún mecanismo de respuesta cuando en el sustrato en el que se desarrollan aparece una deficiencia de Fe, P u otros micronutrientes, y no pueden solubilizar estos elementos y mantenerlos metabólicamente activos en suficiente cantidad en suelos calizos (Kinzel 1982, Tyler, 1996). Por el contrario, las plantas calcícolas han desarrollado numerosos mecanismos para convertir en disponibles también otras formas de hierro, ya que en los suelos calizos las concentraciones del hierro intercambiable y soluble son mucho menores que las necesarias para un adecuado crecimiento de las plantas (Lindsay, 1984).

Según los mecanismos que desarrollen las plantas en su adaptación a la clorosis férrica se clasifican en plantas de **"Estrategia I"**: Dicotiledóneas y monocotiledóneas no gramíneas. Su respuesta a la clorosis férrica suele consistir fundamentalmente en la mejora de la capacidad de reducción del Fe^{3+} y una mayor liberación de protones. Además, frecuentemente se produce una excreción de agentes reductores, principalmente compuestos fenólicos, y cambios morfológicos en la raíz. El otro mecanismo de respuesta lo utilizan la plantas de **"Estrategia II**" que suelen ser gramíneas. Es un mecanismo más eficaz que el de las plantas de Estrategia I, ya que en muchas ocasiones las plantas no llegan a presentar ningún síntoma de clorosis férrica. Las plantas de "Estrategia II" suelen liberar aminoácidos no

proteinogénicos llamados **fitosideróforos** que forman complejos muy estables con el Fe^{3+}.

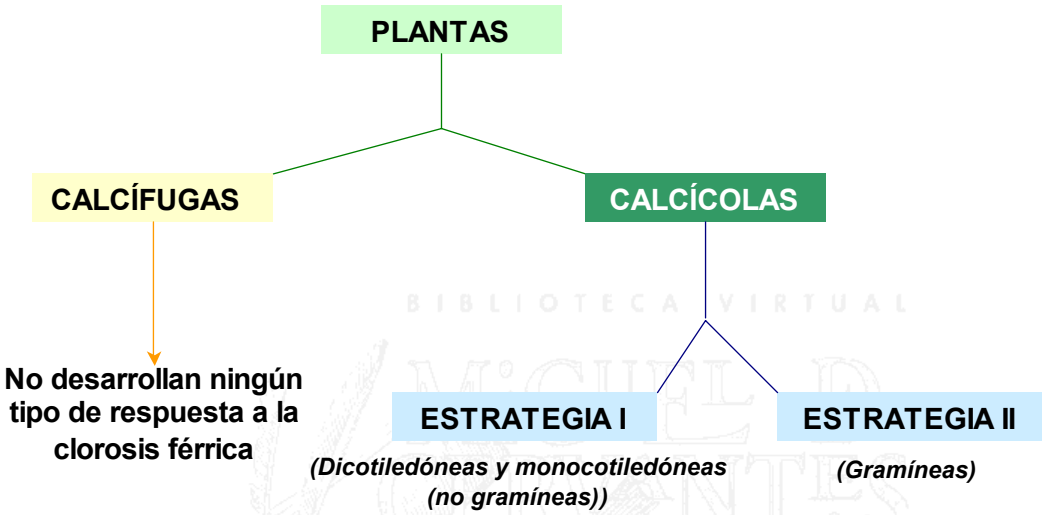


Figura I.1.1.2.1. Clasificación de las plantas según desarrollen o no mecanismos de respuesta a la clorosis férrica.

- Mecanismos de estrategia I.

Las raíces de las plantas de estrategia I (Figura I.1.1.2.2), bajo deficiencia de hierro, como ya hemos mencionado anteriormente, incrementan la actividad de la Fe^{3+}-reductasa (R) (Marschner et al., 1986), exudan grandes cantidades de H^+ y sustancias reductoras como ácidos orgánicos (Olsen et al., 1980), azúcares reductores (Azaizeh et al., 1995) y fenoles (Olsen et al., 1982), aunque estas últimas sustancias no están probablemente implicadas en la reducción de Fe^{3+} según Römheld et al. (1983). Entre los ácidos orgánicos exudados por las raíces se encuentran principalmente ácidos di- y tricarboxílicos, especialmente ácidos cítrico y oxálico, los cuales son potentes quelantes de Fe y solubilizadores de P (Tyler et al., 1995). Según

Zohlen et al. (2000) el citrato solubiliza mucha más cantidad de hierro que la fracción del suelo fácilmente intercambiable (extraída con $BaCl_2$) y que los agentes quelantes sintéticos como el EDTA.

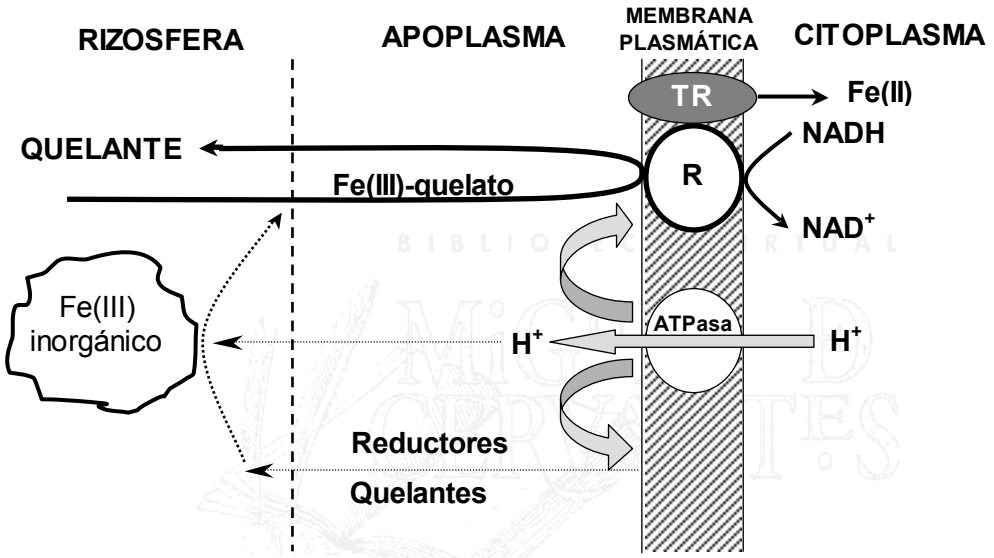


Figura I.1.1.2.2. Modelo de las respuestas ante la deficiencia de Fe de las raíces de las plantas que desarrollan la Estrategia I. R = Reductasa; TR = Transportador de Fe(II). Marschner (1995).

La respuesta más sensible y típica es el incremento de la actividad de la reductasa en las membranas celulares de las células rizodérmicas (Figura I.1.1.2.2.), así en plantas de tomate se observó que la actividad de estas enzimas aumentaba 7 veces cuando la planta presentaba deficiencia de hierro (Buckhout et al., 1989), en cebada 6 veces (Bienfait et al., 1983) y en cacahuete fue más de 20 veces mayor (Römheld et al., 1983). Bienfait (1985) propuso que las raíces tenían dos tipos de reductasas: Una capaz de reducir los quelatos de hierro y ferricianuro (*turbo reductasa*) y otra que únicamente podía reducir ferricianuro (*Reductasa estándar*). Bienfait consideró que la turbo reductasa estaba localizada en células de la epidermis de las raíces

laterales jóvenes que crecían bajo deficiencia de hierro, mientras la reductasa estándar estaba presente en todas las células radiculares. Sin embargo, trabajos como los de Buckhout et al. (1989) no comparten esta idea. Estos autores encontraron que los dos tipos de enzimas incrementaban su actividad en más del doble cuando plantas de tomate crecían en condiciones de deficiencia férrica. Buckhout et al. (1989) también han determinado que el donador de electrones preferido para la turbo reductasa en la deficiencia de hierro es NADH, aunque trabajos previos (Sijmons et al., 1984) han considerado al NADPH como el donador de electrones más favorable.

La actividad de la reductasa (R) es fuertemente estimulada a pH bajos, de manera que la mejora en la excreción de protones por la ATPasa es importante para una eficaz reducción de Fe(III). Yi et al., (1994) observaron este efecto en plantas de *Arabidopsis thaliana* con deficiencia férrica. Las altas concentraciones de HCO_3^- responsables de la clorosis inducida por carbonatos contrarrestan las respuestas de las plantas de Estrategia I. La capacidad, que tiene la ATPasa para bajar el pH de la rizosfera y facilitar la solubilización de hierro, está restringida a las puntas radiculares, donde tienen lugar la formación de las células de transferencia (Landsberg, 1986); esta enzima además actúa rapidamente, por ejemplo plantas de girasol deficientes en hierro pueden disminuir el pH, pasando de 8,0 a 3,7 en pocas horas (Olsen et al., 1981), sin embargo, en otros cultivos como las plantas de garbanzos (*Cicer arientinum* L.) la extrusión de protones en respuesta a la deficiencia de hierro tiene lugar en un plazo de tiempo más largo (de 5 a 6 días) después del comienzo de la deficiencia de hierro (Ohwaki et al., 1997) (Figura I.1.1.2.3.). Por lo general esta acidificación de la rizosfera en respuesta a la deficiencia de hierro va a depender del

balance en la absorción catión/anión y del metabolismo del N (Marschner et al., 1983).

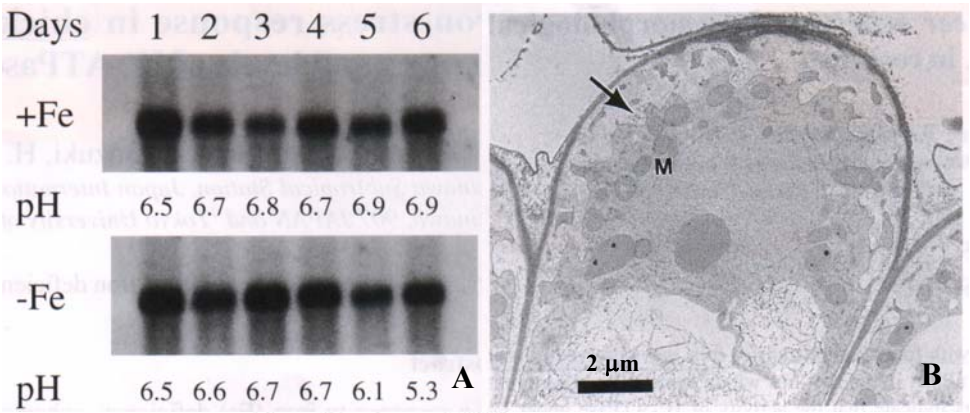


Figura I.1.1.2.3. ***A****. Análisis de la expresión de los genes supuestos para la ATPasa en la membrana plasmática en las raíces de garbanzos. pH de la disolución en los días después del comienzo de los tratamientos con hierro y sin hierro.* ***B****. Micrografía electrónica de una célula de transferencia con engrosamiento de la pared celular y acumulación de mitocondrias (M). (Ohwaki et al., 1997).*

Uno de los aspectos que todavía no está claro en los mecanismos de respuestas de las plantas de Estrategia I es si la reductasa por sí misma o una proteína adjunta (TR), media en el transporte de Fe(II) hacia el citoplasma (Young et al., 1982; Grusak et al., 1990).

Otro de los puntos de discusión, es la señal que activa los mecanismos de respuesta a la deficiencia de hierro. Las respuestas radiculares, que incrementan la reducción del Fe(III) y la toma de hierro estarían controlados genéticamente (Alcántara et al., 1990; Romera et al., 1991). Mientras Saxena et al. (1990) encontró en plantas de garbanzos que los mecanismos de respuesta parecían estar

controlados por un único gen dominante, Ohwaki et al. (1997) no observaron diferencias en la expresión de genes responsables de la ATPasa, manteniéndose estos constantes entre las plantas de garbanzos con un suministro de hierro adecuado y deficiente. Según los autores la ATPasa, bajo deficiencia férrica podría estar regulada por el nivel post-transcripcional del ARN-m (Figura I.1.1.2.3.A).

Cuando los síntomas de la clorosis férrica aparecen en dicotiledóneas, otra de las respuestas es la formación de protuberancias subapicales. En las plantas de garbanzos crecidas en una disolución deficiente en hierro aparecieron protuberancias a una distancia de 3 a 5 mm detrás del ápice radicular, el tamaño de esas protuberancias era de aproximadamente 1 mm (Ohwaki et al., 1997); estos autores observaron una acumulación de mitocondrias cerca de las paredes celulares (que se caracterizan por un engrosamiento) de las células de transferencia de dichas protuberancias, dichas mitocondrias pueden proporcionar ATP a las ATPasas localizadas en la membrana plasmática (Figura I.1.1.2.3.B).

- Mecanismos de estrategia II.

Las gramíneas son las plantas que utilizan estos mecanismos para atenuar los efectos de la clorosis férrica. La respuesta principal de las gramíneas a la deficiencia de hierro es, como ya dijimos, la liberación de aminoácidos no proteinogénicos denominados *fitosideróforos* (Takagi et al., 1984). En 1972, Takagi observó por primera vez la liberación de fitosideróforos en plantas de arroz deficientes en hierro. Takagi observó que los sistemas radiculares de las plantas de arroz producían sustancias solubilizadoras de hierro.

Tras este descubrimiento, compuestos similares fueron investigados en otras gramíneas: cebada (*Hordeum vulgare* cv Minorimugi (Takemoto et al., 1978), avena (*Avena sativa*) (Fushiya et al., 1980), centeno (*Secale cereare)* (Nomoto et al., 1979), y trigo *(Triticum aestivum)* (Nomoto et al., 1981). Nomoto et al. (1987) observaron este tipo de compuestos en la cebada para cerveza (*Hordeum vulgare* cv distichom). Se identificaron las estructuras químicas de los fitosideróforos para el ácido mugénico (MA) (Takemoto et al., 1978), ácido avénico (AVA) (Fushiya et al., 1980), ácido 3-hidroximugénico (HMA) (Nomoto et al., 1979), 3-epihidroxymugénico (epiHMA) (Nomoto et al., 1981), ácido 2´-desoxymugénico (DMA) (Nomoto et al., 1981) y ácido disticónico (Nomoto, 1987) (Figura I.1.1.2.4).

El valor inicialmente calculado del logaritmo de la constante de estabilidad del quelato Fe(III)-MA (Figura I.1.1.2.5) fue de 18,1 (Takagi et al., 1984), sin embargo este valor era demasiado bajo, ya que entonces los quelatos Fe(III)-MA no serían capaces de competir con los sideróforos microbianos (mucho más estables) de la rizosfera. Una baja constante de estabilidad podría provocar una inducción de la deficiencia de Fe en gramíneas crecidas a pH altos (Mori, 1994). Por lo tanto, Murakami et al. (1989) volvieron a examinar el valor de la constante de estabilidad de los complejos Fe(III)-MA; ellos estimaron que el valor oscilarían entre $10^{32,5}$-$10^{33,3}$. Sin embargo, estos valores también hay que cuestionarlos, ya que según Mori (1994), ^{59}Fe fue transferido del quelato ^{59}Fe(III)-MA a la ferroxamina B (FOB) (log Ks = 30,6), lo que indica que la constante de estabilidad de ^{59}Fe(III)-MA es menor que la del ^{59}Fe(III)-FOB. En cualquier caso, una de las dudas que se plantean es cómo las plantas superan la competición con los sideróforos microbianos, la respuesta según Mori (1994) es que las

plantas deficientes en hierro excretan MA en cantidad molar 1000 veces superior a la concentración tomada por la planta, evitando de esta manera la mayor capacidad complejante de los sideróforos microbianos.

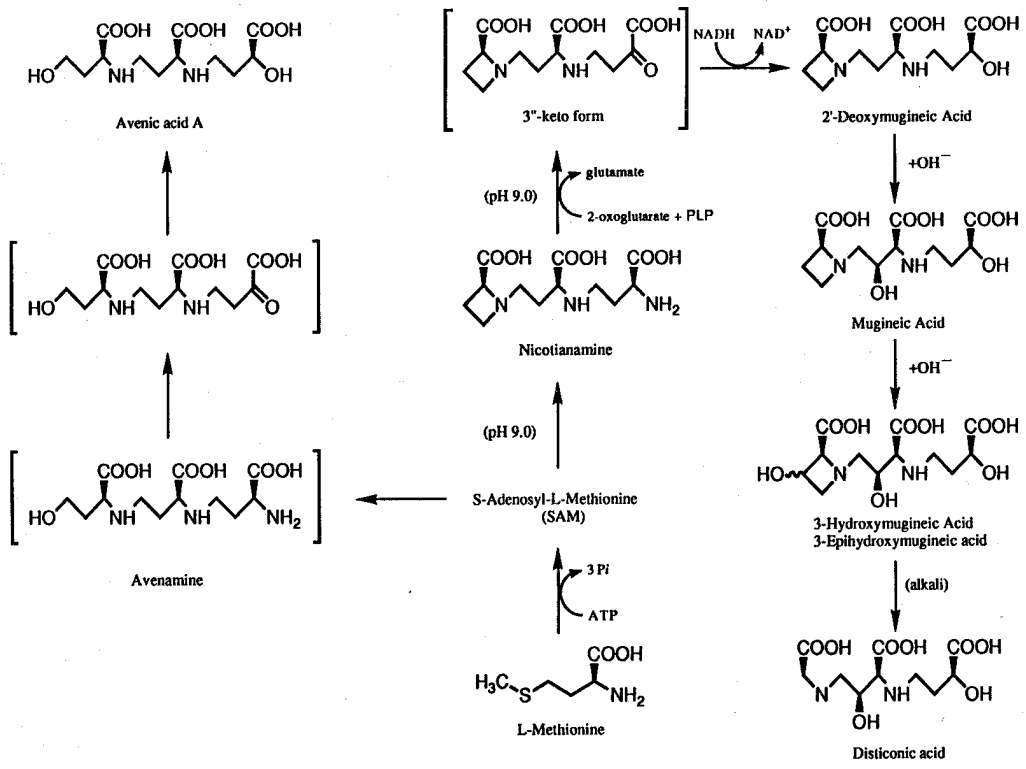


Figura I.1.1.2.4. Biosíntesis del ácido mugénico. (Mori, 1994).

Otro componente de los mecanismo de Estrategia II es la **proteína transportadora** (Figura I.1.1.2.6), que está presente en la membrana plasmática de las células radiculares de las gramíneas (Römheld et al. 1990) y que permite el paso del Fe(III)-MA hacia el citoplasma, esta proteína no está presente en las plantas que desarrollan los mecanismos de Estrategia I. Las características de la

proteína transportadora fueron investigadas por Mihashi et al. (1989) y Mihashi et al. (1991) y los resultados les llevaron a sugerir que el transporte de la Fe(III)-MA dependía del gradiente de los iones H^+ o K^+ producidos por la actividad de la ATPasa y que el lugar activo de la proteína transportadora podía contener grupos sulfhídricos libres.

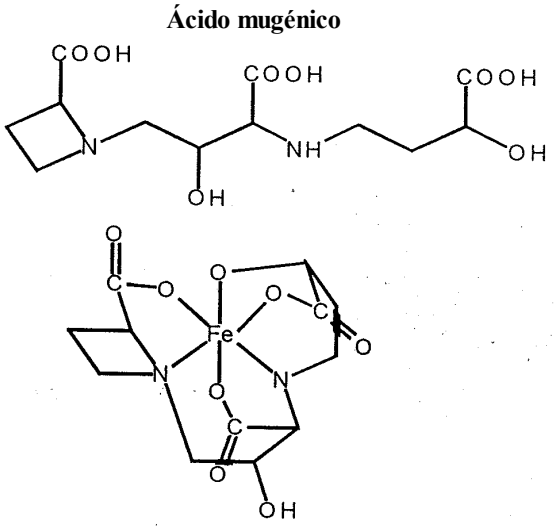


Figura I.1.1.2.5. Estructura de un fitosideróforo: el ácido mugénico, y su correspondiente quelato de Fe(III). (Marschner., 1995).

Con respecto a la **biosíntesis** de los fitosideróforos (Figura I.1.1.2.4 y I.1.1.2.6), Kawai et al. 1987 y Mori et al. (1987) llevaron a cabo separaciones de MAs por HPLC usando un radioanalizador (Mori, 1981) para la detección de ^{14}C en los MAs y sus precursores. La conclusión a la que llegaron fue que la **metionina** era el único precursor del ácido mugénico.

Análisis de los MAs en plantas de cebada deficientes en Fe mostraron MAs en tallos y raíces. En las raíces se localizaron los niveles más altos. MAs fueron también detectados en la savia del xilema, y para el arroz, también en el floema (Mori et al. 1991). En las plantas de maíz deficientes en hierro el lugar de la biosíntesis de los MAs son las puntas radiculares (Mori, 1994).

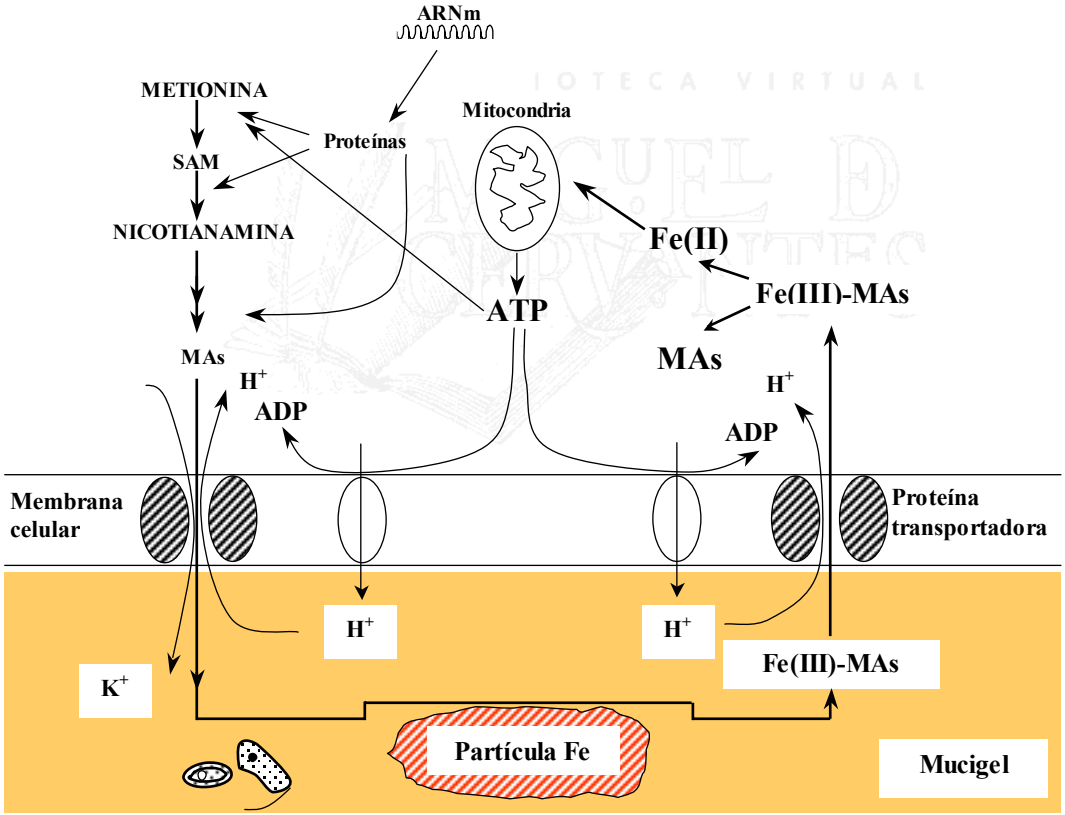


Figura I.1.1.2.6. Representación esquemática de las dinámicas de los fitosideróforos; biosíntesis, secreción, quelación, absorción y degradación.

El paso siguiente para elucidar la biosíntesis de los fitosideróforos sería identificar el intermedio entre la metionina y el ácido 2´-desoxymugenico o ácido avénico. Una revisión de los productos naturales del reino vegetal mostró que la **nicotinamina** (NA)

tenía una estructura muy análoga a la del DMA (Figura I.1.1.2.4) (Mori, 1994). NA fue aislado en *Nicotiana*, y su estructura química fue determinada por Noma et al. (1971). Este compuesto se determinó en 11 especies de Solanáceas (Noma et al. 1976; Budesinsky et al., 1981). Fushiya et al. (1982) identificaron pequeñas cantidades de NA en arroz y centeno. Los resultados llevaron a sugerir que la nicotinamina generalmente existía en dicotiledóneas y monocotiledónea, además el NA puede tener una íntima relación con el metabolismo de MAs en monocotiledóneas.

BIBLIOTECA VIRTUAL

El mecanismo de síntesis de los fitosideróforos está bajo un control estrictamente genético (Figura I.1.1.2.4) y los cromosomas responsables de la regulación, por ejemplo, de la transformación del ácido 2´-deoximugénico hacia ácido mugénico ya han sido identificados (Mori et al., 1989).

Nos referiremos por último a la solubilización del Fe por fitosideróforos en suelos calizos. La capacidad solubilizadora de MA (0,1 a 5 μmol/g suelo) fue medida por Takagi (1991) en dos suelos calizos (uno de Utah y otro de Nuevo México). De los tres compuestos usados, DTPA (ácido dietilenetriaminapentacético), DFOB (deferrioxamina) y MA, el ácido mugénico mostró la mayor capacidad solubilizadora de Fe en los dos suelos.

Las contribuciones de los sideróforos microbianos a la adquisición y translocación de Fe por las gramíneas depende de las condiciones de cultivo (Crowley et al., 1992). Sin embargo, los principales compuestos que solubilizan Fe en la rizosfera de las gramíneas son los MAs. Ya hemos mencionado que los sideróforos

forman complejos más estables con el Fe^{3+} que los fitosideróforos, por lo tanto un incremento de los sideróforos microbianos puede provocar una deficiencia acusada del hierro en la planta. Además, los MAs están sometidos a la degradación microbiana en la rizosfera (Watanabe et al., 1989).

Como resumen, podemos decir que la cantidad de MAs en las raíces va a depender de tres factores (Mori et al., 1988):

- De las condiciones en las que el cultivo se desarrolla.
- De los nutrientes presentes en el suelo.
- De la especies cultivada.

Antes de finalizar, señalar que todos los mecanismos que desarrollan las plantas de Estrategia I y Estrategia II son desactivados cuando el nivel de Fe en la planta vuelve a alcanzar niveles normales (Marschner, 1995).

I.1.2. Corrección de la clorosis férrica.

La deficiencia de hierro afecta al rendimiento y calidad de muchas especies. Las pérdidas económicas son difíciles de cifrar teniendo en cuenta que es un problema extendido en todo el mundo. Abarca desde los suelos del norte de China, al sur de Estados Unidos, pasando por todos los países del mar Mediterráneo.

Durante más de 50 años, muchas investigaciones han pretendido determinar los métodos más eficaces y económicos para corregir la clorosis férrica. Muchas fuentes de hierro y métodos de

aplicación han sido probados durante estos años, sin embargo todavía no se ha encontrado la tecnología que sea completamente efectiva. La Tabla I.1.2.1 recoge las principales fuentes de hierro usadas como fertilizantes. Hagstrom (1984) clasificó los **materiales** para la corrección de la clorosis férrica:

1. **Compuestos inorgánicos de hierro.**
2. **Quelatos de hierro sintéticos.**
3. **Compuestos orgánicos.**
4. **Enmiendas acidificantes del suelo.**
5. **Subproductos industriales y basuras.**

Tabla I.1.2.1. Fuentes de hierro usadas como fertilizantes.

FUENTE	FÓRMULA	% Fe
Sulfato ferroso	$FeSO_4.7H_2O$	20
Sulfato férrico	$Fe_2(SO_4)_3.4H_2O$	23
Sulfato ferroso amónico	$FeSO_4(NH_4)_2SO_4.6H_2O$	14
Quelatos de hierro	FeEDTA	5-14
	FeHEDTA	5-12
	FeDTPA	10
	FeEDDHA	6
	FeEDDHMA	6
Lignosulfatos de hierro		4-8
Fenoles (Fe)		6-10
Poliflavonoides (Fe)		9-11

Mortvedt (1991) clasificó a los fertilizantes utilizados para corregir las deficiencias según la **forma de aplicación**:

1. Aplicaciones al suelo.
2. Aplicaciones foliares.
3. Inyecciones directas al tronco.
4. Tratamientos de semillas.

I.1.2.1. Materiales utilizados en la corrección de la clorosis férrica.

- Compuestos inorgánicos de hierro.

Según Mortvetd (1991) la fuente inorgánica más común para combatir la clorosis es el $FeSO_4$. Para que las aplicaciones al suelo de hierro inorgánico sean eficaces es necesario aplicar grandes cantidades. Así, para lograr los máximos rendimientos en sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench.) es necesario aplicar entre 560 kg/ha (Mathers, 1970) y 200 kg/ha (Kannan, 1984). Las fuentes de hierro inorgánicas son transformadas de manera rápida a formas no asimilables por la planta, sobre todo en suelos calizos. Las aplicaciones de Fe a banda son más eficaces que las aplicaciones a toda la superficie ya que el contacto fertilizante-suelo está más limitado con la aplicación a banda (Mortvedt, 1986). Para evitar esta conversión, se usan algunos métodos en los que se aplica H_2SO_4 al suelo, $FeSO_4$ con residuos orgánicos y/o fertilizantes tipo ácido.

- Materia orgánica.

La aplicación al suelo de residuos orgánicos enriquecidos con Fe ha sido evaluada como una medida de corrección de la clorosis para muchas especies vegetales. Mostaghimi et al (1988) pulverizó $FeSO_4$ sobre numerosas especies vegetales las cuales posteriormente fueron

cosechadas y secadas. La siguiente primavera estos materiales vegetales enriquecidos en Fe fueron incorporados a suelos con deficiencia férrica en proporciones de 29 Tm/ha de forma previa al momento de plantación. La clorosis férrica disminuyó, especialmente con la aplicación de residuos de *Helianthus annus* L. y *Amaranthus hybridus* L. enriquecidos en Fe, lo que sugirió a los autores que estas especies podrían ser usadas como portadores de hierro en suelos calizos. Parsa et al. (1979) encontraron que residuos orgánicos de algunas especies vegetales aplicados al suelo fueron eficaces para suministrar Fe a plantas de sorgo cuando se aplicaban 30 Tm/ha.

La incorporación de materiales de turba en suelos muy calizos fue altamente eficaz para corregir la clorosis de hierro en algodón (*Gossypium hirsutum* L.), La adición de lignito enriquecido con hierro fue tan efectiva como la aplicación de turba enriquecida en hierro o FeEDDHA en cacahuetes (*Arachis hypogea* L.) en un suelo de similares características (Chen et al., 1983).

Parsa and Wallace (1979) encontraron que la aplicación de altos niveles de lodos de depuradora y estiércol (30 Tm/ha) podrían corregir la clorosis inducida por carbonatos en sorgo.

Según Wallace (1991) existen tres procedimientos mediante los cuales los materiales orgánicos pueden contribuir a prevenir o corregir la clorosis férrica:

1. Consideremos la posibilidad quelante de la materia orgánica. El hierro como $FeSO_4$ puede ser añadido al material orgánico, formándose quelatos férricos lo suficiente estables para

mantener el hierro en disolución. En sus estudios la materia orgánica enriquecida con Fe disminuyó los efectos de la clorosis férrica, sin embargo la aplicación del mismo material orgánico sin hierro incrementó los efectos de la clorosis inducida por carbonatos.

2. Los compuestos orgánicos pueden actuar como un transportador de Fe, manteniéndolo en una forma intercambiable. Las raíces crecen libremente hacia la matriz orgánica donde absorben el Fe necesario (Chen et al., 1982; Horesh et al., 1986).
3. La materia orgánica tiene carácter acidificante, lo que facilita la solubilización del Fe (Wallace, 1988). Para evitar la inactivación de las formas de hierro en suelos con altos contenidos de bicarbonato, la materia orgánica tiene que ser aplicada en grandes cantidades.

- Enmiendas acidificantes del suelo.

La aplicación de ácidos minerales puede ser un procedimiento eficaz para prevenir o corregir la clorosis inducida por caliza en cultivos desarrollados en riego por goteo. Janjic et al. (1987) corrigieron la clorosis en perales con una mezcla de HNO_3, H_3PO_4, KCl, y H_2SO_4 aplicados con sistemas de riego por goteo.

Los fertilizantes tipo ácido son productos comerciales relativamente nuevos que se obtienen mezclando soluciones de urea con H_3PO_4 y/o H_2SO_4. Los productos resultantes tienen distintas propiedades de los componentes por separado. Por ejemplo, la urea-H_2SO_4 (US) no es tan corrosivo como el H_2SO_4 sólo. Debido a su alta

acidez, estos fertilizantes pueden solubilizar o transportar micronutrientes del suelo (Mortvedt, 1991).

El uso de US o urea-H_3PO_4 (UP) en riego por goteo ha mostrado que solubiliza P, Fe y Mn en suelos calizos. Altas concentraciones de Fe y Mn en tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) fueron encontradas cuando se aplicó US, aunque los rendimientos en materia seca no se vieron incrementados (Mikkelsen et al., 1987). Estos autores concluyeron que la aplicación de US en riego por goteo puede ser beneficioso en aquellos suelos donde tiene lugar deficiencias de Fe y Mn.

- Quelatos de hierro sintéticos.

El uso de los quelatos de hierro se ha extendido a todas las partes del mundo donde tiene lugar la clorosis férrica. Su aplicación en España comenzó a mediados del siglo pasado con Carpena et al. (1957). El agente quelante de uso más común para la obtención de quelatos es el EDTA. Sin embargo en el caso concreto del FeEDTA, sólo es estable en condiciones ácidas, por lo que fue necesario diseñar nuevos quelatos de hierro con diferentes ligandos que permitieran su uso en condiciones neutras o alcalinas; por lo general se trata de ácidos poliaminocarboxílicos:

EDTA $\Rightarrow$ Ácido etilendiaminotetraacético.
DTPA $\Rightarrow$ Ácido etilentriaminopentaacético.
EDDHA $\Rightarrow$ Ácido etilendiamino-di-(o-hidroxifenilacético).
EDDHMA $\Rightarrow$ Ácido etilendiamino-di-(o-hidroxi-p-metilfenilacético).

El FeDTPA y el FeHEDTA son estables tanto en condiciones ácidas como neutras, mientras que el FeEDDHA y el FeEDDHMA son estables en condiciones ácidas, neutras y alcalinas (Figura I.1.2.1.1).

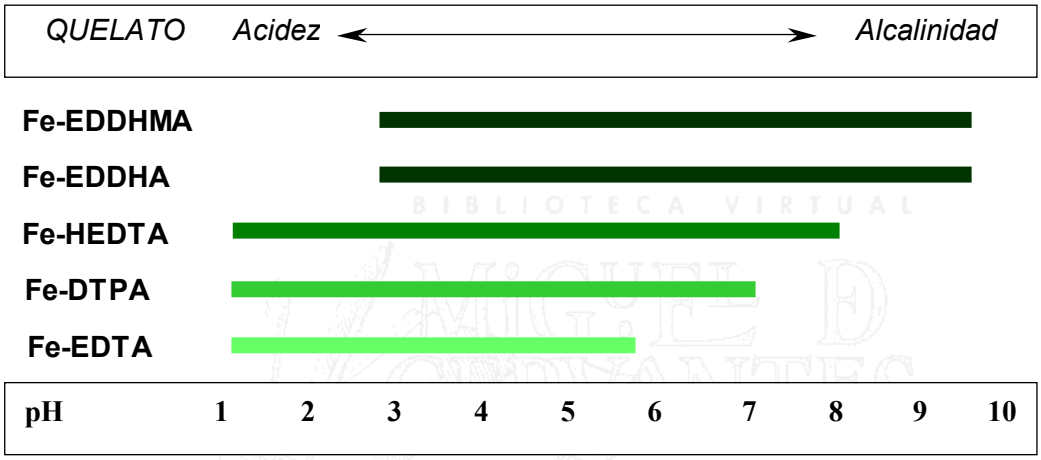


Figura I.1.2.1.1. Rangos de pH en los que los quelatos de hierro son estables (Wreesmann et al., 1998).

Las constantes de estabilidad (log K) de los quelatos que se forman entre el Fe y los agentes quelantes son según Lindsay et al., 1982 y Ahrland et al., 1990: 26,5 (Fe-EDTA), 29,2 (Fe-DTPA), 35,3 (Fe-HEDTA), 37,9 (Fe-EDDHA) y 37,9 (Fe-EDDHMA). Lindsay et al. (1982) aplicaron FeEDDHA, FeDTPA y FeEDTA en sorgo cultivado en suelos calizos; la deficiencia del hierro en el suelo disminuyó en este orden FeEDDHA > FeDTPA > FeEDTA. Estos resultados probaron la disponibilidad de Fe basada en la estabilidad de estos quelatos, disminuyendo la eficacia conforme disminuye el log K de los quelatos.

El quelato sintético FeEDDHA ha sido el quelato de hierro más eficaz para la corrección de la clorosis inducida por carbonatos durante

más de 30 años (Wallace, 1983). Sin embargo, uno de sus mayores problemas es su excesivo costo para un uso general. Reed et al., (1988) mostró que la aplicación al suelo de FeEDDHMA fue, al menos, tan eficaz como la aplicación de FeEDDHA en melocotoneros (*Prunis persica* L.), mientras que la aplicación de $FeSO_4$ y citrato de hierro no fue eficaz en la corrección de la clorosis (Tabla I.1.2.1.1).

Tabla I.1.2.1.1. Respuesta de los melocotoneros a la aplicación de hierro de diferentes fuentes. (Reed et al.(1988)).

Fuente de Fe	Fe aplicado (g/árbol)	Fe foliar (mg/kg)	Clorofila (μg/cm)
-	-	58	12,0
$FeSO_4$	45,4	60	11,3
Fe citrato-$(NH_4)_2SO_4$	11,6	51	7,3
Fe citrato-urea-NH_4NO_3	11,6	43	10,3
FeEDDHA	**6,8**	**75**	**34,8**
FeEDDHMA	**6,8**	**65**	**30,3**

I.1.2.2. Forma de aplicación de los materiales usados en la corrección de la clorosis férrica.

- Aplicaciones foliares.

Algunos autores como Mortvedt (1991) defiende que la aplicación foliar de los correctores de la clorosis férrica es más eficaz que su aplicación al suelo. Sánchez-Andreu et al. (1989) afirman que los quelatos de hierro vía foliar presentan ciertas características que los hacen atractivos a la hora de prevenir las deficiencias de

micronutrientes. Cuesta et al. (1993) obtuvieron resultados satisfactorios en la corrección de ciertas deficiencias, entre ellas de hierro, cuando cepas de vid cv Aledo eran tratadas vía foliar con quelatos Férricos, descartando además un efecto residual de las adiciones anteriores tras un año sin aplicaciones. Pulverizaciones foliares de $FeSO_4$ o $Fe(NO_3)_2$ corrigieron la clorosis en árboles de mango con la inclusión de un surfactante (Kadman et al., 1984). Según Raese et al. (1986) encontró que las pulverizaciones de ciertos lignosulfatos a perales disminuían los efectos de la deficiencia de hierro durante la estación en la que eran aplicados. Reed et al. (1988) encontraron limitadas mejorías en la clorosis férrica de melocotoneros y uva cuando eran pulverizadas con citrato férrico + NH_4NO_3, $FeSO_4$ y FeDTPA.

- Inyección directa al tronco.

La inyección de soluciones de hierro al tronco de árboles cloróticos también ha sido probada con distinto éxito. Rease et al. (1986) encontraron que la inyección de 1% de $FeSO_4$ en manzanos y perales corrigió la clorosis durante 3 o 4 años. Wallace (1991) recomienda que la inyección en el tronco puede ser considerada como un procedimiento de emergencia seguida de tratamientos al suelo de materiales acidificantes.

- Tratamientos de semillas.

Los tratamientos de semillas pueden ser únicamente rentables económicamente cuando son usados en las variedades más tolerantes a la clorosis férrica. A esta conclusión llegaron Karshosh et al (1988)

cuando aplicaron FeEDDHA en 6 genotipos diferentes de soja en una concentración de 10 g/kg de semilla que fue posteriormente plantada en suelos calizos; se observó que los tratamientos no conseguían corregir la clorosis férrica ni incrementar los rendimientos en las tres variedades más sensibles al hierro, mientras que en las variedades más tolerantes los rendimientos de las cosechas sí fueron significativamente superiores.

- Intercultivos.

BIBLIOTECA VIRTUAL

En determinadas zonas (sobre todo de Asia y Sudamérica) es inviable económicamente la aplicación de fertilizantes, ya se apliquen foliarmente o al suelo. En estos casos se intentan buscar soluciones alternativas que en algunas ocasiones ofrecen mejores resultados que los propios fertilizantes. Una de estas soluciones es cultivar conjuntamente dos especies que responden de distinta manera a la clorosis férrica. Por lo general, se utiliza un especie vegetal de estrategia II, que se caracteriza por una mayor eficacia en la adquisición de hierro, que se cultivará junto a un especie de estrategia I que suele acusar de manera más intensa los efectos de la clorosis. Zuo et al. (2000) obtuvieron que intercalando plantas de maíz (estrategia II) con plantas de cacahuete (estrategia I), éstas mejoraron la nutrición férrica y el contenido de clorofila. Los autores sugirieron que esta mejora era causada por las interacciones en la rizosfera entre las plantas de cacahuete y las de maíz. Römheld et al. (1987) observaron que las plantas de sorgo (estrategia II) tomaban el Fe y lo utilizaban de manera más eficaz cuando se cultivaba mezclado con la cebada (estrategia II). Khalil et al. (1997) encontraron una mayor disponibilidad

de hierro en dos suelos calizos así como en las concentraciones foliares de Fe en guayaba intercultivada con sorgo y maíz.

De todos los materiales destinados a combatir la clorosis férrica, los más utilizados son los quelato de hierro sintéticos y entre ellos es el FeEDDHA al que se recurre en la mayoría de las ocasiones. La forma de aplicación suele ser al suelo, disolviéndolo previamente en el agua de riego.

BIBLIOTECA VIRTUAL

I.1.2.3. Eficacia de los quelatos de hierro.

La eficacia de un quelato férrico desde el punto de vista agrícola es directamente proporcional a su capacidad para mantener hierro en forma disponible para la planta, en cantidad y durante el tiempo necesario para que ésta lo tome. La diferencia entre la eficacia de los distintos quelatos férricos para corregir la clorosis depende de factores como la estabilidad del propio quelato, las condiciones del medio, la reactividad con los materiales edáficos, pero también de las características de la planta.

Aunque el mecanismo de toma no se conoce todavía con certeza, existen numerosas hipótesis. La primera de ellas considera que los protones liberados por las raíces de las plantas sometidas a estrés férrico, serían responsables de la ruptura del quelato. Una vez libre, el Fe(III), sería reducido por los reductores del medio que supuestamente han sido excretados por las raíces, de esta manera el quelante queda en el medio radicular (Jordá, 1990).

La segunda hipótesis afirma que el quelante se enlaza primero a un centro activo sobre o en el interior de la raíz, probablemente una membrana. El Fe(III) es entonces reducido por vía enzimática. El quelato se rompe y el Fe(II) es transportado a través de las membrana, mientras el agente quelante queda en el interior. En ocasiones este también es absorbido (Jordá, 1990). En el mecanismo propuesto por Lindsay et al. (1982) (Figura I.1.2.3.1) el Fe(III) es reducido por la raíz a Fe(II), mediante la acción de la *Turbo Fe(III)-quelato reductasa*. El aceptor de electrones de *Turbo Fe(III)-quelato reductasa* es el quelato férrico y no el Fe(III) (Moog et al., 1994). La reducción de Fe(III) a Fe(II) produce una desestabilización del quelato de Fe que da lugar a una disociación, liberándose por una parte el agente quelante (L) y por otra el Fe(II), que es absorbido por la raíz.

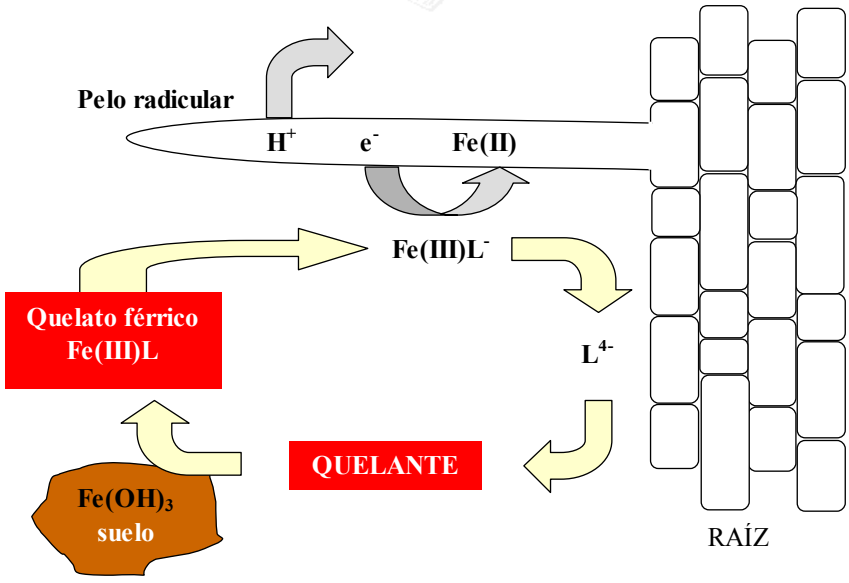


Figura I.1.2.3.1. Toma de Hierro por las plantas aportado por quelatos férricos (Lindsay et al., 1982).

Los principales factores que van a influir en la capacidad para mantener el hierro de los quelatos en forma disponible se pueden resumir en los siguientes:

1. Estabilidad del quelato férrico.
2. Reactividad del quelato férrico con los componentes del suelo.
3. La capacidad de las plantas para tomar el hierro aportado por el quelato.

BIBLIOTECA VIRTUAL

- Estabilidad de los quelatos de hierro.

Ya hemos mencionado en más de una ocasión al referirnos a los quelatos de hierro, que el agente quelante más común es el EDDHA, debido a su estabilidad y a que se mantiene activo a pH alcalinos, neutros o ácidos (Figura I.1.2.1.1). La estructura del FeEDDHA, más concretamente la presencia en la molécula del grupo fenolato con el hidroxilo en *orto* respecto de la cadena de carácter aminocarboxílico (o-EDDHA) (Figura I.1.2.3.2), determina la estabilidad de este quelato férrico a pH elevados y en presencia de numerosos iones interferentes. Este hecho confiere al Fe(III)-EDDHA una eficacia para mantener el hierro en disolución en suelos calizos, muy superior al resto de los agentes quelantes derivados de los ácidos poliaminocarboxílicos como EDTA, DTPA o HEDTA que no presentan en su estructura el grupo fenolato.

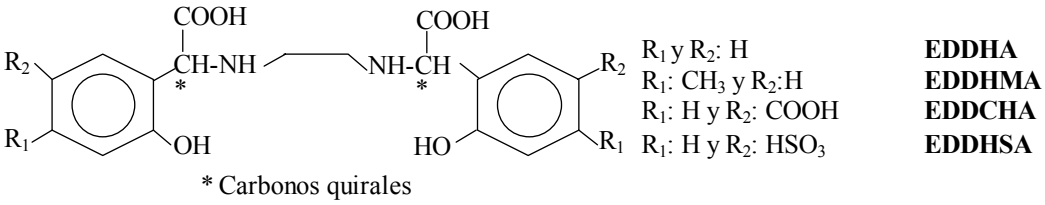


Figura I.1.2.3.2. Estructura de las moléculas de EDDHA, EDDHMA, EDDCHA y EDDHSA.

Si nos referimos a los quelatos férricos FeEDDHA comercializados como fertilizantes, Dawson et al., 1992 encontraron que generalmente éstos son mezclas del **o-EDDHA** (con los dos hidroxilos en posición *orto* respecto a la cadena aminocarboxílica), del **p-EDDHA** (con los dos hidroxilos en posición *para* respecto a la cadena aminocarboxílica) y del **o-p-EDDHA** (con un hidroxilo en posición *orto* y el otro en *para* respecto a la cadena aminocarboxílica) (Figura I.1.2.3.3). El resultado es que la capacidad complejante disminuye ya que los complejos de Fe(III) con p-EDDHA y o-p-EDDHA presentan una baja estabilidad, debido a que los dos grupos fenólicos de la molécula en los complejos p-EDDHA y uno de ellos en los complejos o-p-EDDHA están situados de manera que no pueden unirse al átomo de Fe(III), de forma que este ión ya no está coordinado con 6 enlaces a la molécula orgánica y es accesible al ataque de oxidantes o a la precipitación del Fe en forma de hidróxidos (Hernández-Apaolaza et al., 1997). Estos mismos autores afirman que esta mezcla de isómeros o-EDDHA, p-EDDHA y o-p-EDDHA en las formulaciones comerciales se debe a un cambio en la síntesis del EDDHA, utilizándose ahora la síntesis propuesta por Dexter (1958) y modificada por Petree et al. (1978) y en la que no aparece un producto puro, esta síntesis, sin embargo, ya no utiliza HCN y el número de manipulaciones para obtener el EDDHA es menor.

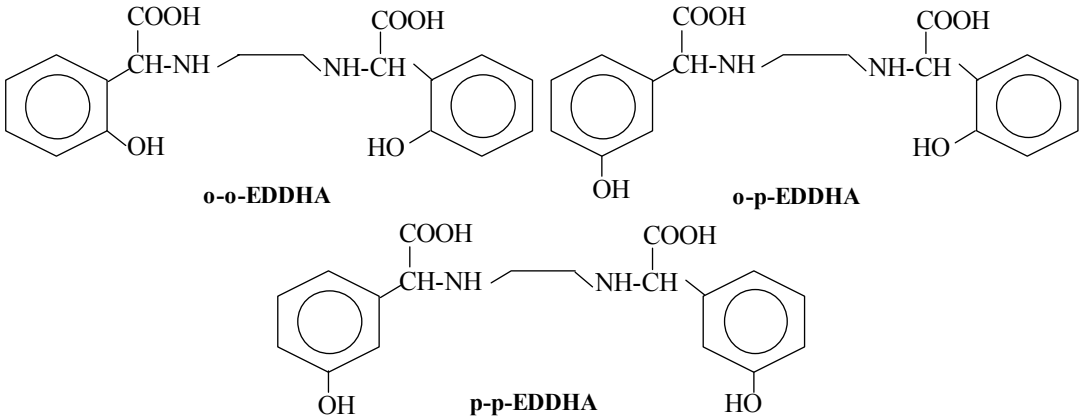


Figura I.1.2.3.3. Isómeros EDDHA obtenidos por la síntesis de Dexter (1958).

Si estudiamos los isómeros geométricos del complejo de hierro (III) formado con el EDDHA (Figura I.1.2.3.4.) observamos como el Fe(III) se coordina octaédricamente con el EDDHA, que actúa como un ligando hexadentado, obteniéndose un compuesto con estructura de anillo que protege como ya hemos dicho al Fe de su precipitación y ataque de los oxidantes.

El isómero *meso* Fe-EDDHA sólo tiene una disposición espacial, posee un grupo fenólico en posición ecuatorial con respecto al plano formado por el Fe y los dos N; el otro grupo fenólico está en posición axial.

La mezcla *racémica* Fe-EDDHA puede presentar dos disposiciones espaciales, una tendría los dos grupos fenólicos en posiciones ecuatoriales y la otra en posiciones axiales. Aunque las dos disposiciones se encuentran en equilibrio, la de mayor importancia es la que posee los dos fenoles en posición ecuatorial, ya que la presencia

de ambos anillos de 6 miembros en posiciones ecuatoriales, parece ser más estable que la que posee los tres anillos de 5 miembros en el plano ecuatorial (Bernauer, 1976). Bailey et al. (1981) confirmó la hipótesis de que la disposición axial contribuye en menos de un 0,5% a la totalidad de la disposición *racémica*.

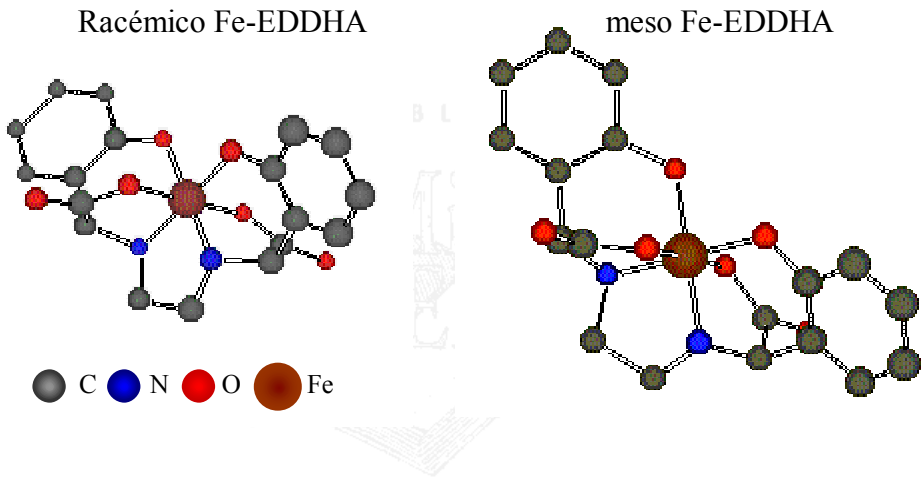


Figura I.1.2.3.4. Isómeros racémicos y meso del Fe(III)-EDDHA (www.soils.wsic.edu/~barak/images/chelate.htm).

En los productos comerciales, el 50% del Fe-EDDHA total debe corresponder al isómero *meso* Fe-EDDHA y el 50% restante al *racémico* Fe-EDDHA.

El ligando EDDHA se une al Fe(III) en una relación molar 1:1 (ligando:Fe), formando un ión con una carga negativa que es compensada normalmente por K^+ o Na^+ (Dexter, 1958).

Veamos a continuación brevemente los factores que a afectan a la estabilidad de los quelatos de hierro (III) en disolución:

- El tipo de ligando e ión metálico. Factores como la resonancia, el tamaño del anillo, factores estéricos y cambios de basicidad son dependientes del agente quelante y principalmente del átomo donador. Los anillos de 5 o 6 átomos son los más estables y los que predominan en los quelatos férricos. Los quelatos de Fe(III) aumentan su estabilidad al aumentar el número de átomos donadores disponibles para coordinarse en un disposición octaédrica con el Fe(III). La estabilidad de quelatos férricos de ligandos hexadentados se incrementa con el número de grupos fenólicos disponibles en la coordinación (Álvarez, 2000).

- Condiciones del medio. Factores como temperatura, fuerza iónica, pH, presión parcial de CO_2, potencial redox y presencia de otros iones afectan también a la estabilidad del quelato en disolución.

  - **Temperatura y fuerza iónica**. La temperatura puede afectar en condiciones de campo, considerando que un aumento de la temperatura disminuye el valor de la constante de formación del quelato. Al igual que el pH sufre cambios bruscos en la disolución de un sistema de fertirrigación, la concentración salina también varía considerablemente afectando a la estabilidad de los quelatos férricos.
  - **Potencial redox**. Los quelatos férricos aunquen pueden verse afectados por el potencial redox, en condiciones normales del medio (buena aireación), la forma oxidada del hierro (Fe^{3+}) es la predominante.
  - **Presión parcial de CO_2.** En los suelos calizos, el Ca^{2+} presente en altas concentraciones va a competir con el Fe^{3+} por el agente

quelante. En estos suelos la actividad del Ca^{2+} en la disolución del suelo está gobernada por la solubilidad de la caliza que a su vez está controlada por el pH y la presión parcial de CO_2. Lucena et al. (1987) propone la siguiente reacción que muestra el efecto de la presión parcial de CO_2 sobre la estabilidad de los quelatos férricos en suelos calizos:

$$6H_2O + FeL^- + CaCO_3 \Leftrightarrow Fe(OH)_3 + CaL^{2-} + CO_2 + H^+$$

Un incremento en la presión parcial de CO_2 en los suelos calizos que va acompañado por un aumento en la concentración de H^+, aumenta la fracción molar del agente quelante que compleja al Fe, al desplazar la reacción hacia la derecha.

- **pH.** Uno de los factores que afecta a la estabilidad de los quelatos férricos, es el pH del medio. En la Figura I.1.2.1.1 recogíamos los pH en los que los quelatos férricos eran estables dependiendo del agente quelante, siendo el Fe-EDDHA y Fe-EDDHMA los más estables en un amplio intervalo de pH. Este factor es especialmente importante cuando se emplean los quelatos de hierro en fertirrigación, ya que en este sistema de cultivos se producen cambios bruscos del pH del medio, pudiendo dar lugar a la descomposición y formación de los quelatos (Gárate et al.,1991, Bermúdez et al., 1999).
- **Presencia de otros iones en disolución.** En los suelos calizos ha de considerarse la posible sustitución del Fe quelado por el Ca presente en la disolución, sobre todo para aquellos agentes quelantes que formen complejos estables con el último. Zinc y cobre son otros competidores importantes del Fe. Por tanto, no sólo debemos considerar únicamente la constante de estabilidad

del quelato férrico sino también la constantes de formación de los quelatos que puede formar el agente quelante con los demás iones presentes en la disolución del suelo (Tabla I.1.2.3.1), así como las concentraciones relativas de estos iones (Lucena, 1986).

Tabla I.1.2.3.1. Constantes de formación de quelatos EDDHA con varios metales (Norvell, 1991). (M = metal).

Equilibrio	**Log Constante de formación**					
	Ca	**Mg**	**Fe^{3+}**	**Cu^{2+}**	**Ni**	**Zn**
M + EDDHA<==>**M**EDDHA	**8,2**	**9,0**	**35,4**	**25,0**	**20,7**	**17,8**
M + EDDHA + H <==>**MH**EDDHA	**17,7**	**18,2**		**33,2**	**28,5**	**25,8**
M + EDDHA + 2H <==>**MH_2**EDDHA	**25,1**	**26,3**		**38,4**	**34,8**	**32,7**

La presencia de cantidades elevadas de Cu, Mn y Zn y concentraciones bajas de FeEDDHA origina la formación de quelatos de esos micronutrientes con el EDDHA, pudiendo llegar a provocar clorosis férrica en los cultivos, sobre todo si la cantidad de Cu es importante (Tong et al., 1986). Bermúdez et al. (1999) concluyen que el P y Cu principalmente, pueden alterar los quelatos férricos FeEDDHA y FeEDDHMA a las concentraciones usadas en fertirrigación.

- Degradación del quelato de hierro.

La degradación de los quelatos férricos ocurre por dos vías, la biodegradación debida a la actividad microbiana del suelo y la fotodegradación producida por la acción de la luz.

La degradación afecta fundamentalmente a la parte orgánica de la molécula (ligando) y sobre todo cuando el quelato está en disolución; autores como Lahav et al (1975) y Hernández-Apaolaza (1997) no han encontrados pérdidas de FeEDDHA en preparaciones comerciales sólidas después de 25 años. Underwood (1958 y 1959) observó que una disolución de FeEDDHA a temperatura ambiente y en oscuridad permanecía inalterada durante 3 meses.

Según Norvell (1991) la biodegradación depende de factores como la concentración y resistencia del agente quelante a ser degradado, los metales a los que se encuentra asociado, la población microbiana presente y otros como la temperatura, aireación, etc., que influyen en la actividad de los microorganismos. La presencia de los quelatos de hierro en la disolución del suelo durante varias semanas, hace pensar que la biodegradación del EDTA, HEDTA, DTPA o EDDHA no es particularmente rápida (Hill-Cottingham et al., 1957, 1958; Norvell et al., 1969).

Los ligandos orgánicos de estos quelatos son susceptibles a la fotodegradación cuando se unen al hierro (III) y a otros metales (Adamson et al., 1968). Aunque la degradación no sea importante en suelos, sí puede ser muy importante en disoluciones nutritivas, en los contenedores de las disoluciones para fertirrigación.

- Reactividad de los quelatos de hierro con los componentes del suelo.

Los quelatos de hierro sufren en el suelo reacciones de adsorción que modifican su efectividad. Estas reacciones de adsorción tienen lugar simultáneamente con las del desplazamiento del Fe por los otros metales del suelo. Cuanto menor sea la velocidad de esta reacción mayor es la eficacia de un quelato (Mortvedt, 1986). La adsorción se considera una reacción rápida en la cual el quelato de Fe se distribuye entre la fase líquida y la superficie de la fase sólida (Lahav et al., 1975), cuya cinética va estar influida por el agente quelante, tiempo de interacción quelato-suelo, pH, textura y tipo de suelo o sustrato (Norvell, 1991).

En 1997, Hernández-Apaolaza realizó un extenso estudio de interacción de diferentes quelatos férricos con diferentes componentes del suelo, las conclusiones fueron que la materia orgánica, las arcillas y los óxidos de hierro (ferrihidrita) intervienen de forma considerable en la adsorción de quelatos férricos FeEDDHA y FeEDDHMA en suelos. A estas conclusiones habría que añadir las interacciones quelato de hierro – carbonato cálcico.

1. Reactividad de los quelatos de hierro con el carbonato cálcico.

La magnitud de estas reacciones de fijación de los quelatos sobre los suelos calizos depende de la concentración y granulometría del $CaCO_3$, siendo las fracciones más finas (caliza activa) las principales responsables de estas reacciones.

Ruiz et al. (1982) señalaron retenciones del FeEDDHA de hasta el 83% en un suelo con sólo el 0,9% de $CaCO_3$. Los autores observaron que las diferencias en la retención eran sobre todo debidas

a la cantidad de quelato añadido. Sánchez-Andreu et al. (1991) comprobaron que la adsorción de FeEDTA y FeEDDHA ,sobre suelos con contenidos en carbonato cálcico entre 40-60%, oscilaba también en función de la cantidad de quelato adicionado al suelo, siendo más retenido el FeEDDHA a concentraciones altas. Jordá et al (1987) estudiaron la retención de un quelato férrico comercial (Sequestrene) en suelos con alrededor del 40% de $CaCO_3$, proponiendo que el mecanismo de dicha retención consiste en la adsorción del quelato sobre la superficie del carbonato cálcico.

BIBLIOTECA VIRTUAL

2. Reactividad de los quelatos de hierro con los silicatos.

Las características principales de los silicatos son su capacidad de intercambio de iones y su gran superficie específica. Norvell (1991) discute la capacidad de adsorción de los quelatos férricos sobre los silicatos, dado que ambos normalmente están cargados negativamente. Sin embargo, sí podemos encontrar en la bibliografía referencias sobre la retención de los quelatos de hierro por los silicatos.

Wallace et al. (1983) plantean tres posibles vías de retención de los quelatos por los silicatos.

I. El quelato, aunque con carga negativa neta, puede comportarse como un dipolo en el que la parte positiva sería atraída por los coloides de arcilla cargados negativamente.

II. El quelato puede sufrir una hidrólisis parcial, con los grupos $-O^-$ de los silicatos participando en la coordinación del metal.

III. Un metal situado en el borde de una partícula de suelo, sustituye al hierro quelado.

Según Wallace et al. (1956) los quelatos fijados a los silicatos a través del eslabón Fe-O-silicato, no están disponibles para las plantas y no son apreciablemente desplazados por lixiviación salina o por electrodiálisis. Los estudios realizados por Hernández-Apaolaza (1997) determinaron que la motomorillonita-Ca retiene en mayor medida el quelato FeEDDHA que el FeEDDHMA.

BIBLIOTECA VIRTUAL

3. Reactividad de los quelatos de hierro con los óxidos e hidróxidos.

Existe una gran variedad de óxidos y hidróxidos en el suelo, desde los que se hallan bien cristalizados hasta los amorfos. La capacidad de adsorción de los compuestos cristalinos es poco importante en el caso de las bases débiles; para los ácidos débiles, por el contrario, los óxidos e hidróxidos de hierro y aluminio pueden presentar propiedades de adsorción apreciables. Los óxidos e hidróxidos amorfos libres de hierro y aluminio pueden presentar cargas positivas debido a los agrupamientos del tipo $–Al(OH)^+$ y $–Fe(OH)^+$ que dan lugar a la adsorción de iones.

Los óxidos férricos son uno de los componentes del suelo que reaccionan en mayor medida con los quelatos férricos (Álvarez-Fernández, 1995; Hernández-Apaolaza, 1997). La adsorción de los ligandos aniónicos EDTA, DTPA, HEDTA, CDTA y NTA por la hematita disminuye gradualmente a medida que aumenta el pH (Chang et al., 1983). Los agentes quelantes reaccionan con los óxidos de hierro

principalmente a través de los grupos Fe-OH y Fe-OH_2 superficiales (Vempati et al., 1988).

Dado que los quelatos de hierro son normalmente aniónicos, existen dos posibilidades de adsorción:

I. El óxido puede adsorber completamente el quelato, con lo que disminuye su eficacia.

II. Una vez tomado el Fe por la planta, el agente quelante queda liberado y puede ser adsorbido por el óxido, pudiendo tener lugar la disolución del mismo con la consecuente formación de un quelato metálico. En el caso concreto de que el óxido fuera de Fe(III), se formaría el quelato férrico y de esta forma el quelato actuaría como un transportador de hierro desde sus formas insolubles hacia la planta como sugiere Lindsay et al. (1982). Con respecto a este hecho, Pérez-Sanz et al. (1995) estudian la cinética de disolución de varios óxidos de Fe (III) sintéticos (óxido de hierro amorfo, goetita y maghemita) por EDDHA a pH = 6,0. La velocidad de disolución mayor fue la del óxido férrico amorfo, seguido de la goetita y la maghemita. Estos autores corroboraron que el EDDHA actúa como transportador de Fe procedente de los óxidos férricos en las plantas de girasol. Este efecto transportador aumenta la eficacia de los quelatos férricos como correctores de la clorosis férrica, en aquellos suelos que tengan cantidades apreciables de óxidos férricos.

4. Reactividad de los quelatos de hierro con la materia orgánica.

Numerosos ensayos demuestran la adsorción de los quelatos de hierro sobre sustratos orgánicos. Elgala et al. (1971) encontraron que el FeEDDHA tenía cierta capacidad para unirse a compuestos derivados de la descomposición de la materia orgánica. Lucena et al. (1991) comprobaron que el quelato FeEDDHA era retenido por la turba de forma significativa, tras incubar durante 15 días este quelato con la turba. Álvarez-Fernández et al. (1997) obtuvieron también una elevada retención de los quelatos FeEDDHA y FeEDDHMA sobre la turba.

Autores como Gárate et al. (1991), Lucena et al. (1991) o García Yeras (1987) observaron que los quelatos FeEDTA tenían menor afinidad por la materia orgánica.

La influencia de la materia orgánica en la solubilidad y disponibilidad de hierro para las plantas la trataremos con más profundidad cuando nos refiramos a las sustancias húmicas.

- Capacidad de la planta para tomar el hierro de los quelatos.

La elección del quelato que se debe utilizar ha de hacerse en función del tipo de cultivo, además de atender a las características del suelo, dado que las plantas como ya hemos explicado poseen distintos requerimientos y mecanismos de absorción de hierro.

Lucena et al. (1988) sugieren que los quelatos férricos que se deben usar con especies de estrategia I, deberían ser más estables que el correspondiente quelato ferroso, para evitar así la competencia entre el agente quelante y la planta por el Fe^{2+}. Chaney (1989) trabajando con cacahuete (Estrategia I) estudia la cinética de reducción

de varios quelatos férricos con constantes de estabilidad muy diferentes en el intervalo de $10^{18,2}$ a $10^{31,2}$, los resultados revelan que no existe aparentemente relación entre las K_m y la constante de formación del quelato. Sin embargo, la V_{max} desciende cuando aumenta la constante de formación.

El uso de quelatos para evitar la clorosis férrica en plantas gramíneas (Estrategia II) ha de estar limitado a quelatos de estabilidad intermedia, capaces de ceder su hierro, que aportan al quelato natural que segregan las raíces (Lucena et al., 1988) y para el cual la raíz tiene un transportador específico.

I.1.3. Situación de los quelatos de hierro en la agricultura.

Cuando hablábamos al comienzo de los quelatos de hierro, ya hacíamos referencia a los miles de millones que cada año son necesarios invertir en la agricultura española para combatir la clorosis férrica. Generalmente a un agricultor que tenga que tratar la deficiencia de hierro en su cultivo, la aplicación de quelatos férricos le supone más de un 50% del coste total en fertilizantes en un año.

Los quelatos férricos sintéticos son considerados los más eficaces correctores de clorosis además de ser los productos líderes en el mercado español. Por tanto la incorporación de nuevos quelatos sintéticos resulta particularmente muy interesante.

Brown en 1969 resumió las características que debe poseer un quelato para que su uso con fines agrícolas sea viable (Figura I.1.3.1).

El número de productos simples para tratar carencias de hierro ha aumentado progresivamente en el mercado español; en la última década hemos pasado de encontrar 108 preparaciones simples para combatir la clorosis férrica en 1990 a 284 en el año 2002 (Figura I.1.3.2.)

EL METAL NO DEBE SER SUSTITUIDO POR OTRO METAL EN EL ANILLO	**ESTABLE FRENTE A LA HIDRÓLISIS**	**NO DEBE SER DESCOMPUESTO POR MICROORGANISMOS DEL SUELO**
SOLUBLE EN AGUA	**FIJARSE FÁCILMENTE EN LAS PARTÍCULAS DEL SUELO**	**ESTAR EN FORMA ACCESIBLE PARA LA PLANTA**
NO SER TÓXICO EN DOSIS ADECUADAS	**FÁCILMENTE APLICABLE AL SUELO O A LA PLANTA**	**ÓPTIMA RELACIÓN CALIDAD/PRECIO**

Figura I.1.3.1. Características que debe reunir un quelato ideal.(Brown, 1969).

En el año 2002 de los 284 correctores de carencia de hierro, 214 tenían un agente quelante sintético, 59 un agente complejante (M.O, aa, lignosulfatos, etc) y 11 un agente quelante o complejante no declarado (Figura I.1.3.3.). Aunque la utilización de los quelatos férricos sintéticos en agricultura tiene como principal objetivo la corrección y la prevención de la clorosis férrica en suelos, también son utilizados como fuente de hierro en fertirrigación e hidroponía, ya que al igual que en la disolución del suelo, en las disoluciones nutritivas empleadas en fertirrigación e hidroponía es imprescindible que el hierro se mantenga soluble, y la forma más eficaz de hacerlo es aplicarlo en forma de quelatos.

Los productos que se declaren como quelatos deben ser productos solubles en agua obtenidos por combinación química de hierro con un agente quelante, han de presentar un mínimo de un **5% de Fe soluble en agua** y al menos 8/10 partes del contenido de Fe declarado debe estar en forma quelada, es decir, han de tener como mínimo un **4% de Fe quelado**, y ha de especificarse el tipo de agente quelante de entre la lista de los autorizados que son ácidos o sales de sodio, potasio o amonio de EDDHA, EDTA, DTPA, HEDTA, EDDHMA, EDDCHA.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

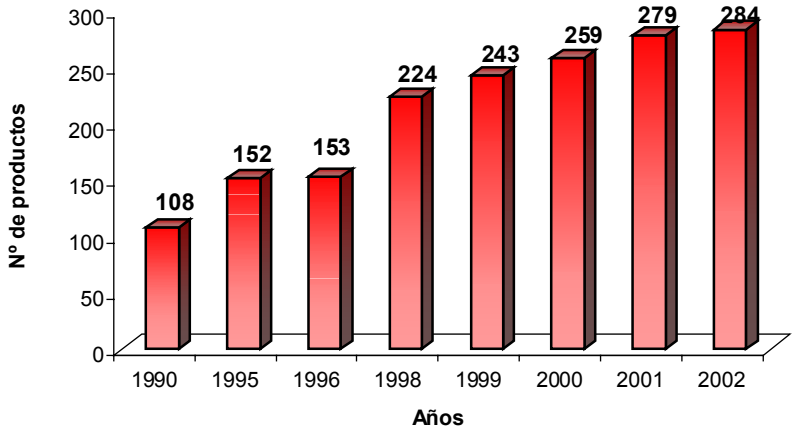


Figura I.1.3.2. Número de productos simples para corregir carencias de Fe disponibles en el mercado español durante los últimos 12 años. (De Liñan 1990, 1995, 1996, 1998, 1999, 2000 y 2002).

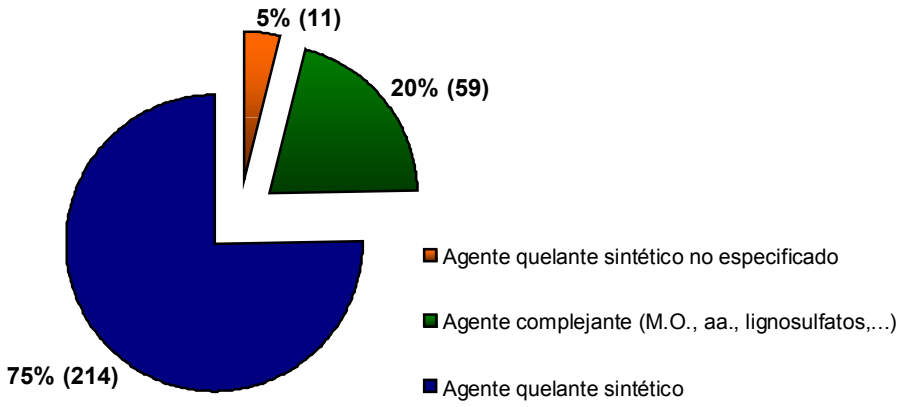


Figura I.1.3.3. Distribución de los productos simples para corregir la clorosis férrica en función del agente complejante o quelante en el año 2002. (De Liñan, 2002).

El número creciente de este tipo de fertilizantes año a año ha obligado a regularlos legalmente. La normativa vigente es la orden ministerial del 28 de Mayo de 1998 (B.O.E. 2 de Julio de 1998), que se traspone en la directiva de la CE 98/3/CE (D.O.C.E. L 18 del 23/1/98).

Los fertilizantes líquidos que contengan quelatos de Fe en agua, bien solos o mezclados con una o varias sales de hierro deben tener un 2% mínimo de Fe soluble en agua y se ha de especificar tanto el tipo de agente quelante y el anión/es inorgánicos, si procede.

La orden ministerial también obliga a indicar en todos aquellos productos en los que el oligoelemento esté en forma quelada, como es “el caldo” de los quelatos de Fe, el intervalo de pH donde se garantiza una buena estabilidad de la fracción quelada.

I.2. Sustancias húmicas.

Gaffney et al. (1996) inician su libro "Humic and fulvic acids. Isolation, structure and environmental role" con la siguiente afirmación: "[...] los ácidos húmicos y fúlvicos, junto con otros materiales orgánicos de naturaleza coloidal, son sustancias fascinantes que tienen profundas consecuencias en el medio ambiente [...]". Podemos llegar a este mismo pensamiento, si consideramos los efectos que los diferentes materiales húmicos tienen en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, a la vez que influyen en el crecimiento y desarrollo vegetal (Sánchez-Andreu et al., 1994). Chen et al. (1990), Varanini et al. (1995) y Piccolo et al. (1992a), a lo largo de sus investigaciones han recogido la influencia de las sustancias húmicas en el crecimiento de las plantas, en la nutrición mineral, en la productividad y el metabolismo, considerando los efectos positivos sobre la germinación de semillas, la iniciación y el desarrollo radicular, el desarrollo de los brotes, el contenido de nutrientes en numerosos cultivos y la síntesis de ácidos nucleicos o la respiración. En el suelo, estos compuestos mejoran la estructura de los sustratos, incrementan la capacidad de intercambio del suelo y movilizan micronutrientes (Olmos et al., 1998). Además, las sustancias húmicas se usan para descontaminar suelos, tanto de agentes orgánicos como de metales pesados (Rebhun et al., 1996).

Antes de profundizar más en los efectos y propiedades de las sustancias húmicas, lo más conveniente sería definir de forma precisa la terminología que vamos a utilizar.

I.2.1. Definición, extracción y fraccionamiento.

Stevenson (1994) define la **materia orgánica del suelo** como la totalidad de las sustancias orgánicas presentes en el suelo, incluyendo los restos de tejidos vegetales y animales inalterados, sus productos de descomposición parcial, la biomasa del suelo, la fracción orgánica soluble en agua y el humus.

De Saussure (1804) fue el primero en utilizar la palabra "**humus**" (que en latín significa suelo) para describir el material orgánico de color oscuro presente en el suelo. Este autor observó que el humus era más rico en C y más pobre en H y O que el material vegetal de origen. En la actualidad, el término "humus" todavía no se emplea de manera específica y concreta. Mientras que para algunos autores este término significa lo mismo que materia orgánica del suelo, incluyendo sustancias húmicas, materiales orgánicos identificables de elevado peso molecular, como polisacáridos y proteínas, y sustancias simples como azúcares, aminoácidos y otras moléculas, pero excluyendo los tejidos de plantas y animales no descompuestos, los productos de descomposición parcial y la biomasa del suelo (Stevenson, 1994, MacCarthy et al., 1990). Otros autores utilizan el término humus para referirse sólo a las sustancias húmicas (MacCarthy et al., 1990).

La materia orgánica del suelo o humus incluye un amplio espectro de constituyentes orgánicos, muchos de los cuales proceden de tejidos biológicos. Podemos distinguir dos grandes grupos, las **sustancias no húmicas** y **las sustancias húmicas** (Figura I.2.1.1).

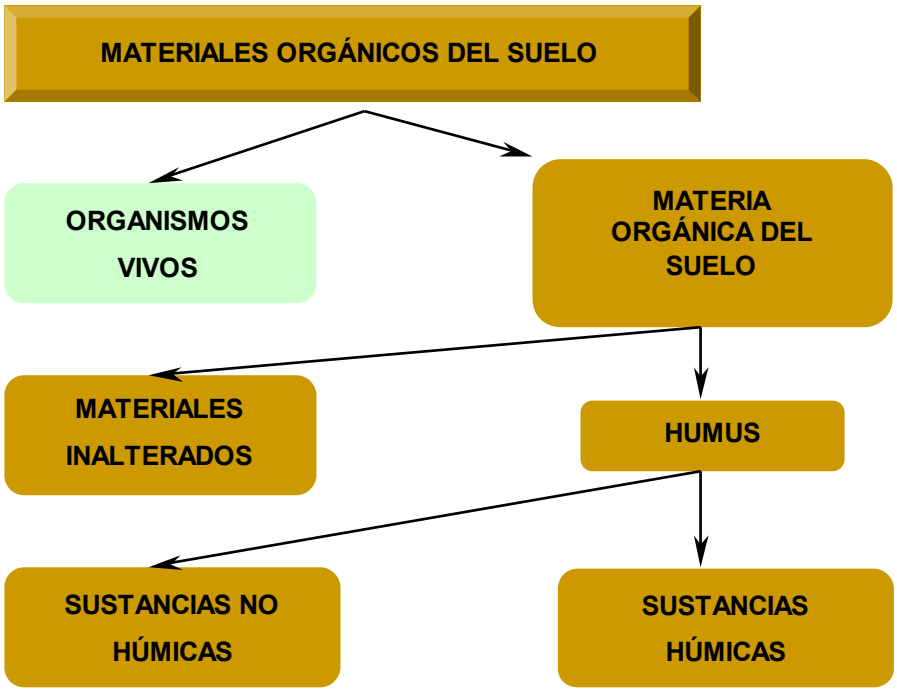


Figura I.2.1.1. Distintas fracciones orgánicas en el suelo. Tomada de Drozd et al. (1996).

Las **sustancias no húmicas** comprenden aquellos compuestos orgánicos que pertenecen a especies químicamente reconocibles y no son exclusivas del suelo:

- **Polisacáridos.**
- **Carbohidratos simples.**
- **Amino azúcares.**
- **Proteínas.**
- **Aminoácidos.**
- **Ácidos grasos.**
- **Ceras.**
- **Lignina.**
- **Resinas**
- **Pigmentos.**
- **Ácidos nucleicos.**
- **Hormonas.**
- **Ácidos orgánicos.**
- **...**

La mayoría de estas sustancias son fácilmente degradables, pueden ser utilizadas como sustrato por los microorganismos del suelo y tienen una existencia transitoria en el mismo (Gaffney et al. 1996).

Las **sustancias húmicas** las define Aiken et al. (1985) como una categoría de sustancias de color amarillo a negro, de elevado peso molecular y propiedades refractarias. Tal vez, habría que incluir su naturaleza coloidal y su resistencia al ataque microbiano. Este enunciado es más una descripción de las sustancias húmicas que una definición, y es una muestra de la no-especificidad que prevalece en el estudio de las sustancias húmicas. Estos materiales resultan de la degradación de restos de animales y plantas, y no pueden ser clasificados dentro de la categoría de compuestos discretos como sucede con las sustancias no húmicas. Las sustancias húmicas son omnipresentes, y se encuentran en todos los suelos, sedimentos y aguas.

La materia orgánica del suelo puede contener cantidades muy diferentes de sustancias húmicas y no húmicas. Así, la cantidad de carbohidratos oscila entre un 5-25%, las proteínas entre un 15-45%, los lípidos de un 2% en suelos forestales a un 20% en suelos turbosos, y las sustancias húmicas del 33-75% del total de materia orgánica del suelo. Sin embargo podemos hacer una estimación de la composición media de la materia orgánica del suelo (Figura I.2.1.2).

El origen de las sustancias húmicas ha mostrado ser una factor determinante de los atributos moleculares como acidez y tamaño (Senesi et al., 1989). Las sustancias húmicas de origen acuático son más pequeñas que las aisladas del suelo. Un caso especial son las

sustancias húmicas de leonardita que presentan una estructura más condensada (Thorn et al., 1989).

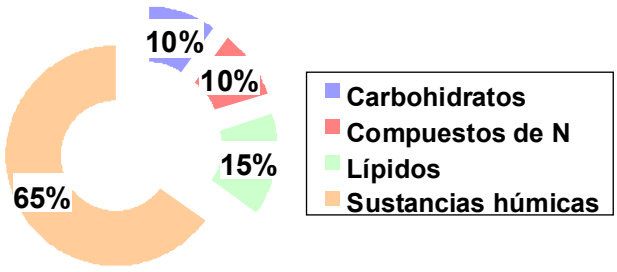


Figura I.2.1.2.. Composición media de la materia orgánica del suelo. Tomada de Senesi et al., 1999.

Dentro de estas sustancias heterogéneas, de naturaleza coloidal que hemos llamado sustancias húmicas, encontramos dos grupos de compuestos conocidos como ácidos húmicos y ácidos fúlvicos que podríamos definir como:

- **Ácidos húmicos**: Material orgánico de color oscuro que puede ser extraído del suelo por álcalis y otros reactivos y que es insoluble en ácido diluido (Stevenson, 1994).

- **Ácidos fúlvicos**: Fracción de la materia orgánica del suelo que es soluble en álcali y ácido (Stevenson, 1994).

A pesar de que los ácidos húmicos y fúlvicos comparten en gran medida los efectos en el suelo y en el vegetal, su diferente estructura y propiedades fisico-químicas hacen que sean unos u otros más eficaces para determinadas funciones.

Existen numerosos métodos de extracción de las sustancias húmicas del suelo, que podemos agrupar en tres grupos generales: Bases fuertes, sales neutras y quelatos orgánicos (Tabla I.2.1.1). Normalmente, se usa NaOH 0,1-0,5 N para extraer la materia orgánica del suelo; a pesar de que este reactivo puede extraer hasta el 80% de las sustancias húmicas presentes en un suelo, tiene el inconveniente de que puede alterar la materia orgánica a través de hidrólisis y autoxidaciones.

Tras la extracción de las sustancias húmicas, es necesario hacer una subdivisión en distintas fracciones, de acuerdo a las propiedades y composición molecular como un paso previo a los análisis y medidas físico-químicas de las fracciones obtenidas.

Numerosos métodos han sido propuestos para el fraccionamiento de las sustancias húmicas. La mayoría de ellos se basan en diferencias físico-químicas en la solubilidad, reacciones con iones metálicos, tamaño molecular, carga o densidad de carga, y características de adsorción.

De todos los métodos mencionados, el ajuste de pH con disolventes alcalinos es la técnica más usada para fraccionar las sustancias húmicas extraídas del suelo (Figura I.2.1.3).

TABLA I.2.1.1. Reactivos usados en la extracción de sustancias húmicas.

MÉTODOS DE EXTRACCIÓN	% MATERIA ORGÁNICA EXTRAÍDA
BASES FUERTES	
NaOH	HASTA 80%
Na_2CO_3	HASTA 30%
SALES NEUTRAS	
$Na_4P_2O_7$	HASTA 30%
NaF	HASTA 30%
Sales de ácidos orgánicos	HASTA 30%
QUELATOS ORGÁNICOS	
Acetilacetona	HASTA 30%
Cupferrón	
8-hidroxiquinolina	
Ácido fórmico	HASTA 55%
Acetona	HASTA 20%

(Stevenson, 1994)

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

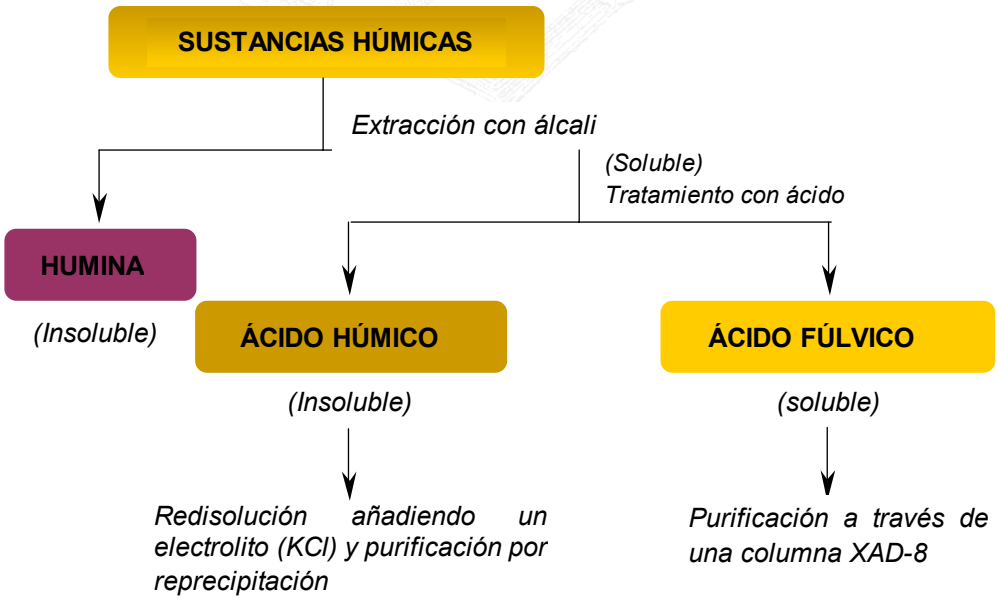


Figura I.2.1.3. Fraccionamiento de las sustancias húmicas en función de la solubilidad a diferentes pH (Stevenson, 1994).

La purificación se refiere a la eliminación de sustancias que están físicamente enlazadas en el extracto y que suelen ser polisacáridos, aminoácidos, lípidos, ácidos grasos, etc. En el caso del ácido fúlvico generalmente se usa una resina Amberlita de adsorción/resorción (XAD-8) (Figura I.2.1.4) donde es adsorbida la fracción fúlvica, para posteriormente ser eluida con una base (Conte et al., 1999).

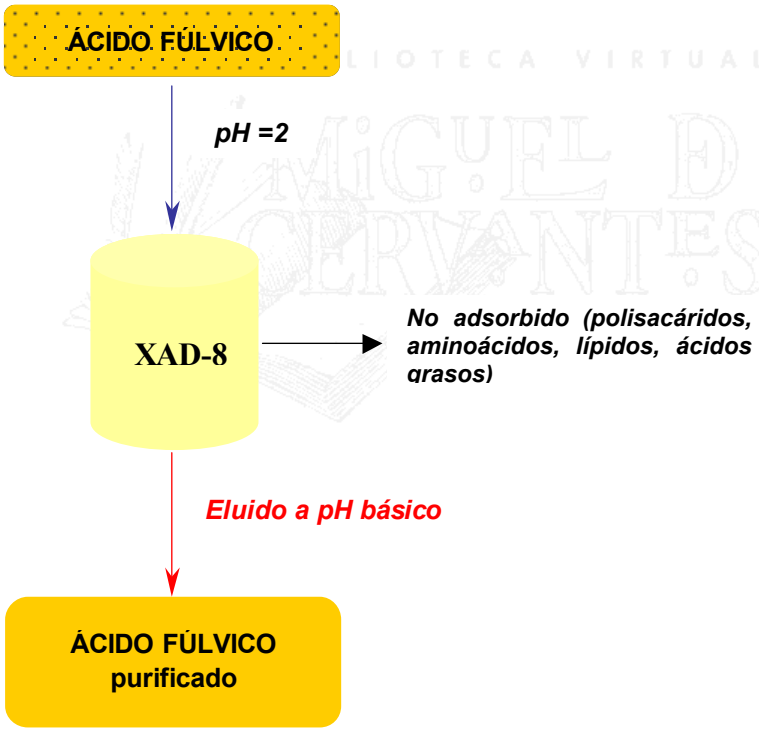


Figura I.2.1.4 Eliminación de las sustancias no húmicas que acompañan al ácido fúlvico tras su extracción.

Las diversas fracciones de las sustancias húmicas obtenidas tienen distintas propiedades físico-químicas (Figura I.2.1.5). Los ácidos fúlvicos contienen entre 1-3% de N, mientras los ácidos húmicos contienen entre el 2-6% (Schnitzer, 1976). Los ácidos húmicos tienen

un peso molecular más alto y heterogéneo (desde 5000 Da. hasta 1.000.000 Da), los ácidos fúlvicos por el contrario tienen menor peso molecular y además es más homogéneo (500-5000 Da) (Aiken et al., 1985). Según Calace et al. (2000), las estructuras de los ácidos húmicos son más complejas que las de los ácidos fúlvicos, la naturaleza anfifílica de los ácidos húmicos es mayor que la de los ácidos fúlvicos (Yates III et al, 1999). Los ácidos húmicos tienen una menor relación H/C que los ácidos fúlvicos (De Paolis et al., 1997). Según Stevenson (1994), la acidez total de los ácidos fúlvicos (900-1400 cmol/Kg) prácticamente duplica a la de los ácidos húmicos (500-870 cmol/kg). Esta mayor acidez de los ácidos fúlvicos se debe a que estas sustancias tienen un contenido mayor en grupos carboxílicos (-COOH) e hidroxílicos (-OH), presumiblemente fenólicos, que los ácidos húmicos.

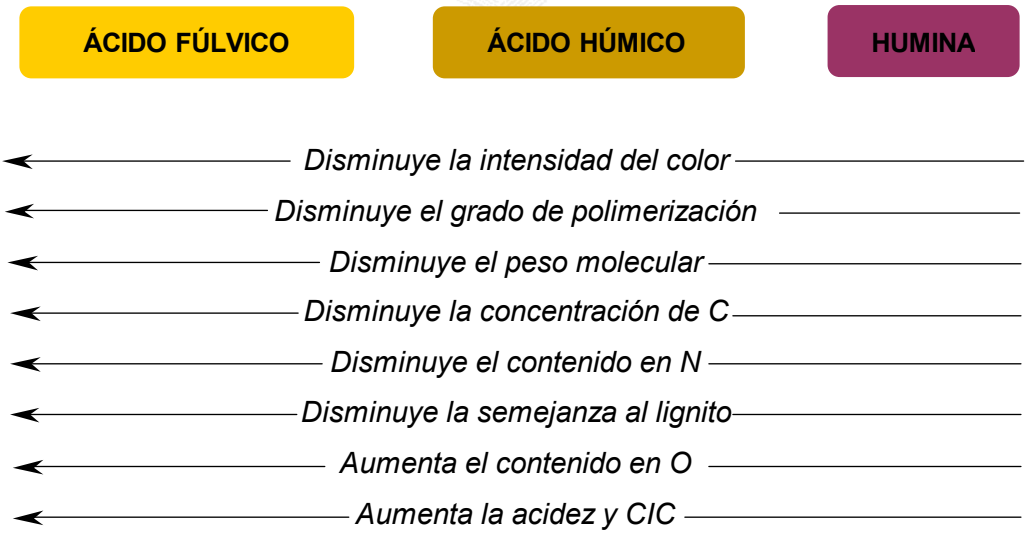


Figura I.2.1.5. Propiedades de las sustancias húmicas (Stevenson, 1994).

Por tanto, a pesar de ser consideradas globalmente como sustancias húmicas, la humina, ácidos húmicos y ácidos fúlvicos, tienen numerosas diferencias físico-químicas que hacen que el comportamiento en el suelo y sus acciones fisiológicas en las plantas sean distintos según la fracción utilizada.

I.2.2. Composición y estructura.

Abordamos ahora, una de las áreas de estudio más difíciles para las sustancias húmicas. Son muchos los investigadores que desde Berzelius (s.XIX) se han aventurado en la investigación de la estructuras de los materiales húmicos que permitieran explicar su color, reactividad, composición y propiedades físico-químicas (Stevenson, 1994).

El análisis elemental es probablemente el método de uso común en la caracterización de las sustancias húmicas y da información sobre la distribución de los principales elementos (C, H, N, O y S). Aunque la composición elemental no nos proporciona una fórmula molecular absoluta para los ácidos húmicos y fúlvicos, sí que establece los límites para una posible composición molecular. La composición elemental nos permite:

- Describir el comportamiento geoquímico de las sustancias húmicas.
- Establecer la pureza de las preparaciones de las sustancias húmicas.
- Distinguir las diferentes clases de sustancias húmicas.

Senesi et al. (1999) recogen la composición elemental de diferentes ácidos húmicos y fúlvicos extraídos de suelos procedentes de diversas zonas climáticas (Tabla I.2.2.1). De la tabla podemos concluir que los ácidos húmicos y fúlvicos de los suelos neutros tienen un rango más estrecho en el % de C, H y O que los de suelos ácidos de clima frío. Los ácidos fúlvicos van a tener más oxígeno y azufre, pero menos C, H y N que los ácidos húmicos. Steelink (1985) a partir de los análisis elementales obtenidos para un ácidos húmico y un ácido fúlvico postuló las siguientes fórmulas empíricas para estos compuestos:

BIBLIOTECA VIRTUAL

$C_{10}H_{12}O_5N \Rightarrow$ ÁCIDO HÚMICO

$C_{12}H_{12}O_9N \Rightarrow$ ÁCIDO FÚLVICO

Senesi et al (1999) llegaron a las mismas fórmulas en sus análisis elementales de las sustancias húmicas de diferentes orígenes.

TABLA I.2.1.1. Análisis elemental de ácidos húmicos y fúlvicos de distintos orígenes.

ELEMENTO %	*ARTICO*	CLIMA FRIO S. ÁCIDO	CLIMA FRIO S. NEUTRO	SUBTROPICAL	TROPICAL	RANGO	MEDIA	IHSS ESTANDAR
A. HÚMICOS								
C	56,2	53,8-58,7	55,7-56,7	53,6-55,0	54,4-54,9	**53,6-58,7**	**56,2**	58,1
H	6,2	3,2-5,8	4,4-5,5	4,4-5,0	4,8-5,6	**3,2-6,2**	**4.,7**	3,7
N	4,3	0,8-2,4	4,5-5,0	3,3-4,6	4,1-5,5	**0,8-4,3**	**3,2**	4,1
S	0,5	0,1-0,5	0,6-0,9	0,8-1,5	0,6-0.8	**0,1-1,5**	**0,8**	0,4
O	32,8	35,4-38,3	32,7-34,7	34,8-36,3	34,1-35,2	**32,8-38,3**	**35,5**	34,1
A. FÚLVICOS								
C	47,7	47,6-49,9	40,7-42,5	42,2-44,3	42,8-50,6	**40,7-50,6**	**45,7**	50,6
H	5,4	4,41-4,7	5,9-6,3	5,9-7,0	3,8-5,3	**3,8-7,0**	**5,4**	3,8
N	1,1	0,9-1,3	2,3-2,8	3,1-3,2	2,0-3,3	**0,9-3,3**	**2,1**	2,7
S	1,6	0,1-0,5	0,8-1,7	2,5	1,3-3,6	**0,1-3,6**	**1,9**	0,6
O	44,2	43,6-47,0	47,1-49,8	43,1-46,2	39,7-47,8	**39,7-49,8**	**44,8**	43,7

(Senesi et al., 1999)

La composición elemental de las sustancias húmicas se ve afectada por numerosos factores como el pH, el material de partida, la vegetación y la edad del suelo (Stevenson, 1994). Loffredo et al. (1997) llegaron a la conclusión de que los ácidos húmicos de lodos de aguas residuales tienen una composición química y propiedades que difieren de las que tienen los ácidos húmicos de suelos. Los ácidos húmicos de lodos se caracterizan por un pronunciado carácter alifático (menor relación H/C), menor grado de aromaticidad, elevados contenidos de N y S (debido a la incorporación de materiales proteicos), y mayor contenido en grupos fenólicos y carboxílicos (mayor acidez). La determinación de la composición elemental de las sustancias húmicas, en ocasiones adolece de falta de reproducibilidad debido a que va estar influida por los métodos usados para la extracción y fraccionamiento del material húmico, la preparación y manipulación de las muestras o la determinación de la humedad.

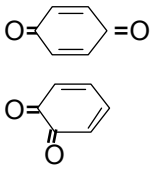
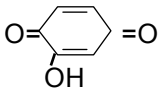
Una forma de completar el análisis elemental de una sustancia húmica es calcular las relaciones atómicas H/C, O/C y N/C. Estos cocientes nos van a proporcionar información sobre:

- Tipo de sustancia húmica.
- Cambios estructurales.
- Fórmulas estructurales (Steelink, 1985).

La relación O/C e H/C en ácidos húmicos suele ser 0,5 y 1,0 respectivamente, en los ácidos fúlvicos estas relaciones son 0,7 y 1,4 (Senesi et al., 1999). El cociente O/C hace referencia a la presencia de grupos funcionales oxigenados, mientras la relación H/C indica el caracter alifático.

De la variedad de grupos funcionales que tienen las sustancias húmicas (Tabla I.2.1.2) los más frecuentes en la estructura de los ácidos fúlvicos y húmicos suelen ser los grupos –COOH, -OH (fenólicos y alcohólicos), quinónicos y cetónicos. En la Tabla I.2.1.3 recogemos en que concentración se encuentran estos grupos funcionales para las sustancias húmicas de diferentes orígenes. La acidez total, y por tanto los grupos que más contribuyen a ella (-COOH y-OH) es más alta en los ácidos fúlvicos que en los húmicos. Por el contrario los ácidos húmicos tienen una mayor porcentaje en los grupos quinónicos. Los ácidos húmicos y fúlvicos tienen aproximadamente la misma concentración de grupos metoxilo ($-OCH_3$).

TABLA I.2.1.2. Grupos funcionales presentes en las sustancias húmicas.

Amino	$-NH_2$	Ester	R-COOR´
Amina	$R-CH_2-NH_2$	Imino	=NH
Amida	$R-CO-NH_2$	Péptido	$R-CH(NH_2)-NH-CH(COOH)-R$
Alcohol	$R-CH_2-OH$	Anhídrido	R-CO-O-CO-R´
Aldehido	R-CHO	Imina	R-CHNH
Carboxilo	R-COOH	Quinona	
Carboxilato	$R-COO^-$		
Enol	R-CH=CH-OH		
Cetona	R-CO-R´		
Ceto-ácido	R-CO-COOH	Hidroxiquinona	
Carbonilo insaturado	-CH=CH-CHO		
Eter	$R-CH_2-O-CH_2-R´$		

(Stevenson et al., 1994)

TABLA I.2.1.3. Grupos funcionales de los ácidos húmicos y fúlvicos de diferentes orígenes.

Grupo funcional (cmol/kg)	ARTICO	CLIMA FRIO S. ÁCIDO	CLIMA FRIO S. NEUTRO	SUBTROPICAL	TROPICAL	RANGO	MEDIA
A. HÚMICOS							
TOTAL ACIDEZ	560	570-890	620-660	630-770	620-750	**560-890**	**670**
COOH	320	150-570	390-450	420-520	380-450	**150-570**	**360**
OH FENÓLICO	240	320-570	210-250	210-250	220-300	**210-570**	**390**
OH ALCOHOLICO	490	270-350	240-320	290	20-160	**20-490**	**260**
C=O QUINÓNICO C=O CETÓNICO	230 170	10-180	450-560	80-150	140-260 30-140	**10-560**	**290**
OCH_3	40	40	30	30-50	60-80	**30-80**	**60**
A. FÚLVICOS							
TOTAL ACIDEZ	1100	890-1420	ND(1)	640-1230	820-1030	**640-1420**	**1030**
COOH	880	610-850	ND	520-960	720-1120	**520-1120**	**820**
OH FENÓLICO	220	280-570	ND	120-270	30-250	**30-570**	**300**
OH ALCOHOLICO	380	340-460	ND	690-950	260-520	**260-950**	**610**
C=O QUINÓNICO C=O CETÓNICO	200 200	170-310	ND ND	120-260	30-150 160-270	**120-420**	**270**
OCH_3	60	30-40	ND	80-90	90-120	**30-120**	**80**

(1) No determinado (Senesi et al., 1999).

Como ya hemos dicho más de una vez en este apartado, el conocimiento de las estructuras básicas de los ácidos húmicos y fúlvicos es necesario para entender el papel y función de estos constituyentes en el suelo. Sin embargo, los múltiples componentes moleculares de los que están formados, así como los diferentes tipos de ligandos a los que están enlazados, hace que no podamos establecer fórmulas estructurales de manera definitiva. Sin embargo, a través de los más modernos métodos analíticos como la espectroscopia Resonancia Magnética Nuclear, NMR-^{13}C, NMR-^{15}N en estado sólido (Mahieu et al., 2000a), NMR-^{31}P en disolución (Mahieu et al., 2000b), ESR (Resonancia de Spin electrónico), Py-GS/MS (combinación de la espectroscopia de masas con la cromatografía gas – líquido y pirólisis) y Py-MS(espectroscopia de masas/pirólisis) se han podido postular características estructurales básicas que han podido ser confirmadas y validadas (Schulten, 1996). De esta forma, la importancia de los puentes de hidrógeno entre los grupos carboxilo de los anillos aromáticos de los ácidos húmicos y fúlvicos, que fue

enfatizado por Schnitzer en los años 70, han sido verificados utilizando los últimos avances en química analítica.

NMR: Las distintas técnicas de resonancia magnética nuclear han sido usadas para estudiar las estructuras y reacciones de las sustancias húmicas.

ESR: Proporciona información sobre la simetría y coordinación de metales paramagnéticos en los complejos Metal-AH o Metal-AF.

Py-MS: Permite identificar los principales componentes de las sustancias húmicas.

Schulten et al. (1993) (Figura I.2.2.1) utilizando estas técnicas analíticas desarrollaron una estructura para los ácidos húmicos en la que podíamos observar los anillos aromáticos unidos por largas cadenas alquílicas, de manera que formaban una red flexible que contenía huecos que bloqueaban y se enlazaban con otros componentes orgánicos. Los grupos COOH y OH son los más abundantes y nos los encontramos tanto en los anillos aromáticos como en las cadenas alifáticas.

Schulten (1996) continuó trabajando en modelos estructurales de ácidos húmicos utilizando el apoyo de la informática, que ha permitido calcular distancias de enlaces exactas, ángulos de enlace, ángulos de torsión, distancias no enlazadas, fuerzas de van der Waals, enlaces de hidrógeno, cargas iónicas, etc. Todo esto se tradujo en nuevos modelos muchos más complejos, como los de las Figuras I.2.2.2 y I.2.2.3, en las que se muestra la conformación de un pentadecámero de un ácido húmico. En la Figura I.2.2.2 se dibujan la estructura y se puede ver la formación a partir de tres unidades

pentámeras de ácido húmico; podemos ver los huecos en el esqueleto C-C formado principalmente por anillos aromáticos unidos por cadenas alifáticas de diferente longitud. En la Figura I.2.2.3 se representa el modelo geométricamente optimizado de este polímero o complejo húmico, donde las bolas blancas son los átomos de hidrógeno, las azul claro los átomos de carbono, las rojas los átomos de oxígeno y las azules oscuras los átomos de nitrógeno. De este tipo de representaciones podemos saber que este complejo tendría 11.370 átomos ($n \approx 15$), la masa molecular sería de 84.607,88 g/mol, la composición elemental $C_{4.728}H_{5.223}N_{75}O_{1.344}$ y el análisis elemental determinado 67,12% en C, 6,22% H, 1,24% N y 25,42% O. El límite de convergencia < 4,19 KJ $(0,1\ nm)^{-1}$.

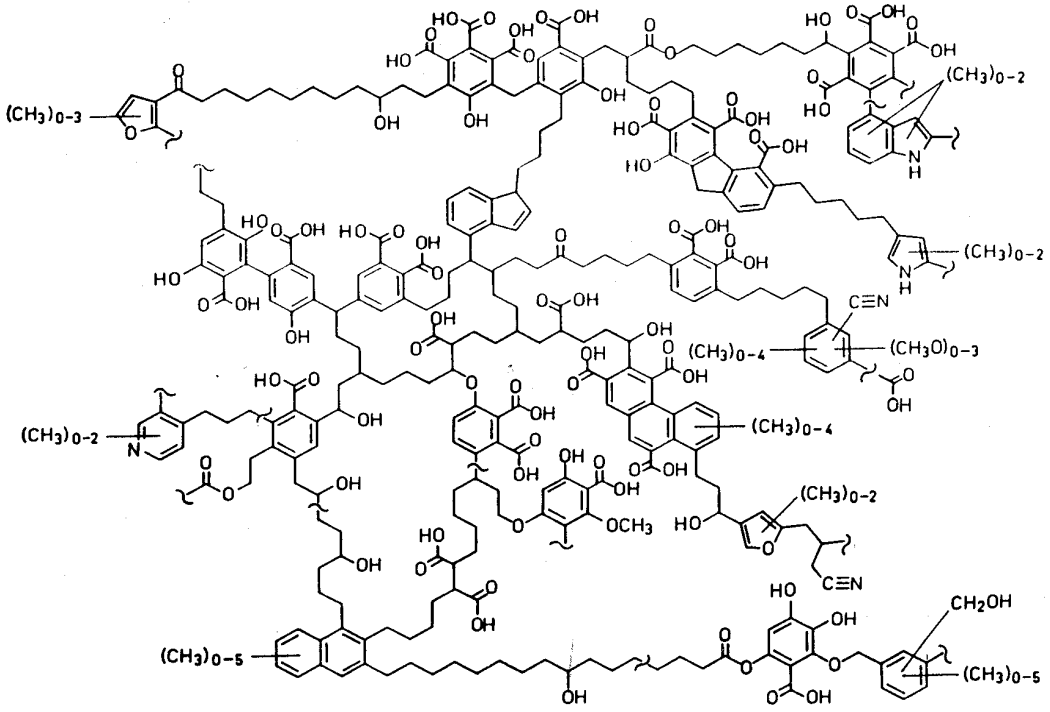


Figura I.2.2.1. Estructura química para los ácidos húmicos propuesta por Schulten et al. en 1993.

A la hora de tener en cuenta la estructura de las sustancias húmicas en medio acuoso, existen puntos de vista contrapuestos. Por un lado autores como Macalady et al., 1998 o Swift, 1989 consideran que el material húmico está compuesto por polímeros al azar formados por una gran variedad de monómeros biológicos. Otros autores como Wershaw (1993) o Piccolo et al. (2000) proponen un comportamiento alternativo, centrado en una estructura supramolecular donde existirían asociaciones de moléculas relativamente pequeñas, estas asociaciones estarían estabilizadas por débiles fuerzas hidrofóbicas.

BIBLIOTECA VIRTUAL

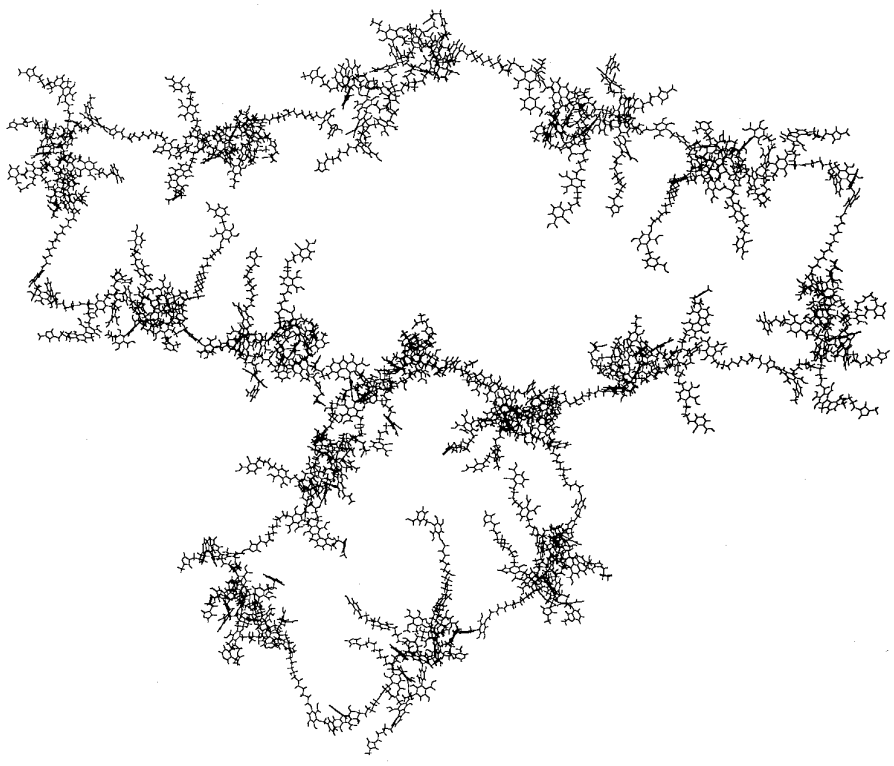


Figura I.2.2.2. Estructura química para un ácido húmico pentadecámero propuesta por Schulten en 1996.

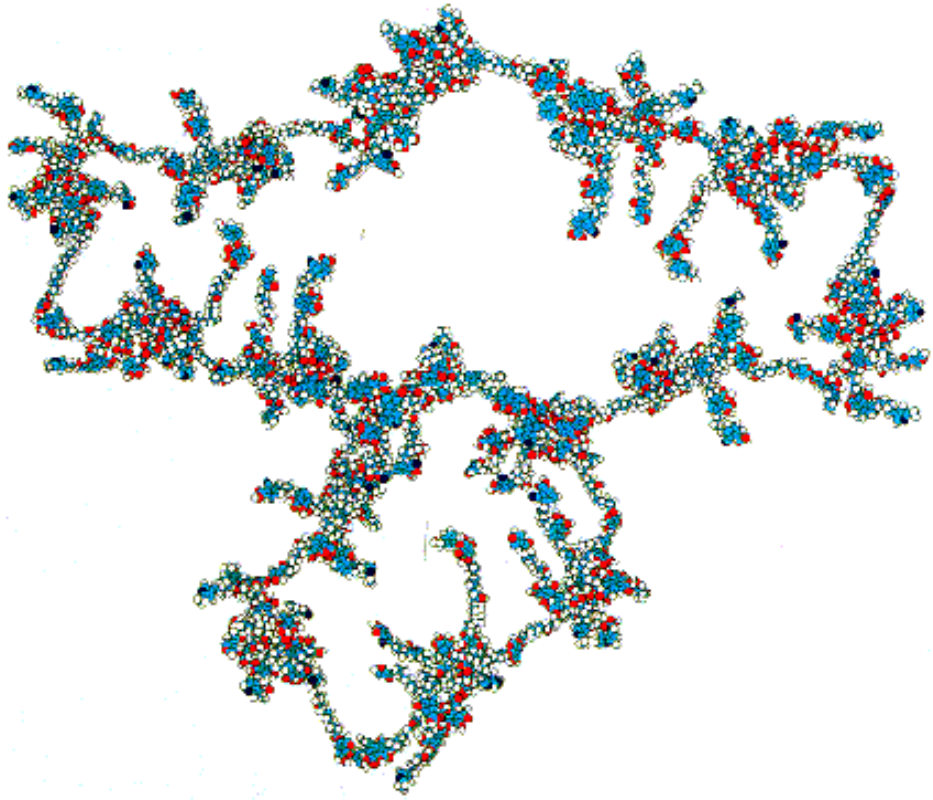


Figura I.2.2.3. Estructura química tridimensional para un ácido húmico propuesta por Schulten en 1996.

En definitiva se trataría de estructuras con muchos huecos y un gran número de grupos funcionales (-OH y –COOH principalmente), capaces de interaccionar con el medio y sus componentes.

I.2.3. Efectos de las sustancias húmicas.

Desde que apareció la agricultura hace aproximadamente unos 12.000 años (Neolítico) en las tierras de Oriente Medio, se ha mantenido a lo largo de la historia el interés por conocer la interacción de la materia orgánica con las plantas y el suelo.

Los efectos, de la aplicación al suelo, de las sustancias húmicas sobre las cosechas han sido explicados por diferentes teorías (Benedetti et al., 1990; Cacco et al., 1984). La más aceptada por la comunidad científica es la hipótesis que asigna a las sustancias húmicas unos **"efectos directos"** sobre la planta, teniendo un comportamiento hormonal, y unos **"efectos indirectos"** actuando sobre el metabolismo de los microorganismos del suelo y la dinámica de los nutrientes, las sustancias húmicas son capaces de alterar la absorción de micronutrientes por las raíces (Visser, 1985) y modificar las actividades enzimáticas implicadas en el metabolismo del nitrógeno. Autores como Ferreti et al. (1991), Malcolm et al. (1979) y Visser (1985) parecen demostrar que las sustancias húmicas son capaces de inducir cambios estructurales en el ADN, también pueden ser muy eficaces, como ya hemos dicho, para disminuir la contaminación del suelo producida por metales pesados o compuestos orgánicos como los herbicidas (Lubal et al., 1998, Loffredo et al., 1997).

Los distintos efectos que las sustancias húmicas producen en las propiedades del suelo o en el desarrollo vegetal van a estar gobernados por la concentración en la que se encuentren, su naturaleza (García, 1990), el peso molecular de las fracciones húmicas y su contenido en grupos funcionales (Piccolo et al., 1992), así como de la especie vegetal, su edad y estado nutricional (Albuzio et al.,1986).

I.2.3.1. En el suelo.

La materia orgánica, concretamente las sustancias húmicas pueden incidir indirectamente en la nutrición vegetal por distintos mecanismos:

A. Suministrando nutrientes a las raíces. Las sustancias húmicas pueden servir de fuente de N, P y azufre (Akinremi et al., 2000), que liberan a través de la mineralización que la materia orgánica sufre en el suelo. Esta fuente de elementos también se debe a la posibilidad de complejar metales que tienen las sustancias húmicas, (Tan et al., 1979, Sánchez-Andreu et al., 2000). Sin embargo, este comportamiento va a estar determinado, en gran medida por el cultivo y las condiciones que lo rodean. Duplessis et al. (1983) observaron que la aplicación de leonardita incrementaba la producción y los niveles de N, P, K para maíz cultivado en un suelo franco-arenoso, mientras que no afectó a la producción, ni a los niveles cuando era aplicado en maíz cultivado en suelo arcilloso. La diferencia en la respuesta fue atribuida al alto contenido de arcilla y/o materia orgánica del suelo.

   Akinremi et al. (2000) concluyeron que la adición de leonardita provocaba mejoras en los niveles foliares de N, P, K de los cultivos de nabos, trigo y judías. Además, en el cultivo de nabos se producía un aumento en el nivel de S. Estos resultados se deben, según los autores, a una combinación de los efectos directos de los ácidos húmicos sobre los procesos fisiológicos de la planta, y un efecto indirecto incrementando la disponibilidad de nutrientes para el vegetal.

La dinámica del P en el suelo depende de la complejación del Ca por la materia húmica. En los suelos calizos, el Ca es un catión reactivo y omnipresente que disminuye la biodisponibilidad de numerosos micronutrientes (Fe^{2+}, Zn^{2+}, Cu^{2+}), así como del P, debido a la formación de fosfatos de calcio insolubles. La complejación de Ca por las sustancias húmicas incrementa la solubilización del apatito (Garapin et al., 1989, Rouquet, 1988) limitando la adsorción y fijación del P (Fox et al., 1990; Gerk, 1993). Los resultados muestran que el poder de complejación de Ca de las sustancias húmicas está bien relacionado con la mejora en la nutrición de P en suelos calizos (Gaur, 1969), además, el efecto positivo de la complejación del Ca sobre el P parece depender del pH del suelo. Los resultados de Brun et al. (1994) mostraron que al aumentar el pH aumentaban los meq de Ca complejado por los diferentes ácidos húmicos (Figura I.2.3.1.1).

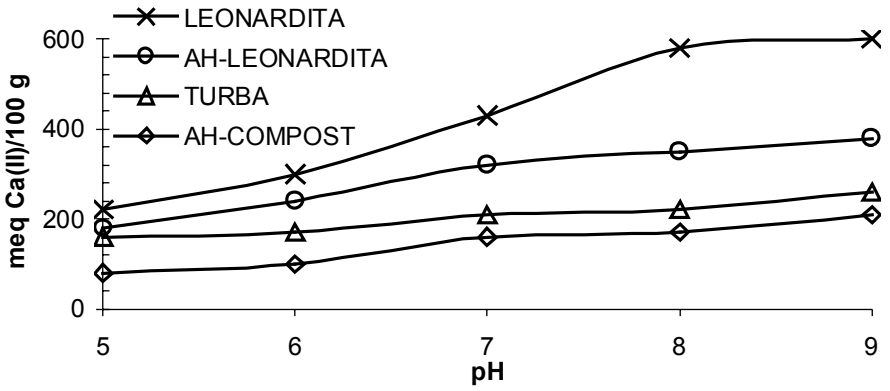


Figura I.2.3.1.1. Poder de complejación de Ca^{2+} de las sustancias húmicas vs pH (Brun et al., 1994).

Adani et al. (1998) estudiaron como influía la aplicación de ácidos húmicos comerciales en el crecimiento y desarrollo de las plantas de tomate; entre sus resultados encontraron que cuando se aplicaban ácidos húmicos de turba o leonardita al suelo se obtenían un incremento significativo en el contenido radicular de hierro (Figura I.2.3.1.2), mejorando también la nutrición respecto a otros elementos como el N, Ca o P. Los autores llegaron a la conclusión de que el incremento en la concentración de hierro podría deberse a la reducción de Fe^{3+} a Fe^{2+} por la presencia de los ácidos húmicos. Una hipótesis alternativa era que los ácidos húmicos complejaban al hierro del Fe-EDTA desplazando al ligando EDTA, sin embargo esto no puede ocurrir ya que el complejo Fe-EDTA tiene una constante de estabilidad (Ks = 10^{27}) mucho mayor que el complejo Fe(III)-AH (Ks = 10^5-10^6) (Uren, 1984).

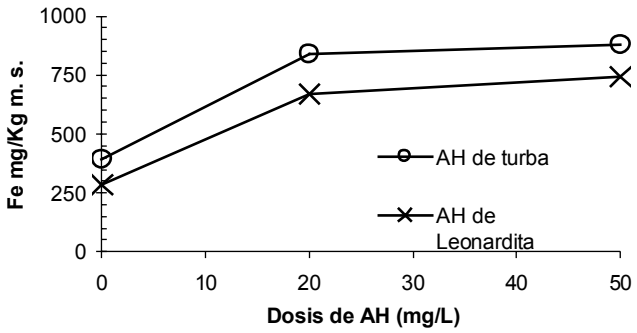


Figura I.2.3.1.2. Contenido radicular de hierro (mg/kg m.s.) frente a la aplicación de ácidos húmicos. De Adani et al. 1998.

Adani et al. (1998) encontraron aumentos de un 41% y un 33% en el contenido de hierro cuando se aplicaban ácidos húmicos de turba en plantas de tomate en dosis de 20 y 50 mg/L, y un 31% y 46% cuando se aplicaban ácidos húmicos de leonardita en las mismas

dosis. En las raíces los incrementos máximos fueron del 123% cuando el ácido húmico procedía de turba y del 161% cuando se empleaba el ácido húmico de leonardita. La justificación para explicar la mayor disponibilidad de hierro en las plantas se encontró en la reducción de Fe^{3+} a Fe^{2+} por los ácidos húmicos.

B. Mejora de la estructura del suelo. Los suelos pobremente agregados tienen un tamaño de poro demasiado pequeño para permitir el necesario movimiento del aire y el agua, por el contrario en suelos con agregados estables, aunque sean de textura fina hay un adecuado intercambio de gases con la atmósfera (Stevenson, 1994), creciendo las raíces en un ambiente más idóneo y teniendo la planta un mejor crecimiento.

C. Incremento de la población microbiana. La adición al suelo de sustancias húmicas que ser utilizadas como fuente de carbono, incrementan la población microbiana y por tanto la actividad enzimática asociada (Lizarazo, 2001). Benz et al. (1998) han intentado encontrar la conexión entre la reducción biológica de ácidos húmicos con la reducción química de hierro, considerando las bacterias reductoras de hierro (Lovley et al., 1986). Los resultados llevaron a considerar los ácidos húmicos más como mediadores en la reducción del hierro (III) que como aceptores finales de electrones. Muchas bacterias anaeróbicas no pueden reducir Fe(III) amorfo directamente y transfieren electrones a otros mediadores externos (ferricianuro, 2,6-antraquinona disulfonato, O_2 o **ácidos húmicos**) actuando como catalizadores químicos en la reducción biológica de Fe(III) y de formas oxidadas de manganeso (Sunda et al., 1994, Szilágyi, 1971). Incluso bacterias fermentadoras

como Propionibacterium freudenreichii, Lactococcus lactis, o Enterococcus cambiaron sus patrones de fermentación hacia productos más oxidados cuando estaban presentes ácidos húmicos. Propionibacterium freudenreichii llegó a oxidar propionato a acetato en estas condiciones (Benz et al., 1998). Los ácidos húmicos de bajo peso molecular y más concretamente sus grupos quinónicos parecen actuar, por tanto, como transportadores de electrones entre las reacciones parciales biológicas y químicas (oxidación del sustrato y reducción del hierro) (Lovley et al., 1996), favoreciendo la reducción de Fe(III) por bacterias reductoras de hierro (Lovley et al., 1998).

D. Incremento en la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC). En la fertilidad del suelo, el intercambio de cationes de la fracción orgánica es de absoluta importancia, ya que va a suponer el suministro de K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+} y algunos micronutrientes (Fe^{3+}, Cu^{2+}, Mn^{2+}, Zn^{2+}) para las plantas. La Capacidad de Intercambio Catiónica del suelo puede depender en más de un 80% de la materia orgánica, por tanto existe una relación directa entre CIC y el contenido en materia orgánica (Figura I.2.3.1.3). Por lo general los ácidos húmicos van a adsorber preferentemente cationes polivalentes frente a monovalentes. Para iones con igual valencia, los menos hidratados tienen la mayor energía de adsorción (Stevenson, 1994).

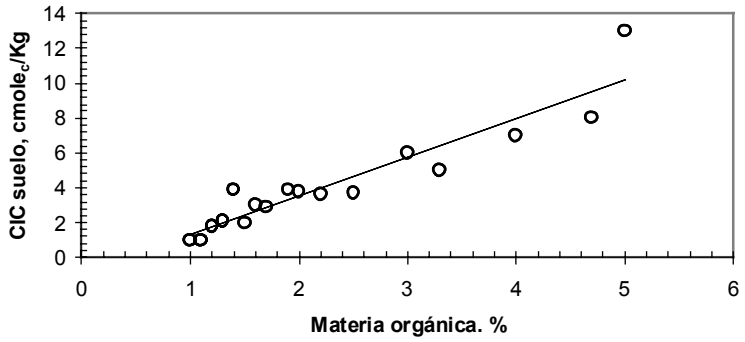


Figura I.2.3.1.3. Relación entre la materia orgánica del suelo y la CIC. Kamprath et al. (1962).

E. Combinación con xenobióticos. Los ácidos húmicos van a afectar a la bioactividad, persistencia y biodegradabilidad de plaguicidas. Los efectos combinados de las sustancias húmicas y herbicidas pueden producir respuestas sinérgicas o antagónicas de la planta en función del origen y naturaleza del material húmico (Genevini et al., 1994, Kosinkiewicz et al., 1979, Senesi et al 1994, Senesi et al., 1990).

No debemos de olvidar que para que la materia orgánica produzca estos efectos sobre el suelo es necesario el aporte de grandes cantidades.

I.2.3.2. En la planta.

En los últimos años, las investigaciones sobre sustancias húmicas se han centrado sobre todo en sus **acciones directas**. Se han investigado sus efectos bioestimulantes (Ramos, 2000; Vivas, 2001)

considerando la implicación de estos productos en los diferentes procesos fisiológicos-bioquímicos que tienen lugar en la planta.

- Absorción de las sustancias húmicas.

Para considerar los efectos directos de las sustancias húmicas sobre el crecimiento de las plantas, debemos tener en cuenta que estas sustancias pueden ser absorbidas por las especies vegetales. Desde la mitad del siglo XX se han propuesto distintos métodos analíticos que permitieran concluir que los ácidos húmicos y fúlvicos se incorporaban al material vegetal. Aso et al. (1963) y Prat (1963) demostraron la presencia de las sustancias húmicas en los tejidos de las plantas a través de la tinción con diversos materiales de color oscuro. En la actualidad, sin embargo, se prefiere marcar las sustancias húmicas con un elemento radiactivo como el ^{14}C para ver si penetra en el interior de las plantas. En 1959, Prat et al. ya consiguieron demostrar que los ácidos húmicos se acumulaban en las raíces de la remolacha azucarera y el maíz. Sólo una pequeña fracción de radioactividad fue transportada desde las raíces a los tallos. Estos resultados han sido contrastados por otros autores como Führ et al., 1967, Vaughan et al., (1976), con experiencias en girasol (Helianthus annus L.), rábano (Raphanus sativus L.) y zanahoria (Daucus carota L.).

En 1976, Vaughan et al., estudiaron el nivel de ácidos húmicos marcados con ^{14}C en componentes subcelulares de raíces de remolacha. Los resultados desvelaron que en las paredes celulares se concentraba la mayor radioactividad, siendo más pequeños los niveles encontrados en las mitocondrias y ribosomas; esto llevó a los autores a

sugerir que únicamente la fracciones de menor peso molecular eran activas biológicamente. Los últimos trabajos sobre este tema, realizados por el mismo autor en 1981 y 1985, también llegan a la misma conclusión: Mientras las fracciones de bajo peso molecular son tomadas por las raíces y translocadas al interior de la planta activa y pasivamente, los ácidos húmicos solamente lo hacen de manera pasiva. Albuzio et al. (1993) encontraron que los exudados de las raíces pueden tener un efecto de despolicondensación de las sustancias húmicas en fracciones de menor peso molecular capaces de ejercer efectos biológicos sobre las plantas. Los resultados de las distintas investigaciones nos podría llevar a considerar que los ácidos fúlvicos son más activos biológicamente que los húmicos, sin embargo, no hay que olvidar que los ácidos húmicos a menudo contienen fracciones de bajo peso molecular, y por tanto no deberíamos desestimar su potencial como activador biológico.

- Efectos en la germinación y en el crecimiento radicular.

Uno de los efectos generalmente asumidos de las sustancias húmicas es su influencia en la germinación de las semillas. Durante los últimos años en el Departamento de Agroquímica y Bioquímica de la Universidad de Alicante nos hemos ocupado de los efectos directos de los ácidos húmicos, en especial de su influencia en la germinación de semillas de diferentes cultivos en medio salino. Ramos (2000) concluyó que la aplicación de sustancias húmicas de diferentes orígenes mejoraban el porcentaje de germinación de semillas de tomate cv. Daniela en condiciones in vitro, sin embargo la dosis de máxima mejora de la germinación (dosis óptima), no sólo no era la misma en todos los casos, sino que dentro de un mismo grupo de sustancias húmicas con

el mismo origen, dicha dosis variaba considerablemente según el producto empleado (Tabla I.2.3.2.1).

Tabla I.2.3.2.1. Porcentaje de germinación de semillas de tomate cv Daniela respecto al control. (Ramos, 2000).

Dosis % (v/v)	**0**	**0,001**	**0,01**	**0,05**	**0,1**
AH de Lignito 1	100a	129a	**194b**	188b	188b
AH de Lignito 2	100b	84ab	87b	105b	55a
AH de Residuos vegetales 1	100a	100a	**117b**	94a	94a
AH de Residuos vegetales 2	100bc	84b	105c	87b	55a
AH de Turba	100a	**127b**	100a	98a	114ab

BIBLIOTECA VIRTUAL

Ramos (2000), después de comprobar el efecto bioestimulante de los ácidos húmicos sobre la germinación en condiciones ideales, estudió su efecto en condiciones salinas. Los resultados mostraron que el origen de las sustancias húmicas influía sobre la germinación de semillas de tomate cv Daniela; las procedentes de turba y residuos vegetales mejoraban el porcentaje y el índice de germinación en medio salino (3 y 6 mS/cm); sin embargo de las sustancias húmicas de lignito ensayadas muy pocas mejoraban la germinación de semillas y las que lo hacían era en condiciones de salinidad no muy severas (3 mS/cm).

Vivas (2001) estudió los efectos de las sustancias húmicas de diferentes orígenes en la germinación de semillas de pimiento cv Roldán. Los resultados no mostraron ninguna mejoría en la germinación por la aplicación de compuestos húmicos. Ayuso et al. (1996) han observado que los incrementos del índice de germinación en pimiento causados por las sustancias húmicas eran más significativos y homogéneos para las procedentes de materiales más humificados como la turba o leonardita. Las sustancias húmicas

procedentes de compost o residuos urbanos inhibían para algunas dosis los procesos de germinación dependiendo del cultivo ensayado.

Las fracciones más eficaces en la mejora de la germinación parecen ser aquellas de mayor peso molecular. (Dell´Amico et al. 1994), siendo por tanto los ácidos húmicos más estimulantes que los ácidos fúlvicos.

Si nos referimos a la influencia de las sustancias húmicas en el crecimiento y desarrollo de la raíz, se considera suficientemente probado que estos compuestos mejoran el crecimiento radicular, ya sea por aplicación foliar o adición al suelo (Sladky, 1959; Fernández 1968, Sánchez-Conde et al, 1972; Sánchez-Andreu et al., 1994). Tanto la elongación como la formación de los primeros pelos radiculares van a estar afectados por los materiales húmicos. Las dosis empleadas de las sustancias húmicas van a ser determinantes para que los efectos sean positivos o negativos. Young et al. (1997) encontraron que ácidos húmicos purificados procedentes de diferentes orígenes mejoraban significativamente el crecimiento radicular en semilleros de lechuga, pasando de una longitud radicular media de 13,6 mm para el control a 20,2 mm cuando se aplicaban ácidos húmicos de turba. Estos efectos los autores los justificaban diciendo que los ácidos húmicos pueden tener enlazadas a su estructura poliaminas (putrescina, espermidina, permina) que se encuentran en las paredes celulares y tienen una reconocida función reguladora en las plantas (Galston et al., 1990, Nardi et al., 1994). La aplicación foliar de sustancias húmicas a Agrostis stolonifera L. presentó un efecto muy limitado en el enraizado, mientras la incorporación de humato granular hasta a 10 cm de

profundidad mejoró sensiblemente el enraizado, seguramente debido a la proximidad a las raíces (Cooper et al., 1998).

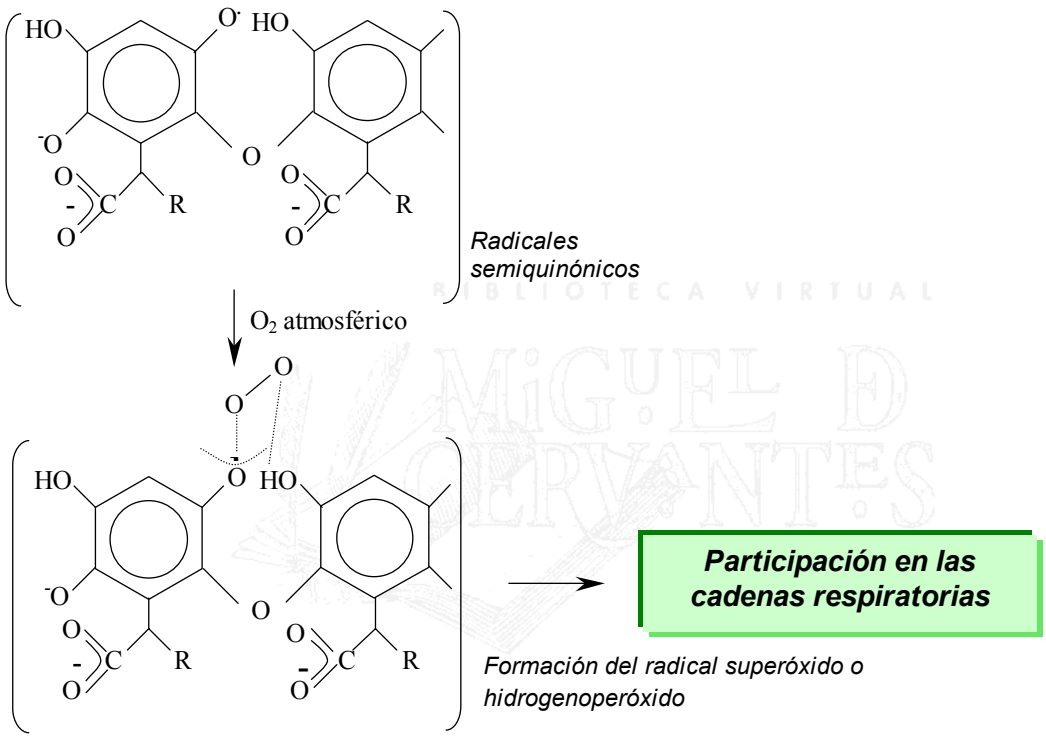


Figura I.2.3.2.1. Mecanismo de acción fisiológica de las sustancias húmicas. (Jurcsik, 1994).

El aumento de la germinación producido por la acción de las sustancias húmicas ha sido justificado por autores como Smidova (1962) considerando que estos materiales influían en la actividad enzimática de las semillas y/o sobre el proceso de respiración celular, actuando en los procesos de transferencia de electrones (Csicsor et al. 1994). Este efecto puede ser atribuido a radicales semiquinónicos que siempre existen en los ácidos húmicos. Estos radicales se enlazan a oxígeno atmosférico y de este modo producen oxígeno activo (Jurcsik,

1994). En este proceso de transferencia de O_2^- / e^- se produce la formación de radicales superóxido o hidrogenosuperóxido, responsables de los efectos fisiológicos de las sustancias húmicas. El electrón tomado por el oxígeno atmosférico es sustituido por un electrón de una molécula de agua debido a la radiación ionizante procedente de la luz solar (Figura I.2.3.2.1).

- Absorción de macronutrientes.

La estimulación del crecimiento vegetal producido por las sustancias húmicas ha sido generalmente relacionado con la mejora en el contenido en macronutrientes. Como en todos los efectos de las sustancias húmicas, su influencia en la absorción de macronutrientes va a estar determinada por: **la especie vegetal tratada;** Guminski et al. (1983) encontraron que la adición de 100 mg/kg de sustancias húmicas procedentes de compost provocaba aumentos en la concentración de P y K en plantas de tomate, mientras que en plantas de maíz, similares concentraciones de sustancias húmicas provocaban disminuciones en la concentración de P; **el origen del material húmico**; Fernández et al. (1968) demostraron que los ácidos húmicos de estiércol incrementaban la absorción de N independientemente de las dosis, mientras que los ácidos húmicos de turba sólo mejoraban los niveles de N cuando se usaban concentraciones muy bajas; o **las dosis utilizadas**; por lo general altas concentraciones de ácidos húmicos y/o fúlvicos son inhibitorias (Rauthan et al., 1981). También debemos considerar **el tipo de sustrato** sobre el que se ha desarrollado el cultivo. Cooper et al. (1998) obtuvieron que la concentración de P en las plantas de Agrostis stolonifera cultivadas sobre sustrato arenoso se incrementaba entre 3-5% por la aplicación de sustancias húmicas, sin embargo, sobre cultivo

hidropónico, el nivel de P no era afectado por la presencia de sustancias húmicas. La hipótesis que se utilizó para justificar este hecho fue que los ácidos húmicos tienen limitados sus efectos promotores del crecimiento sobre plantas con un adecuado suministro de nutrientes.

Dormaar (1975) recogió un incremento en el nivel de N en Festuca scabrella como respuesta a la aplicación de sustancias húmicas extraídas de tres tipos de suelos diferentes, mientras P, K, Ca, Mg y Na no eran afectados. Gaur (1964) encontró incrementos en los niveles de N, P y K en plantas de centeno (Lolium perenne L.) desarrolladas en arena con la aplicación de ácidos húmicos extraídos de compost. Varshovi (1996) no encontró incremento en el nivel de N de bermuda grass (cynodon dactylon L.) al aplicar humatos comerciales a 0, 268 y 803 kg/ha. Los resultados de Cooper et al. (1998) al aplicar sustancias húmicas foliarmente o al suelo sobre Creeping bentgrass, no mostraron mejoras en las concentraciones de N, Ca o Mg, mientras que el P aumentaba tanto para la aplicación foliar como al suelo.

Al estudiar la influencia de las sustancias húmicas sobre el nivel de K en las plantas, frecuentemente encontramos que se producen descensos en el contenido de potasio. Adani et al. (1998) observaron que cuando se aplicaban ácidos húmicos de turba a plantas de tomate, el nivel de potasio en la planta era de 56,51 y 59,51 mg/g de materia seca cuando las dosis eran de 20 y 50 mg/L, respectivamente, siendo la concentración de K en la planta para el control de 59,51 mg/g de materia seca. Cuando el ácido húmico empleado era de leonardita las concentraciones de K eran de 47,27 y 50,23 mg/g de materia seca

para las dosis de 20 y 50 mg/L, respectivamente, teniendo el control un nivel de K de 52,53 mg/g de materia seca. Los autores concluyeron que este descenso en el contenido de K era consecuencia de un proceso de dilución, como consecuencia de un mayor crecimiento de la planta.

Un caso especial es el Na, considerado como macronutriente. En algunas zonas, como la mediterránea, los niveles que alcanza terminan convirtiéndolo en un peligro para el correcto desarrollo de las plantas. Los problemas de salinidad que suelen presentar los suelos y aguas del Sureste español (Valencia, Murcia y Almería) están íntimamente relacionados con la presencia de Na^+; dicho elemento provoca en el interior de la planta desajustes osmóticos, perturbaciones en el balance de agua y efectos tóxicos como la disminución de la tasa energética metabólica (Poljarkoff-Mayber et al., 1994), lo que conlleva graves descensos en los rendimientos productivos. En el Departamento de Agroquímica, Bioquímica de la Universidad de Alicante durante los últimos años se ha investigado los efectos de la aplicación de sustancias húmicas sobre la concentración de sodio. Los resultados parecen indicar que la aplicación de estos productos disminuye los graves efectos de la salinidad que se refleja en el descenso de sodio foliar. Cuesta en 1994, observó que la aplicación de sustancias húmicas comerciales procedentes de residuos vegetales sobre un cultivo de uva de mesa Aledo iba acompañada de una reducción en los niveles de Na en la planta. Vivas (2001) encontró que la aplicación de ácidos húmicos de turba a plantas de tomate producía descensos significativos de Na foliar, mientras los ácidos húmicos de lignito o residuos vegetales no provocaban efectos en los niveles de Na. Al realizar la experiencia en pimiento Vivas (2001) encontró que los ácidos húmicos de turba producían descensos en el nivel de Na,

mientras que los ácidos húmicos de lignito producían un aumento importante en el nivel del Na (Figura I.2.3.2.2), hecho que ya fue observado por Ramos et al. en 1997.

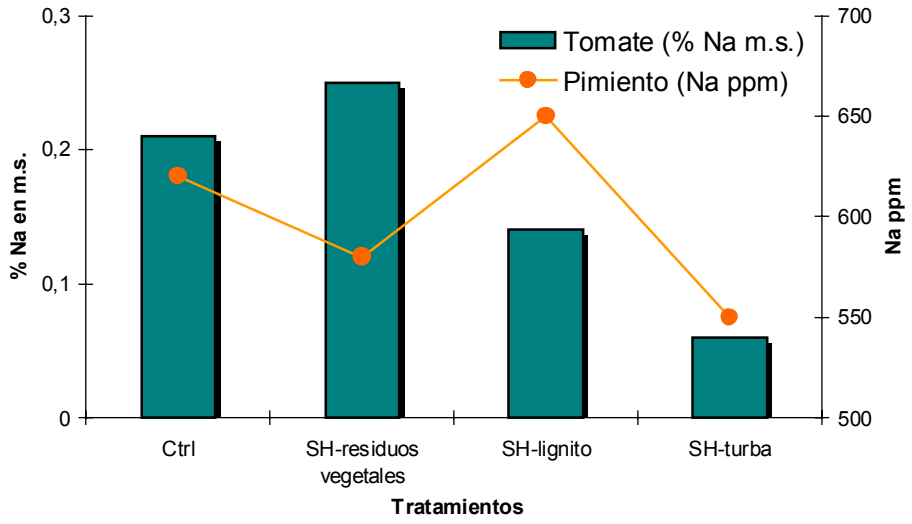


Figura I.2.3.2.2. Influencia de los ácidos húmicos en el contenido de Na en el cultivo de pimiento y tomate. (Vivas, 2001).

- Absorción de micronutrientes.

La importancia de las sustancias húmica radica también en su capacidad para formar complejos con los distintos metales de transición. En suelos calizos, con pH alcalino, la concentración de los micronutrientes en la disolución del suelo puede ser insuficiente para las necesidades de las plantas (Lindsay, 1991). En este caso el estímulo del crecimiento vegetal, por la aplicación de sustancias húmicas, puede atribuirse sobre todo al mantenimiento del Cu, Zn, Mn y especialmente Fe en disolución, en niveles que eviten la aparición de microcarencias (Chen et al.,1994).

Autores como Fortún et al. (1986a,b), Abad et al. (1991) y Fagbenro et al. (1993) constataron que la presencia de diferentes compuestos húmicos en la solución nutritiva, o su aplicación al suelo, estaba acompañada de un aumento significativo en la asimilación de Fe, Cu y Zn. La asimilación de Mn era menor en los estudios realizados por Fagberno et al. (1993) debido, al parecer a la competencia Fe-Mn en el proceso de asimilación. Cervelli et al. (1991), Govindasmy et al. (1992) obtuvieron mejoras en la asimilación de Cu y Zn al aplicar ácidos húmicos en suelos alcalinos; Raina et al. (1988) obtuvieron resultados parecidos, pero aplicando ácidos fúlvicos.

Con el Zn podemos encontrarnos con dos comportamientos. Por un lado, en determinadas circunstancias se utilizan sustancias húmicas para mejorar el contenido de este nutriente en la planta. En otros estudios sin embargo, se estudia la eficacia de los compuestos húmicos en la descontaminación de los metales pesados en un suelo, En esos casos se demuestra que los ácidos húmicos pueden disminuir la solubilidad del Zn en el suelo, siendo mayor el descenso en la solubilidad de Zn cuanto mayor era la concentración de ácidos húmicos. El mecanismo propuesto fue la complejación superficial debido a la formación de nuevos grupos funcionales creados por la aplicación de ácidos húmicos (Wing et al., 1997).

Uno de los puntos más problemáticos en la absorción de micronutrientes es determinar el mecanismo por el que los ácidos húmicos mejoran los niveles en la planta de elementos como el Fe, Cu, Mn o Zn.

Mohamed et al. (1998) evaluaron la capacidad que tienen los ácidos húmicos de origen acuático para mitigar los efectos de la deficiencia de hierro en plantas de pepino. Uno de los mecanismos que utilizan las plantas dicotiledóneas para combatir la clorosis férrica es la secreción de protones y aumentar la actividad de la enzima Fe^{3+}-reductasa en la superficie de las células radiculares. Los autores aplicaron 4 tratamientos a las plantas de pepino en medio calizo. En el primero las plantas tenían una adecuada nutrición férrica (con Fe), en el segundo las plantas eran susceptibles de sufrir deficiencia de hierro (sin Fe), en el tercero se aplicaba FeEDTA (sin Fe + FeEDTA) a las plantas con una incorrecta nutrición férrica, y en el cuarto se añadían ácidos húmicos de origen acuático a las plantas deficitarias (sin Fe + AH). Las plantas, sin una oportuna nutrición férrica, incrementan la actividad de la enzima Fe^{3+}-reductasa poniendo en marcha los mecanismos para evitar la clorosis, el FeEDTA y sobre todo los ácidos húmicos favorecen la activación de los mecanismos de respuesta de las plantas para evitar el desarrollo de la clorosis (Figura I.2.3.2.4).

Ya hemos mencionado alguna vez en este apartado, que uno de los mecanismos propuestos, para justificar la mejora en los niveles de Fe en la planta al aplicar sustancias húmicas, ha sido la posibilidad que tienen estos compuestos de catalizar la reducción de Fe^{3+} a Fe^{2+}, así como MoO_4^{2-} a Mo^{5+} (Lakatos et al., 1977, Goodman et al., 1982, Skogerboe et al., 1981). Esta reducción iónica es de considerable importancia ya que va a modificar las características de solubilidad de estos iones metálicos y mejoran su disponibilidad para las plantas y microorganismos.

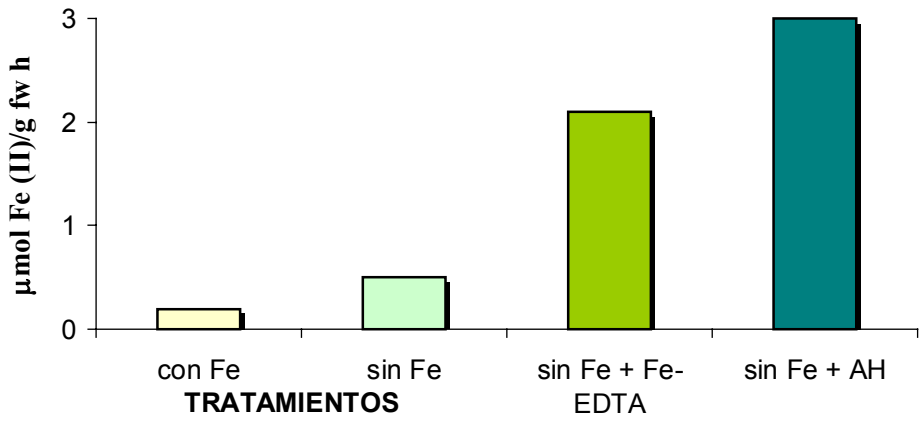


Figura I.2.3.2.4. Aumento de la actividad de la enzima Fe^{3+}-reductasa al aplicar ácidos húmicos en plantas de pepino con deficiencia de Fe, cultivadas en suelos calizos (Mohamed, et al. 1998).

El Fe^{3+} es reducido a Fe^{2+} por los polifenoles, existiendo dos mecanismos para explicar el transporte de hierro como Fe^{2+} (Figura I.2.3.2.5):

1) Complejación del Fe^{3+} y posterior reducción.
2) Reducción del Fe^{3+} bajo condiciones anaeróbicas durante la saturación de las capas superiores del suelo seguida por una quelación.

Al hablar de la influencia de las sustancias húmicas en los microorganismos, ya hemos visto como las sustancias húmicas podían actuar como mediadores en la transferencia de electrones cuando las bacterias anaeróbicas no podían reducir el hierro amorfo, y como las bacterias fermentadoras eran capaces de canalizar electrones de oxidaciones anaeróbicas vía ácidos húmicos para la reducción de del hierro (Benz et al., 1988).

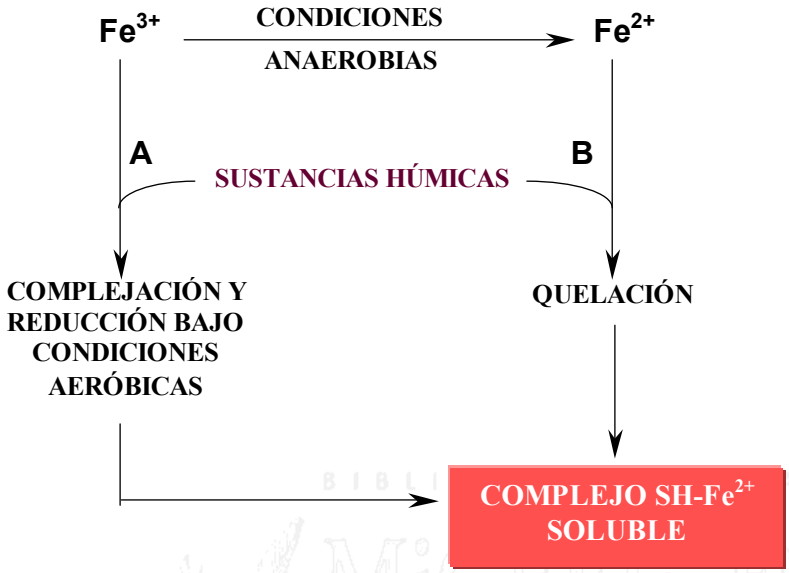


Figura I.2.3.2.5. Mecanismos posibles para la reducción de Fe^{3+} (Stevenson, 1994).

- Efectos sobre las membranas.

La estimulación en la toma de nutrientes debido al tratamiento con materiales húmicos ha llevado a muchos investigadores a proponer que estas sustancias afectan a la permeabilidad de las membranas (Vaughan et al., 1971, 1976). Prozorovskaya (1936) demostró que la exósmosis de azúcares del bulbo radicular aumentaban en presencia de ácidos húmicos, la conclusión fue que las sustancias húmicas incrementaban la permeabilidad de las membranas celulares, aumentando el nivel de nutrientes.

La manera en la que actúan las sustancias húmicas sobre las membranas no está del todo clara, aunque es probable relacionarla con la actividad superficial de los compuestos húmicos (Chen et al., 1978) como consecuencia de sus propiedades hidrófobas e hidrofílicas. De

este modo, las sustancias húmicas pueden interactuar con las estructuras fosfolipídicas de las membranas celulares y comportarse como transportadores de nutrientes a través de ellas.

(a) ***(b)***

Figura I.2.3.2.6. Micrografías obtenidas por microscopía de transmisión electrónica de raíces tratadas con fracciones de ácidos húmicos de MW >3500 KDa (a) y de raíces no tratadas (b).(c: citoplasma, cw: pared celular, m: mitocondria, n :núcleo, dc: célula degeneradora) (Concheri et al., 1994).

Concheri et al. (1994) afirman que las sustancias húmicas en la rizosfera podrían estar afectadas por los ácidos orgánicos procedentes de los exudados de las raíces o del metabolismo microbiano, y por tanto ser disociados en constituyentes de menor peso molecular dotados con actividad hormonal. Nardi et al.1991, descubrió que estas fracciones van a afectar la actividad de diferentes enzimas, como veremos más adelante, y se va a reflejar en respuestas morfológicas, como por ejemplo el engrosamiento de las paredes celulares de las raíces tratadas con fracciones de sustancias húmicas (Figura I.2.3.2.6).

- Metabolismo energético.

Diversos trabajos (Vaughan, 1969, Sladky, 1959) demuestran que la presencia de sustancias húmicas mejora la fotosíntesis y la respiración (Tabla I.2.3.2.2 y Figura I.2.3.2.7). Las plantas de tomate crecidas en aquellas disoluciones nutritivas que contenían ácido húmico, ácido fúlvico o un extracto alcohólico producían mayores niveles de clorofilas; de la misma forma también aumentó el consumo de oxígeno comparado con el control. El efecto de los ácidos fúlvicos fue mayor que para los ácidos húmicos (Tabla I.2.3.2.2). Vaughan (1969), purificó el ácido húmico utilizado en los tratamientos, eliminando la posibilidad de que el aumento de la respiración fuera causado por sustancias como proteínas o carbohidratos. El ácido húmico resultante fue aplicado foliarmente, obteniendo incrementos en los niveles de oxígeno. De esta forma, se demostraba que los ácidos húmicos y fúlvicos tenían un efecto directo en la respiración. Flaig (1968) llegó a las mismas conclusiones utilizando ácidos húmicos sintéticos. Sladky et al. (1959) observó también incrementos en el nivel de clorofila cuando plantas de begonia eran pulverizadas con ácidos húmicos.

Tabla I.2.3.2.2. Efecto de distintas sustancias húmicas en la respiración y en los niveles de clorofila en plantas de tomate (Sladky, 1959).

TRATAMIENTO	NIVEL DE OXÍGENO		CLOROFILA
	HOJAS	RAÍCES	
	% respecto al control		
Control	100	100	100
Extracto alcohólico	110	176	130
AH (50 mg/L)	124	123	163
AF (50 mg/L)	**130**	**138**	**169**

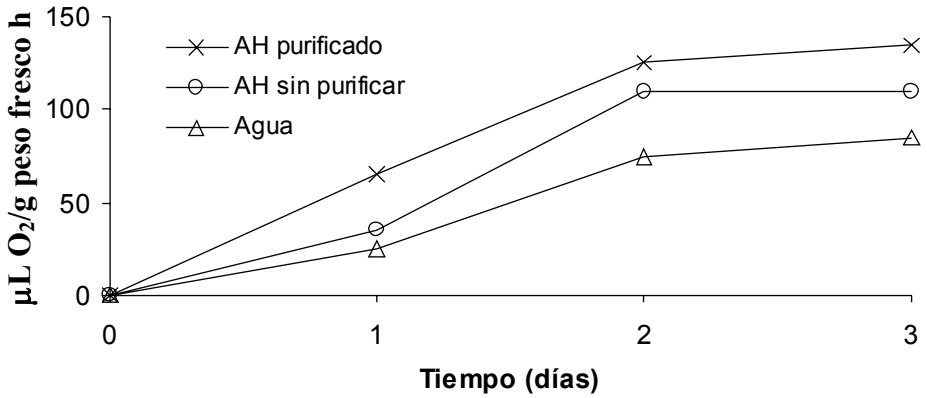


Figura I.2.3.2.7. Efecto del ácido húmico en el desarrollo de la respiración en cortes radiculares de remolacha (Vaughan, 1969).

Retta et al. (1994) comparó la capacidad de las fracciones húmicas de menor tamaño molecular para inducir cambios fisiometabólicos en tejidos foliares de Nicotiana plumbaginifolia, Nicotiana tabacum y Petunia híbrida; los resultados mostraron la formación de callos más pequeños y mayor actividad rizogénica cuando los ácidos húmicos eran comparados con la aplicación de IAA o K.

Los resultados de Benedetti et al. (1994) les llevaron a la conclusión de que la aplicación de ácidos húmicos al suelo tiende a estimular el metabolismo de las plantas. A esta afirmación llegaron, después de que en dos suelos cultivados y tratados con ácidos húmicos, la cantidad de N lixiviado en % y la concentración final de N disponible eran menores que los resultados encontrados para el control. En todos los casos, el lixiviado estaba formado prácticamente por N como NO_3^-, estando totalmente ausente el N-NO_2^-.

- Síntesis de proteínas, ácidos nucleicos y actividad enzimática.

Vaughan et al. en 1979b observaron que los ácidos húmicos influían en la síntesis de ARN-m, el cual es esencial para los principales procesos bioquímicos que ocurren en la célula. Numerosos trabajos recogen la influencia de las sustancias húmicas en la síntesis de proteínas, especialmente enzimas. Bukvova et al. (1967) encontraron que los ácidos húmicos afectaban el desarrollo de fosforilasa en maíz crecido en suelos arenosos. El efecto de los materiales húmicos en la actividad enzimática va a estar influenciada por la dosis empleada; Bukvova et al. (1967) observó que las sustancias húmicas mejoraban la síntesis de enzimas en las raíces cuando se aplicaban 10 mg/L, sin embargo la aplicación de dosis elevadas (100 mg/L) producía efectos inhibitorios. Diversos trabajos han mostrado que las sustancias húmicas influyen en el desarrollo de otras enzimas como catalasa, o-difenoloxidasa, y citocromo en tomates (Stanchev et al., 1975) o invertasa y peroxidasa en remolacha (Vaughan, 1969, Vaughan et al, 1974).

Numerosos autores denominan a la acción hormonal de las sustancias húmicas como comportamiento "**auxin-like**". (Retta et al., 1994). La modificación cuantitativa de las isoperoxidasas, al aplicar sustancias húmicas de bajo peso molecular en Nicotiana plumbaginifolia mostró el mismo comportamiento que las plantas tratadas con IAA.

Benedetti et al. (1994) estudiaron el comportamientos de las sustancias húmicas en la dinámica del nitrógeno, los resultados que obtuvieron mostraban que los compuestos húmicos no afectaban a la

nitrificación, además de no modificar las actividades de la deshidrogenasa y ureasa.

Biondi et al. (1994) demostraron que la aplicación de ácidos húmicos al suelo se correlacionaba con un aumento de la cantidad de la glutamato oxalacetato transaminasa (GOT) en las plantas, especialmente en las hojas y disminuye la cantidad de glutamato deshidrogenasa (GLDH) (Tabla I.2.3.2.3). Los ácidos húmicos influyeron en la glutamato oxalacetato transaminasa al estimular el proceso de incorporación y transferencia de amonio y de este modo la síntesis de aminoácidos. Los resultados parecen mostrar una inhibición de la glutamato deshidrogenasa (inicia la actividad catabólica de las plantas) al aplicar los ácidos húmicos.

Concheri et al. (1994) encontraron que en las raíces de maíz la aplicación de sustancias húmicas coincidía con un ligero aumento en la actividad de la invertasa y peroxidasa.

Tabla I.2.3.2.3. Actividades de GOT y GLDH en hojas y raíces de maíz cv Creso durante el proceso de crecimientos (Biondi et al., 1994).

		BROTACIÓN	CRECIMIENTO VEGETATIVO	APARICIÓN DE LA ESPIGA	FLORACIÓN
GOT en hojas (mU/g)	CONTROL	1926 cd	1808 c	1658 b	1414 a
	AH (16 kg/ha)	2205 e	2073 d	2457 ef	2147 e
	AH (32 kg/ha)	2356e	2039 d	2992 f	2899 f
GOT en raíces (mU/g)	CONTROL	1392 m	726 a	1443 m	1433 m
	AH (16 kg/ha)	1280 l	696 g	1312 l	1294 l
	AH (32 kg/ha)	1265 l	835 h	1349 lm	1134 i
GLDH en raíces (mU/g)	CONTROL	258 t	203 s	132 gr	147 r
	AH (16 kg/ha)	170 r	86 p	46 o	25 n
	AH (32 kg/ha)	113 q	82p	36 n	21n

Resulta muy difícil explicar los mecanismos por los que las sustancias húmicas afectan a las actividades de las enzimas. Butler et al. (1969) propuso que los ácidos húmicos podían inhibir la actividad de la pronasa por la competencia con el sustrato por los lugares activos de las enzimas o los cambios conformacionales causados en la enzima. Vaughan et al. (1979a) sugirieron que los ácidos húmicos inhibían la actividad de la peroxidasa por la quelación competitiva de hierro. Los diferentes mecanismos están relacionados con la reactividad de los grupos funcionales de los materiales húmicos, que varían dependiendo de la enzima en cuestión.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

I.2. 4. Sustancias húmicas comerciales.

Cada año aparecen en el mercado más enmiendas orgánicas de carácter comercial que afirman contener sustancias húmicas de distintos orígenes. Si repasamos los Vademécum de productos fitosanitarios de los últimos años (De Liñan, 1998, 2002), vemos como en 1.998 el número de sustancias húmicas comerciales era de 180, siendo en el año 2.002 de 251 de las cuales 68 son catalogadas como **Enmiendas orgánicas húmicas sólidas** y 183 como **Ácidos húmicos líquidos**. La aparición de número cada vez mayor de preparaciones orgánicas de carácter comercial, llevó al desarrollo de una Orden Ministerial que regulara estos productos. La Orden de 28 de Mayo de 1998 sobre fertilizantes y afines que desarrolla el Real Decreto 72/1988 de 5 de Febrero, modificado por el Real Decreto 877/1991, de 31 de Mayo, divide, define y caracteriza las enmiendas orgánicas que contienen sustancias húmicas en:

- **Enmienda húmica sólida.** Producto sólido que aplicado al suelo aporta humus mejorando sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Siendo sus contenidos mínimos en elementos fertilizantes:

MATERIA ORGÁNICA TOTAL (% p/p)	**≥ 25**
EXTRACTO HÚMICO TOTAL (% p/p) (ÁC. HÚMICOS + FÚLVICOS)	**≥ 5**
ÁCIDOS HÚMICOS (% p/p)	**≥ 3**
HUMEDAD MÁXIMA (% p/p)	**≥ 40**

- **Ácidos húmicos líquidos.** Producto en solución acuosa obtenido por tratamiento o procesado de turba, lignito o leonardita. Siendo sus contenidos mínimos en elementos fertilizantes:

MATERIA ORGÁNICA TOTAL (% p/p)	**≥ 25**
EXTRACTO HÚMICO TOTAL (% p/p) (ÁC. HÚMICOS + FÚLVICOS)	**≥ 15**
ÁCIDOS HÚMICOS (% p/p)	**≥ 7**
HUMEDAD MÁXIMA (% p/p)	**≥ 40**

Los beneficios de las sustancias húmicas sobre la germinación de la semillas, el enraizado, el crecimiento radicular, el desarrollo de la parte aérea y el nivel de macro y micronutrientes, ha llevado a la industria de los agroquímicos a incorporar preparados de sustancias

húmicas comerciales, como estimuladores del crecimiento. Estas preparaciones comerciales suelen ser sales de ácidos húmicos de origen natural que contienen suficiente concentración de sustancias húmicas.

Malcolm et al. (1986) encontraron diferencias estructurales entre las sustancias comerciales y naturales, además estos productos comerciales en ocasiones no presentan la suficiente información sobre el origen, métodos usados para aislar el material húmico o los pretratamientos que han sido llevados a cabo para obtener el producto comercial. Estos autores también manifiestan que estos productos no pueden ser usados de manera análoga a las sustancias húmicas presentes en el suelo o en el agua.

Hay autores que incluso atribuyen efectos negativos a las sustancias húmicas comerciales sobre el crecimiento de las plantas y/o el nivel de nutrientes (De Kreij et al., 1995). Sin embargo, la mayoría de las investigaciones sobre las sustancias húmicas comerciales han mostrado, por lo general, efectos positivos sobre el desarrollo vegetal similares a las recogidas para las sustancias húmicas naturales (Visser, 1986; Cooper et al. 1998; Ron et al, 1983; Miele et al., 1986, Adani et al.,1998).

I.3. Aminoácidos.

Los aminoácidos como fertilizantes son muy usados en agricultura, sin embargo no suele ser muy abundante la bibliografía que recoja estudios sobre sus propiedades y efectos en la fisiología de la planta. Las casas comerciales que venden estos productos, suelen adjudicarles numerosas propiedades positivas, desde la complejación de micronutrientes, hasta la disminución de los efectos adversos que distintas situaciones de estrés pueden provocar en el vegetal. Pero son necesarias más investigaciones que evalúen y consideran las virtudes, que según los fabricantes, tienen los aminoácidos.

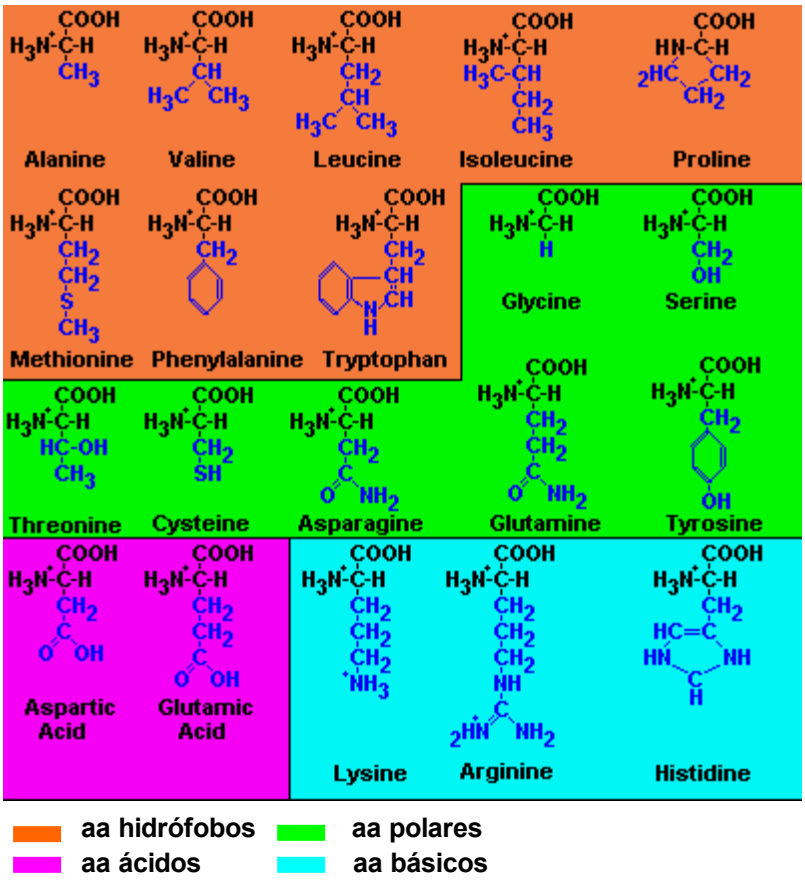
Aunque las plantas contienen más de 200 aminoácidos diferentes, únicamente cerca de 20 intervienen en la síntesis de proteínas (Tabla I.3.1). Los esqueletos carbonados para estos aminoácidos son derivados principalmente de intermedios de la fotosíntesis, la glicólisis y el ciclo de ácidos tricarboxílicos (Marschner, 1995).

La existencia de los aminoácidos en el suelo se conoce desde comienzos del siglo pasado, cuando Suzuki (1906-1908) recogió la presencia de ácido aspártico, alanina, ácido aminovalérico, y prolina en una hidrólisis ácida de ácidos húmicos. En 1917, otros aminoácidos fueron aislados del suelo como ácido glutámico, valina, leucina, isoleucina, tirosina, histidina y arginina.

En los últimos años, más aminoácidos han ido apareciendo en la bibliografía, muchos de los cuales no son constituyentes de proteínas. De este modo nos encontramos con compuestos como la Ornitina y β-

Alanina que forman parte de ciertos antibióticos, la β-Alanina además es un componente del ácido pantoténico, una importante vitamina. La existencia del ácido α, ε-diaminopimélico es interesante puesto que su origen parece ser bacteriano (Stevenson, 1994, Figura I.3.1).

Tabla I.3.1. Aminoácidos esenciales en la síntesis de las proteínas.



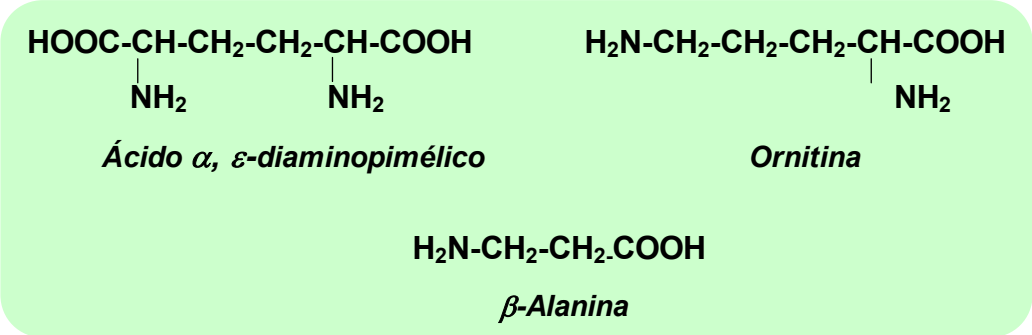


Figura I.3.1. Algunos aminoácidos no proteicos

I.3.1. Uso de los aminoácidos en la agricultura.

Existen diversos tipos de bioestimulantes, unos químicamente bien definidos tales como aminoácidos, polisacáridos, péptidos, etc. y otros más complejos en cuanto a su composición química, como pueden ser los extractos de algas, ácidos húmicos, etc., que al ser aplicados a las plantas, normalmente por vía foliar pero también por vía radicular, son bien absorbidos por las mismas y utilizados de forma más o menos inmediata. Aún cuando son considerados fuente de N, no es este aspecto el que justifica su utilización sino el efecto activador que producen sobre el metabolismo del vegetal. Por este motivo, De Liñan (2001) aconseja, en la mayoría de los casos, que sean aplicados junto con un abono mineral adecuado al cultivo y a su estado fenológico. Algunos formulados, además de micronutrientes, contienen cantidades respetables de nitrógeno, fósforo y potasio.

Los concentrados y soluciones de aminoácidos pueden contener como máximo 24 aminoácidos diferentes. De ellos 20 se consideran esenciales para el hombre porque no los puede sintetizar.

Aplicar el calificativo de esencial a un aminoácido respecto de una planta no es correcto según De Liñan (2001), salvo que se disponga de la información suficiente como para que pueda demostrarse que un aminoácido concreto no es sintetizado por esa especie.

I.3.1.1. Funciones en el suelo.

Lucena (2000) propone los efectos de los aminoácidos sobre las propiedades químicas del suelo de manera semejante a las sustancias húmicas, aunque con una serie de diferencias significativas:

- Los aminoácidos representan una fuente orgánica altamente nitrogenada, en contraposición a las sustancias húmicas de esqueleto principalmente carbonado. Por tanto, en su degradación microbiana los aminoácidos producirán N fácilmente asimilable, mientras que las sustancias húmicas, si no están bien estabilizadas serán consumidoras de N (Kvesitadze et al., 1996).
- Los aminoácidos, al presentar grupos carboxílicos y amínicos libres tienen doble capacidad de reacción, como ácidos y como bases, actuando tanto sobre cationes como sobre aniones. En suelos calizos se presentan fundamentalmente en forma aniónica (Kvesitadze et al., 1996). Las sustancias húmicas son sin embargo ácidos, actuando sólo sobre cationes.
- Los aminoácidos forman complejos bien definidos, en los que el Fe, Cu y Mn serían los cationes que forman los complejos más estables. No olvidemos que los quelatos férricos sintéticos más estables son ácidos poliaminocarboxílicos, es decir, con

estructura peptídica. Las sustancias húmicas, debido a la presencia de fenoles complejan preferentemente al Fe y Zn (Casado, 2000).

Marschner (1995) propone un esquema de cómo los aminoácidos exudados por las raíces son capaces de movilizar nutrientes minerales como el hierro (Figura I.3.1.1.1). Estos compuestos orgánicos junto con otros de también bajo peso molecular (ácidos orgánicos, o fenoles) son liberados principalmente en la zona apical de las raíces (Uren et al., 1988).

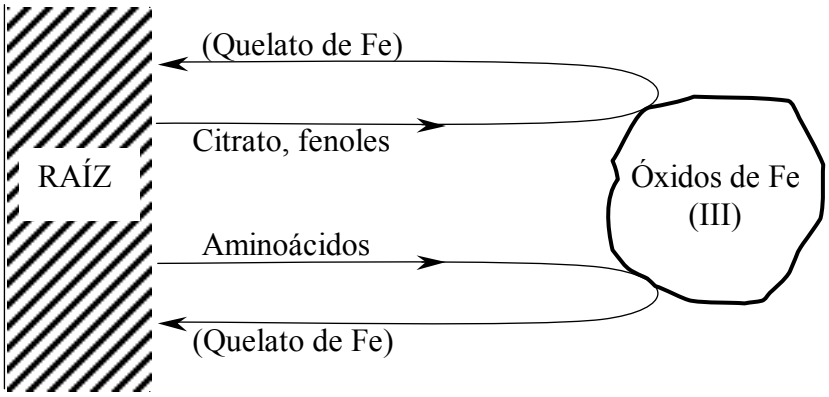


Figura I.3.1.1.1. Mecanismo propuesto por Marschner (1995) para la solubilización en la rizosfera de especies inorgánicas como los óxidos de hierro (III) por exudados radiculares.

Según Lucena (1997), las principales propiedades de las sustancias húmicas pueden ser también atribuidas a los aminoácidos:

- Transportadores de metales.
- Control de disponibilidad de nutrientes y elementos tóxicos.

- Elevada capacidad de intercambio catiónico.
- Acidificantes o controladores del pH.
- Favorecedores desarrollo de micro y macroorganismos.

Un estudio sobre la interacción de aminoácidos en suelo, reveló que la capacidad de intercambio catiónico no varía de forma relevante en suelos calizos, mientras que la disponibilidad de nutrientes aumenta, en particular la de Mn y Cu, aunque en presencia de microorganismos este efecto no está tan claro ya que incrementa la utilización de los nutrientes por los microorganismos (Roik et al., 1996); se observa un efecto sinérgico con quelatos del tipo Fe-EDDHA y SIAPTON, por lo que su aplicación conjunta podría disminuir las pérdidas de hierro y quelato por retención en la superficie del suelo (Lei, 1991).

I.3.1.2. Funciones en la planta.

Todas las especies vegetales necesitan sintetizar los aminoácidos necesarios para la formación de proteínas, a partir de Glucosa y Nitrógeno mineral (Figura I.3.1.2.1). Para esta síntesis de aminoácidos y de proteínas la planta efectúa un importante consumo energético. En la actualidad se suministran a la planta directamente los aminoácidos necesarios, con el fin de conseguir un consiguiente ahorro energético, obteniéndose así una respuesta muy rápida.

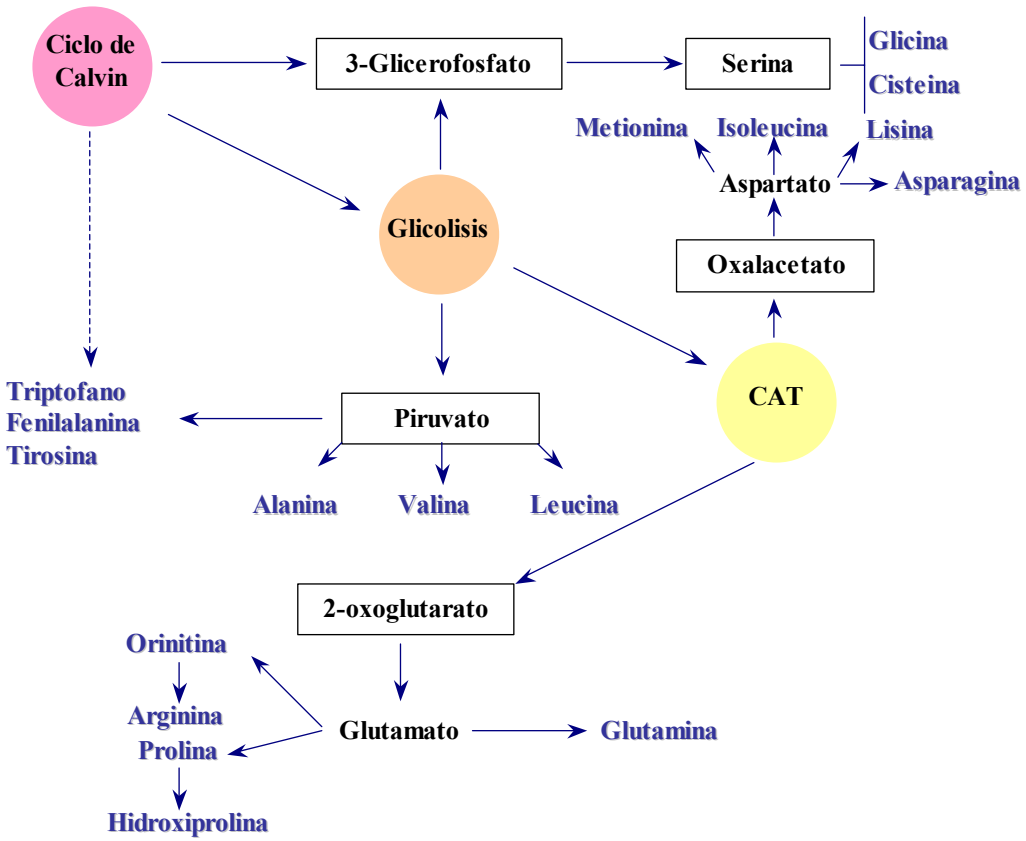


Figura I.3.1.2.1. Biosíntesis de aminoácidos desde varios intermedios del Ciclo de Calvin, Glicólisis y ciclo de los ácidos tricarboxílicos (Azcón-Nieto et al., 1993).

Los compuestos de nitrógeno orgánico de bajo peso molecular, como los aminoácidos, tienen una gran importancia en la adaptación de plantas a sustratos salinos, puesto que protegen a las enzimas de la inactivación producida por altas concentraciones de NaCl y a las membranas contra la desestabilización por calor (Abdón et al., 1991). Cuando las plantas se ven sometidas a estrés, dependiendo de las especies, van acumulando aminoácidos. La acumulación de aminoácidos es mayor cuanto mayor es el tiempo al que las plantas se ven sometidas a estrés. Por ejemplo, la prolina empieza a incrementar

sus niveles hasta por encima del 1% en masa seca, cuando los potenciales de agua se hacen negativos. En situaciones de estrés salino, los compuestos orgánicos, para evitar los efectos negativos de la acumulación de sales en la construcción de tejidos, mantienen el balance osmótico con la solución del suelo. La prolina lleva a cabo este proceso, junto con otros aminoácidos y con otros compuestos como el glicerol y los ácidos orgánicos (Casado, 2000).

La síntesis de polipéptidos se induce en presencia de metales pesados, debido a que algunos contienen azufre, que es un elemento capaz de enlazarse a grandes cantidades de metales pesados, y pueden jugar un papel importante en la desintoxicación de metales pesados (Abdón et al., 1991).

Los aminoácidos son precursores de algunos compuestos hormonales en la planta. En la síntesis del ácido Indol-3-acético (AIA), el triptófano juega un papel muy importante; las dos rutas que se proponen para la síntesis del AIA implican al Indol-3-acetaldehido como un compuesto intermedio que proviene de la descarboxilación y desaminación del triptófano (Azcón-Bieto et al., 1993). En estudios realizados por Arshad (1995), se aplicaron diferentes concentraciones de triptófano a plantas de algodón, los resultados mostraron que las aplicaciones de triptófano al suelo se correlacionaban con elevados niveles de auxinas en plantas, los autores atribuyeron esta respuesta, a que el triptófano era convertido en auxinas por la microflora de la rizosfera que las aportaba directamente a la planta. Las aplicaciones foliares de triptófano no provocaron efectos tan significativos como las aplicaciones a la rizosfera que mejoraban el crecimiento de la raíz, la

capacidad para captar nutrientes, obteniendo niveles de NPK mayores y aumentando el crecimiento de la planta en general.

Los aminoácidos que se aplican pueden contener oligopéptidos capaces de influir sobre los factores reguladores de la *ARN-polimerasa* provocando un aumento de la velocidad de transcripción, es decir, pueden actuar como factores extracelulares de la transcripción de la expresión genética (Roik et al., 1996).

I.3.1.3. Fertilizantes a base de aminoácidos. Bioestimulantes.

Los productos a base de aminoácidos que existen en el mercado se obtienen por uno de los tres procesos siguientes:

1. **Hidrólisis de proteínas.** Es el procedimiento más usual y económico. La hidrólisis puede ser (Kvesitadze et al., 1996):

   (a) Hidrólisis ácida. Las proteínas son fraccionadas al hervirlas con ácidos. En la actualidad se usa ácido clorhídrico, consiguiendo que la temperatura de hidrólisis sea inferior a 250 ºC.
   (b) Hidrólisis básica. Las proteínas son fraccionadas con bases.
   (c) Hidrólisis enzimática. Las proteínas son sometidas a la acción de ciertas enzimas. En la digestión sus moléculas se hidrolizan formando polipéptidos y aminoácidos.

2. **Por síntesis.** La composición de estos productos está perfectamente definida, y en la obtención imitan el proceso que siguen los organismos vivos para obtener los aminoácidos libres. Aunque tienen efectos reconocidos en el metabolismo y en algunos procesos fisiológicos de las plantas (De Liñan, 2001), su elevado precio en ocasiones los hacen inviables.

3. **Por biotecnología**. Se utilizan las técnicas desarrolladas por la ingeniería genética; los productos que resultan tienen precios muy altos aunque son muy eficaces (Kvesitadze, 1992).

Los productos comerciales que podemos encontrar en el mercado justifican el uso de este tipo de nutrientes biológicos, por sus efectos bioestimulantes, hormonales y reguladores del metabolismo. Estos efectos se pueden resumir en los siguientes puntos:

- **Influencia en el equilibrio fisiológico de la planta.**
- **Los aminoácidos tienen una rápida asimilación por vía foliar y radicular.**
- **Representan una función de nutrición inmediata como consecuencia del aporte de sustancias proteínicas, azúcares y aminoácidos.**
- **Actúan como catalizadores que regulan el crecimiento a través de mecanismos enzimáticos.**
- **Regulan el contenido hídrico de la planta.**
- **Incrementan la producción, mejorando la cantidad de azúcar, la uniformidad y por tanto la calidad.**
- **Reducen los efectos producidos por cambios bruscos de temperatura, transplante, heladas, etc.**
- **Ayudan en la recuperación de las plantas sometidas a condiciones de estrés producidos por fitosanitarios.**
- **Se pueden aplicar a cualquier cultivo en cualquier área climática.**

Para estos productos nutricionales, también existe una legislación que los regula, a través de una Orden del 28 de Mayo de 1998 sobre Fertilizantes y Afines publicada en el BOE 131 de 2 de Junio de 1998. Según esta orden, en función de su composición y origen podemos tener dos tipos de productos:

1. **"Aminoácidos".** Productos en solución acuosa obtenidos por hidrólisis de proteínas, fermentación o síntesis que reúnan los siguientes contenidos mínimos:

"AMINOÁCIDOS"	
	% (p/p)
N_{TOTAL}	4
aa Libres	6
$M.O._{TOTAL}$	20
C/N	6

2. **"Producto conteniendo aminoácidos"**. Son aquellos productos que incorporan aminoácidos obtenidos por alguno de los procesos anteriores y cuyos contenidos mínimos son:

"PRODUCTO CONTENIENDO AMINOÁCIDOS	
	% (p/p)
N_{TOTAL}	-
aa Libres	2
$M.O._{TOTAL}$	-
C/N	-
$N + P_2O_5 + K_2O$	6

I.4. Situación del cultivo del tomate en la agricultura española.

El origen de la planta de tomate se sitúa en el continente americano, al parecer en la zona de Perú-Ecuador, desde la que se extendió a América Central y Meridional. Su nomenclatura se deriva de los términos aztecas “tomatl”, “xitomate” y “xititomate”. En principio se cree que fue utilizado como planta ornamental; su introducción en Europa se realizó en el siglo XVI, y se sabe que a mediados del siglo XVIII era cultivado con fines alimenticios, principalmente en Italia.

Su alto contenido en vitaminas hace del fruto del tomate una hortaliza fundamental y de gran uso en la alimentación mundial actual, siendo su consumo en la mayor parte de los países europeos cercano a los 10 Kg por persona y año, mientras que en España e Italia esta cifra se cuadruplica y triplica, respectivamente.

Figura I.4.1. Fruto de tomate.

Taxonómicamente, el tomate pertenece a la familia *Solanaceae*, y su nombre científico habitual es el de *Lycopersicum esculentum* Mill*.,* aunque más modernamente se tiende hacia la denominación *Lycopersicum lycopersicum* (L.) (Figura I.4.1).

Es una planta cultivada normalmente como anual, pero cuya duración vegetativa en condiciones climáticas favorables puede prolongarse varios años.

Los ciclos de cultivo del tomate más frecuentes en España son ciclo extratemprano (se da en Alicante, Murcia, Almería y Málaga), temprano (en la Comunidad Valenciana), normal (en el interior de la península) y tardío (Murcia, Almería, Alicante y Canarias). En la Tabla I.4.1 vemos en que época se desarrolla cada cultivo.

Tabla I.4.1. Ciclos de cultivo de tomate más frecuentes en España. Maroto (1986).

CICLO	SEMILLERO	TRASPLANTE	RECOLECCIÓN
EXTRATEMPRANO	OCTUBRE	DICIEMBRE	FEBRERO
TEMPRANO	NOV. - DIC.	FEBRERO	MAYO
NORMAL	ENERO	ÉPOCA LIBRE DE HELADAS	VERANO
TARDÍO	JUN. - JUL.	JUL. – SEP.	SEP.- FEB.

El tomate fresco para consumo directo, es la primera hortaliza de exportación en España, ocupando así mismo, un primer lugar en el comercio exportador dentro de los países de la UE.

Según FAO, la superficie mundial del tomate fresco y de transformación en 1999 fue de 3,5 mill. ha, con una producción de 95 mill. Tm y un rendimiento de 269 Qm/ha. España ocupa el séptimo lugar en el mundo en producción, muy por debajo de China, EE.UU., Italia, Turquía, Egipto y la India, y el primer puesto en cuanto a

rendimiento por ha (599 Qm/ha), seguido en forma paralela por EE.UU e Italia. En la UE, Italia tiene un 44% de la producción, seguido por España (24%), Grecia (13%) y Portugal (7%).

Los datos de producción en España en los últimos quince años han experimentado un incremento muy favorable, debido especialmente a los rendimientos en alza. Así en 1985 de una producción de 2,4 mill. Tm en una superficie de 60.000 ha, pasó a una producción de 3,8 mill. Tm sobre 64.4000 ha en el año 1.999 y de 3,5 mill. De Tm en 60.200 ha en el año 2.000 (Figura I.4.2).

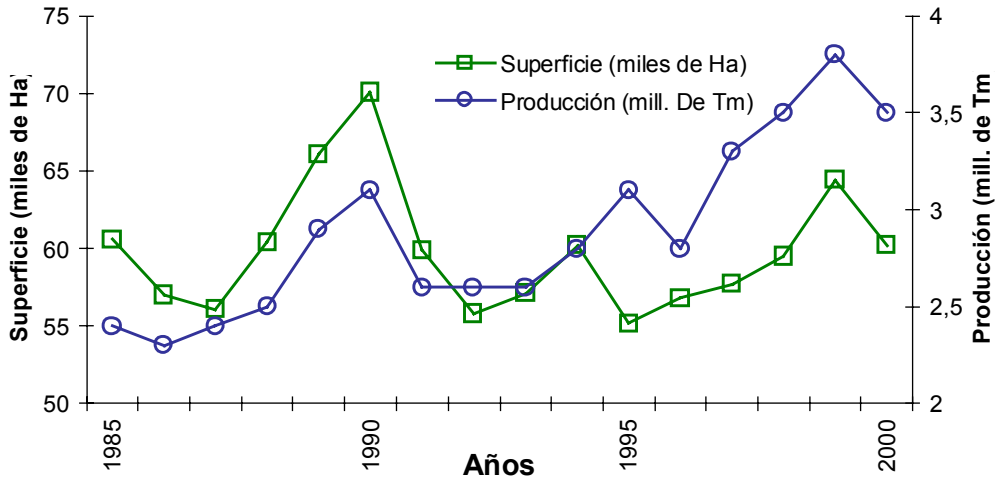


Figura I.4.2. Evolución del cultivo del tomate en España durante los últimos quince años. (Fuente: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación).

El sector productor y exportador de tomate fresco para consumo directo, se concentra principalmente en las Comunidades Autónomas de Andalucía (1,1 mill. Tm), Murcia (3,3 mill. Tm), Canarias (3,1 mill. Tm) y Valencia (2,0 mill. Tm), dentro de determinadas regiones

comarcales, donde por las condiciones características de suelo, clima y agua (generalmente salinas), no son aptas para el desarrollo de otros cultivos.

En el ámbito comunitario, las exportaciones de tomate fresco se realizan entre los países miembros. España lidera el comercio de exportación en la UE, con el 44%, seguido de los Países Bajos (34%), Bélgica (9%), Italia (6%) (Figura I.4.3). Los principales mercados españoles son Alemania, Países Bajos, Reino Unido y Francia; en los últimos años están aumentando las exportaciones con los países de Europa Oriental.

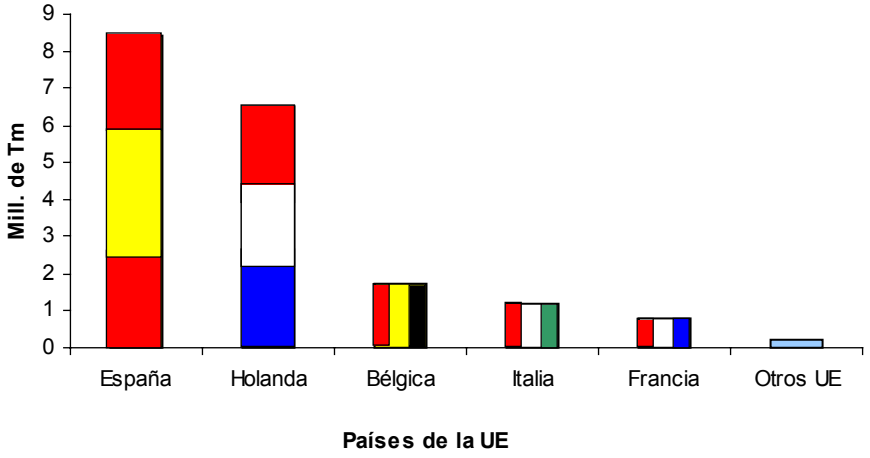


Figura I.4.3. Exportaciones de tomate de los principales productores de la UE. Datos Eurostat.

I.5. Situación del cultivo del limón en la agricultura española.

El origen de los agrios se localiza en Asia oriental, en una zona que abarca desde la vertiente meridional del Himalaya hasta China

meridional, Indochina, Tailandia, Malasia e Indonesia. La cita más antigua que se conoce procede de China y pertenece al *Libro de la Historia* (s. V a. C.). En éste se explica cómo el emperador Ta-Yu (s. XXIII a. C.) incluyó entre los impuestos la entrega de dos tipos de naranjas, grandes y pequeña.

En España, el cidro está presente desde el s. VII, aunque según Agustí (2000) no es descartable que se conociera con anterioridad dadas las relaciones con Italia, donde se sabía de su existencia varios siglos antes. Este autor baraja la posibilidad de que se conociera su existencia en las islas Baleares durante el s. V, sobre todo porque parece probable que los agrios llegaran desde Italia, a través del Mediterráneo. Aunque ningún autor ha fijado la época en que empezó al cultivarse en el litoral del Mediterráneo. Ibn al Awan señala en sus escritos la existencia de plantaciones de cidro en Sevilla a finales del s. XII. El naranjo amargo y el limonero llegaron de manos de los árabes en el s. XI, a través de África y procedentes de Arabia.

Las especies con interés comercial de los cítricos pertenecen a la familia de las *Rutaceas*, subfamilia *Aurantioideas*. Esta se encuentra dentro de la división *Embriophyta Siphonogama*, subdivisión *Angiospermae*, clase *Dicotiledónea*, subclase *Rosidae*, superorden *Rutanae*, orden *Rutales.*

En la actualidad los agrios se cultivan en la mayor parte de las regiones tropicales y subtropicales de ambos hemisferios del planeta. Son los frutos de mayor producción en el mundo. En 1997, la producción mundial de agrios se situó cercana a los 85 millones de Tm, mientras que la plátanos fue de unos 75 millones de Tm y la de

manzanas apenas superó los 50 millones de Tm. Brasil y EE.UU. fueron los primeros países productores del mundo, con unos 16-18 millones de Tm cada uno, seguidos por la Cuenca Mediterránea que alcanzó los 20 millones de Tm (Agustí, 2000). España es el primer país productor de la Cuenca Mediterránea con 5,8 millones Tm en la campaña 1999/00, que ocupan unas 270.000 ha (Figura I.5.1).

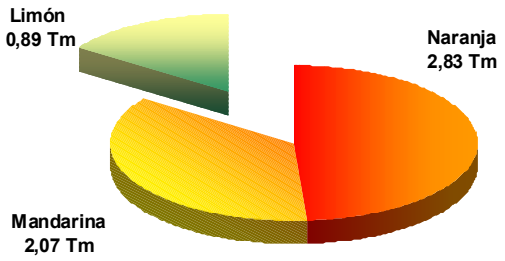


Figura I.5.1. Producción de cítricos durante la campaña 1999/00. Fuente: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación..

Más del 50% de la producción de cítricos de España son exportados en fresco, pero de modo desigual según diferentes cultivares. Así, mientras la exportación de mandarinas supera el 60% de su producción, en el caso de las naranjas la exportación se sitúa en torno al 45%; con respecto a los limones, se exporta normalmente más del 75% de la producción. Nuestros principales clientes extranjeros son los países de la Unión Europea (sobre todo Alemania y Francia) que acogen más del 80% de las exportaciones y los países del Este (Polonia, repúblicas Checa y Eslovacas) que apenas superan el 6% (Cortés et al., 1990).

La producción española no exportada se destina al mercado interior en fresco (25% de la producción total aproximadamente),

mientras la industria absorbe el 20 % de la producción anual de cítricos (Agustí, 2000).

La producción de limones en España se centra en tres comunidades autónomas; de ellas la región de Murcia se sitúa a la cabeza con una producción de 408.000 Tm en el año 2000 y una superficie de 21.377 ha en el año 1998; a continuación encontramos la comunidad Valenciana con 334.500 Tm en el año 2000; contando en 1998 con 13.983 ha de superficie; muy lejos se encuentra Andalucia con 172.300 Tm de producción en el año 2000 y una superficie de 7.402 ha en 1998 (Fuente: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación).

Las variedades “Verna” y “Fino” son las principales en España, el resto corresponde, sobre todo, a las variedades “Eureka”, “Lisboa” y “Villafranca”. Hasta fechas recientes, la variedad Verna era la más cultivada en España, siendo además nuestro país el único productor, pero la tendencia es que se produzca un cambio varietal como ya comienza a vislumbrarse en las últimas campañas, superando la producción de Fino a la de Verna durante la campaña 2000/01 (Tabla I.5.1).

Tabla I.5.1. Producción (Tm) de limón Fino y Verna.

				Producción Miles de Tm		
LIMONES	Murcia 2000/01	Valencia 2000/01	Andalucía 2000/01	España 2000/01	España 1999/00	España 1998/99
FINO	260,0	193,0	62,3	502,7	433,4	299,0
VERNA	160,0	149,3	93,6	412,7	453,3	384,6
OTROS	---	---	5,7	---	5,7	3,2

La variedad Fino es originaria de la Vega Alta del Segura (Murcia) (Agustí, 2000). Son árboles de tamaño mediano a grande, más vigorosos que los de la variedad "Verna", con espinas fuertes y muy productivos. Resistentes a la humedad y a la clorosis son, sin embargo, más sensibles al frío que los de la variedad "Verna", pero se recuperan más rápidamente que éstos. Poseen hojas largas y anchas. Su floración de primavera es más corta que en el caso de la variedad "Verna" y puede iniciarse su recolección a principios de Octubre y prolongarse hasta Febrero. En verano tiene lugar una segunda floración, muy escasa, que da lugar a frutos (<<redrojos>>) de mayor tamaño. Los frutos de <<cosecha>> son de forma variable (de esférica a ovalada) no presentan cuello en la zona peduncular y el mamelón estilar es pequeño (Figura I.5.2), tienen corteza delgada y fina, son de menor tamaño que los "Verna", tienen un alto contenido en zumo, elevada acidez y un mayor número de semillas. Su característica más importante es la precocidad ya que su permanencia en el árbol y su resistencia al manipulado y transporte son menores que en el "Verna".

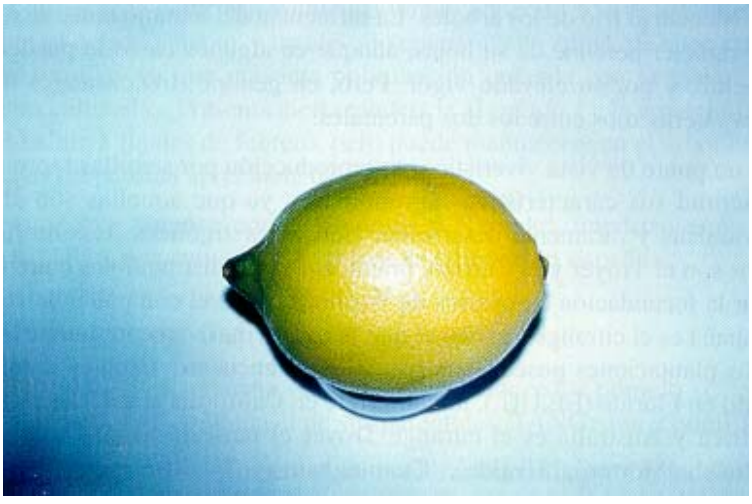


Figura I.5.2. Fruto de limón "Fino".

I.6. Situación del cultivo de la uva de mesa en la agricultura española.

Los primeros fósiles que se citan del género *Vitis* aparecen al comienzo de la Era Terciaria (-70 a –1 Mill. de años) (Martínez de Toda, 1991); las vides tuvieron que resistir a la glaciaciones del Cuaternario (-1 Mill. de años). La vid europea se refugió antes de la última glaciación en la zona que ha constituido su centro de origen y diversidad, es decir, la región que va desde la extremidad oeste de la cadena del Himalaya al Cáucaso. De allí partió a la conquista de Europa a través de las dos costas del Mediterráneo y tal vez, por el Valle del Danubio; de esta forma llegó al Atlántico y al Mar del Norte (hasta latitudes de Escocia y Escandinavia). La última glaciación no la eliminó del sur de Europa, subsistiendo en todo el Mediterráneo al abrigo de los grandes fríos. Así, la vid que iba a ser cultivada, *Vitis vinifera*, había colonizado Europa desde el Este, antes o durante la Edad de Piedra.

El cultivo de la vid parece que tiene su origen en Asia hace unos 4000 años. En Europa se introduce su cultivo bastante más tarde. Es importada por los griegos hasta Marsella, y posteriormente con la conquista romana se extiende el cultivo hacia el Oeste.

Las variedades con interés comercial de la vid pertenecen a la familia de las *Vitaceas*, género *Vitis,* especie *V. vinifera* . Esta se encuentra dentro de la división *Embriophyta Siphonogama*, subdivisión *Angiospermae*, clase *Dicotiledónea.*

La superficie de uva cultivada a nivel mundial está en torno a los 8,2 millones de ha, produciendo como media unos 60 millones de Tm de uva que en un 78% van destinadas a la elaboración de vino (Reynier, 1995). España es junto con EE.UU el tercer país productor de uva, con alrededor de 5 Mill. de Tm anuales, en primer lugar se sitúa Italia con 9,4 Mill. de Tm anuales y en segundo lugar Francia con una producción al año que se aproxima a los 7,7 Mill. de Tm. En cuanto a superficie, España es el país que más hectáreas destina al cultivo de la uva con 1,3 Mill., mientras que en Francia e Italia el cultivo de la vid ocupa de 0,8-0,9 Mill. de ha.

En España, de los 5 Mill. de Tm de uva que se producen como media cada año, más del 90% se destina a la fabricación de vinos, alrededor del 6% al consumo en fresco y sólo el 0,15% para pasas. En la Tabla I.6.1 vemos que el comportamiento de las producciones de uva según destino se han mantenido más o menos constantes durante los últimos años.

Tabla I.6.1. Producción nacional (Tm) de uva según destino..

	Producción Miles de Tm		
VIÑEDO	**1999**	**2000**	**2001**
UVA DE MESA	**370,2**	**350,3**	**371,4**
UVA DE TRANSFORMACIÓN	**5.050,5**	**6.332,6**	**5.363,8**

Fuente: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Con respecto a las exportaciones, España exporta todos los años una media de 100.000 Tm, teniendo como principal destino los países de la UE con más del 90% de estas exportaciones, siendo

Alemania, Francia, Reino Unido y Portugal nuestros principales clientes.

En España la producción de uva de mesa se concentra básicamente en la provincia de Alicante. En el año 1996 de las 326.051 Tm producidas en España, 184.838 Tm se produjeron en esta provincia, Murcia es la segunda provincia de España productora de uva de mesa con 63.921 Tm en el año 1996. En la provincia de Alicante observamos un comportamiento diferente al nacional y mundial destinándose más del 60% de la producción al consumo en fresco de la uva (Tabla I.6.2.).

Tabla I.6.2. Producción (Tm) de uva en la provincia de Alicante..

	Producción Miles de Tm	
VIÑEDO	**1996**	**1998**
UVA DE MESA	**184,8**	**182,3**
UVA DE TRANSFORMACIÓN	**64,9**	**35,1**
TOTAL	**249,7**	**217,4**

Fuente: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (1996).
Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación (Generalitat Valenciana).

En la provincia de Alicante, la producción de uva de mesa se centra en la comarca del Vinalopó, obteniéndose anualmente una media que oscila de 100.000 a 150.000 Tm, procedente de una superficie de 11.000 ha con un rendimiento de 15.000 a 20.000 kg/ha.

La comarca del Vinalopó comprende los términos de Agost, Aspe, Hondón de los Frailes, Hondón de las Nieves, Monforte del Cid,

Novelda y la Romana. La comarca se sitúa en la parte Centro Occidental de la provincia de Alicante (Figura I.6.1).

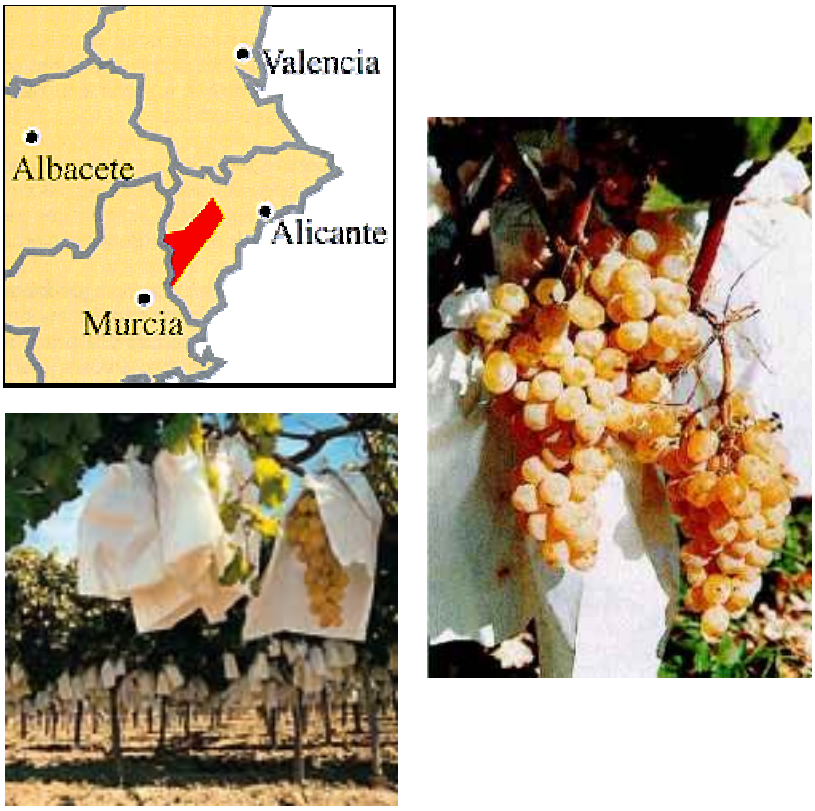


Figura I.6.1. Localización de la comarca del Vinalopó. Principal productor de uva de mesa de España. Cultivo de uva embolsada.

La topografía de la zona la conforman los valles del Vinalopó y adyacentes, que constituyen un ancho pasillo NE-SE, a través del cual discurre el río Vinalopó. El valle está formado por materiales del terciario inferior con calizas nummulíticas y margas, así como por materiales del cuaternario. La altitud en la zona baja o Vinalopó Medio varía entre los 215 m de Monforte del Cid hasta los 363 m de Agost.

El suelo es de naturaleza caliza, el origen litológico son graveras de terraza procedente de sedimentos continentales, sedimentos marinos, molasas y calizas, y margas con areniscas y calizas. Todos los suelos del Valle tienen elevado contenido en carbonato cálcico y poca materia orgánica.

En lo referente al clima, en la zona de Vinalopó Medio confluyen los tres tipos de clima que dentro de tipo Mediterráneo se dan en la provincia de Alicante (marítimo, templado y subtropical). Este clima hace que en la zona pocas veces se den temperaturas inferiores a 0ºC, existiendo el mayor riesgo de helada en las zonas bajas y orientadas al norte y noroeste. Existen fuerte contrastes en las precipitaciones; sequías y grandes avenidas y la elevada irregularidad interanual de las precipitaciones, así como su escasez (300 mm/año).

La uva de mesa producida en la comarca del Vinalopó está amparada por la Denominación de Origen y la variedades que principalmente se cultivan son Aledo, Italia y Rosetti. La variedad Italia es muy cultivada en el Levante español y en Italia, es vigorosa y de buen sabor ligeramente amoscatelado. La maduración puede variar desde la mitad de Agosto a mediados de Septiembre, se cultiva en emparrado o en espaldera obteniéndose producciones de 20.000-30.000 kg/ha. Las uvas son protegidas por una bolsa de papel de celulosa virgen satinada por su cara exterior un tiempo mínimo de sesenta días hasta el momento del envasado (Figura I.6.1).

Las uvas se embolsan poco antes de llegar al envero o principio de maduración. La bolsa de papel abierta por los dos extremos, se sujeta al racimo por su extremo superior. La bolsa protege al racimo de

ataques de insectos, aves y pequeños accidentes meteorológicos, así como de los tratamientos fitosanitarios, mejorando la coloración de los granos de uva y retrasando su maduración.

II. Objetivos.

La clorosis férrica obliga a los agricultores a hacer fuertes inversiones en agroquímicos, que solucionen los problemas originados por esta alteración nutricional en la planta. Durante más de 50 años se han desarrollado numerosos productos con el fin de mermar los daños producidos por la deficiencia de hierro. Los quelatos sintéticos de hierro han demostrado en numerosas investigaciones que son el método más eficaz para conseguir que la planta recupere su estado nutricional normal. La clorosis férrica es un problema ampliamente extendido en todo el mundo, especialmente en aquellas zonas en las que los cultivos se desarrollan en suelos calizos. Una de las principales trabas de los materiales usados para corregir la clorosis es su elevado coste, por lo que se utilizan principalmente en aquellos cultivos muy rentables económicamente. En el arco Mediterráneo, donde se concentra gran parte de la producción hortofrutícola de la península, junto con el Valle del Ebro donde la producción de frutales es muy importante, la clorosis se lleva cada año gran parte del presupuesto destinado a fertilizantes.

Durante años, los científicos han intentado ponerse de acuerdo en relación al quelato de hierro más eficaz. En la actualidad, considerando la eficacia en el rango de pH más amplio posible, es la formulación FeEDDHA la que se supone más idónea para combatir la clorosis férrica. También ha sido tema de debate entre la comunidad científica, la mejor forma de aplicar los quelatos de hierro. Aunque podemos encontrar en la bibliografía algunos defensores de la aplicación foliar, la manera más extendida de usar los quelatos es en adición al suelo, circunstancia que tuvimos en cuenta a la hora de administrar nuestros tratamientos en las plantas.

Hoy en día se continúa trabajando en conseguir productos que corrijan la deficiencia férrica de una manera más efectiva y económica, nosotros tomamos ésta idea como una de las premisas de nuestra investigación. **Diseñar un nuevo fertilizante que permitiera mejorar los niveles de hierro en la planta, y que no tuviera un precio superior a los quelatos.**

La idea básica de este estudio era aprovechar las propiedades iniciales que tienen los quelatos férricos y que de sobra han sido demostradas en numerosos estudios, y mejorarlas con la incorporación de otras familias de sustancias.

Las sustancias húmicas, y en general la materia orgánica vienen siendo estudiadas desde hace muchísimo tiempo, los primeros trabajos con cierto rigor científico fueron llevados a cabo ya en el siglo XVIII. En la actualidad, este grupo de sustancias está perfectamente caracterizado, y sus bondades son ampliamente conocidas, entre ellas destaca la que hace referencia a la solubilización de ciertos iones, entre ellos el hierro. Su capacidad complejante de cationes de Fe, Mn o Zn puede ser aprovechada para mejorar la nutrición vegetal de estos elementos, reduciendo los perjuicios de la clorosis. Sin embargo, debemos de tener en cuenta que muchos de los efectos positivos de las sustancias húmicas sólo aparecen cuando son aplicadas en grandes cantidades. La fertirrigación, muy extendida en la agricultura intensiva mediterránea, puede servirnos de ayuda para aplicar de forma localizada las sustancias húmicas, y permitir así que estas sustancias desarrollen sus propiedades solubilizadoras respecto a ciertos micronutrientes (hierro, manganeso, etc.). Teniendo en cuenta todo esto, consideramos que sería necesario demostrar que la

aplicación conjunta de quelatos férricos y sustancias húmicas podía mejorar la nutrición férrica en el vegetal, manteniendo el necesario equilibrio entre nutrientes, para una adecuada nutrición y en caso positivo estudiar **si fuese posible sustituir parte de ese quelato por sustancias húmicas sin perjudicar los niveles de hierro en la planta.**

Sin embargo, también debemos de tener en cuenta otros compuestos a los que se les achaca propiedades complejantes de algunos micronutrientes: los aminoácidos. Las plantas los segregan cuando se desarrollan en situaciones de deficiencia férrica y se ha comprobado que su presencia en el suelo se traduce en concentraciones más altas de hierro en disolución y por lo tanto disponible para las plantas. **Estos bioestimulantes, como son considerados, deberían ser también estudiados como posibles mejoradores de las propiedades de los quelatos férricos**.

Por último señalar, que aunque trabajos que estudien los efectos de los quelato de hierro en su aplicación en cultivos deficientes en hierro son frecuentes, al igual que es fácil encontrarnos con estudios de los efectos fisiológicos de las sustancias húmicas o aminoácidos, no resulta fácil encontrar trabajos que estudien los efectos derivados de la aplicación conjunta de los quelatos de hierro y diversas fuentes de materia orgánica (sustancias húmicas y/o aminoácidos).

Así pues, los objetivos de esta investigación los podemos resumir en los siguientes puntos:

1. **Comprobar cuales son los efectos en la nutrición férrica de la aplicación conjunta de los quelatos de hierro y sustancias húmicas o aminoácidos.**
2. Estudiar si es posible sustituir parte del quelato de hierro aplicado por un tipo materia orgánica, ya sean sustancias húmicas o aminoácidos, para mejorar la eficacia de los quelatos sintéticos de hierro.
3. Valorar cómo la aplicación sustancias húmicas y aminoácidos junto con los quelatos de hierro puede influir en los niveles del resto de macro y micronutrientes, observando si se producen efectos sinérgicos o inhibitorios en la toma de estos elementos.
4. Investigar la acción de las sustancias húmicas y aminoácidos aplicados con el quelato FeEDDHA en los parámetros de calidad de los frutos.
5. **Diseñar nuevas formulaciones de productos que mejoren los quelatos actuales en comportamiento y coste.**

III. Materiales y métodos.

La parte experimental de esta investigación está dividida en dos bloques (Figura III.1), constando cada uno de ellos de tres experiencias correspondientes a cada uno de los cultivos elegidos. En el primer bloque tratamos de lograr el objetivo 1 y en parte, el 3 y 4. El segundo bloque lo destinamos a conseguir el objetivo 2 y completar el 3 y 4. Con los resultados de las experiencias de los dos bloques alcanzamos el objetivo 5. La elección de los tres cultivos testigos se realizó en función de su importancia económica: tomate cv Daniela, limón cv Fino y uva cv Italia. Los ensayos se realizaron en parcelas delimitadas para esta circunstancia, en fincas de producción comercial. Las experiencias en tomate se llevaron a cabo en los invernaderos de la empresa Saleman, SL que se encuentran en la localidad de Muchamiel (Alicante); para los ensayos en limón se utilizó una finca privada del término municipal de Santomera, en Murcia y en el caso de la uva elegimos una finca, también privada, localizada en la población de Aspe (Alicante).

Los **ensayos introductorios** se hicieron para comprobar los efectos nutricionales de la aplicación localizada y conjunta de diferentes tipos de materia orgánica, como sustancias húmicas y aminoácidos mezclados con los quelatos de hierro sintético, y aplicados en la misma proporción en cultivos de tomate, limón y uva, desarrollados con riego por goteo. Los resultados de estas experiencias, nos llevaron a plantearnos un segundo conjunto de ensayos, que denominamos **ensayos de dosis**, desarrollados sobre los mismos cultivos, pero en los que los quelatos sintéticos de hierro eran sustituidos en distintos porcentajes, por las sustancias húmicas,

grupo de sustancias que mejores resultados nos dieron en el ensayo introductorio al aplicarlas junto los quelatos férricos.

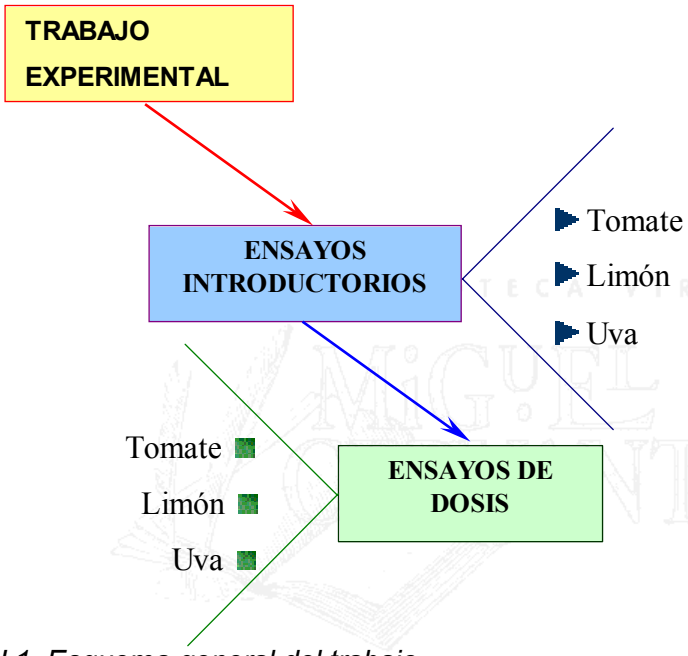


Figura III.1. Esquema general del trabajo.

Los productos utilizados para los tratamientos, eran preparaciones comerciales que podemos encontrar en el mercado de agroquímicos. Estos compuestos eran un quelato de hierro Fe-EDDHA, un producto basado en sustancias húmicas liofilizadas y dos preparaciones de aminoácidos en estado sólido, una obtenida por hidrólisis química y la otra por hidrólisis enzimática, las características de estas sustancias las podemos ver en la Tabla III.1.

Tabla III.1. Características de los productos utilizados.

Sustancias húmicas sólidas	**SH**	**% p/p**
Materia orgánica		98,2
Extracto húmico total		95,5
Ácidos húmicos		4,0
Ácidos fúlvicos		91,5
Nitrógeno total		0,8
Nitrógeno orgánico		0,8
Potasio (K_2O)		14,7
Hierro (Fe)		1,0
pH		9,9

Aminoácidos + micronutrientes	**AA2**	**% p/p**
Materia orgánica		62,4
Aminoácidos totales		56,6
Aminoácidos libres		6,0
Nitrógeno total		10,2
Nitrógeno orgánico		9,5
Fe		0,28
Mn		0,32
Zn		0,23
pH		6,8-7,5
Origen		Hidrólisis enzimática

Aminograma %			
Ac. Aspártico	0,5	Fenilalanina	2,0
Ac. Glutámico	0,9	Metionina	0,1
Alanina	0,7	Prolina	9,2
Arginina	0,7	Serina	0,1
Fenilalanina	0,1	Tirosina	0,5
Glicina	0,6	Treonina	0,2
Isoleucina	0,1	Triptófano	<0,5
Histidina	2,1	Valina	0,1

Quelato férrico	**Q**	**% p/p**
Hierro total		8,4
Hierro quelado o-o		3,9
% Isómero racémico		49,3
% Isómero meso		50,7
pH		8,0
Agente quelante		EDDHA
% Materia seca		>94
Solubilidad		180g/L

Aminoácidos	**AA**	**% p/p**
Materia orgánica		65,7
Aminoácidos totales		68,0
Aminoácidos libres		6,0
Nitrógeno total		11,3
Nitrógeno orgánico		11,0
pH		6,8-7,5
Origen		Hidrólisis química

Aminograma %			
Ác. Aspártico	4,6	Serina	2,5
Ac. Glutámico	8,3	Tirosina	1,0
Alanina	6,5	Treonina	1,4
Arginina	5,0	Triptófano	0,2
Cisteina + Cistina	0,9	Valina	1,9
Leucina	3,0		
Glicina	11,4		
Isoleucina	1,2		
Histidina	0,73		
Leucina	3,4		
Lisina	3,5		
Metionina	0,8		
Prolina	11,7		

El **quelato de hierro (Q)** tenía un aspecto microgranulado homogéneo y un color rojizo oscuro; elegimos la formulación Fe-EDDHA, por ser la más vendida en el mercado y por ser la más eficaz para combatir la clorosis, como ya dijimos en el apartado *Introducción*. El preparado de **sustancias húmicas (SH)** era también sólido, con

gránulos cristalinos de color marrón oscuro, extraído de Leonardita. El compuesto de **aminoácidos (AA)**, era un producto en polvo de color amarillo claro, a base de aminoácidos de bajo y medio peso molecular derivados de la hidrólisis de sustancias proteicas de origen animal. El segundo producto con **aminoácidos (AA2)** estaba formado por aminoácidos libres de origen animal, obtenidos también por hidrólisis y con micronutrientes complejados con estos aminoácidos.

III.1. Descripción de la parcela experimental usada en los ensayos en tomate.

BIBLIOTECA VIRTUAL

Las dos experiencias realizadas con tomate en las campañas 1.998/99 y 1.999/00, se llevaron a cabo en el mismo invernadero comercial. Delimitamos una zona para realizar los ensayos. El invernadero usado forma parte de un complejo de este tipo de instalaciones en Muchamiel (Alicante), destinadas al cultivo de tomate cv Daniela que se extiende a lo largo de 35 ha (Figura III.1.1). Las cubiertas de los invernaderos son de PE que periódicamente son cambiadas y la estructura está constituida por hierro galvanizado y apoyos de madera, las dimensiones del invernadero eran de 350x150 m.

Dentro del invernadero, la superficie seleccionada tenía un tamaño de 30x35 m para el ensayo introductorio, con 30 filas y 60 plantas cada una, la separación entre las filas era de 1,1 m, y dentro de una misma fila, las plantas distaban unas de otras 0,5 m. Para el ensayo de dosis, realizado en la siguiente campaña, la parcela experimental utilizada tuvo un tamaño de 55x35 m.

Las plantas de tomate en las dos experiencias fueron transplantadas en el mes de Julio de cada año, empezando la época de recolección en Octubre y prolongándose hasta Marzo del año siguiente (Figura III.1.2.). La fertilización llevada a cabo fue la habitual en el cultivo del tomate en invernadero (Tabla III.1.1).

Figura III.1.1. Vista parcial del invernadero donde se llevaron cabo las experiencias.

Después de finalizar cada campaña, durante el mes de Mayo, una vez las plantas habían completado su ciclo biológico, eran retiradas y el invernadero desinfectado y acondicionado para el siguiente año.

Figura III.1.2. Fotografías del invernadero donde se llevaron a cabo las experiencias en tomate. A. Zona delimitada para experiencia y B. una de las calles donde se aplicaban los tratamientos.

Las plantas de tomate en estos invernaderos siempre se desarrollaban en suelo. En las Tablas III.1.2 y III.1.3 se recogen los análisis de suelo y agua utilizados durante los dos años en los que se desarrollaron las experiencias. Se trata de un suelo típico de la zona con un alto contenido en carbonato cálcico y graves problemas de salinidad, esto último consecuencia en parte del uso de aguas de muy baja calidad con un alto contenido en sales. Este suelo no se puede clasificar edafológicamente ya que ha sido alterado de manera importante para adecuarlo al cultivo de tomate en invernadero. El análisis de suelo mostró además una exceso de cobre y zinc. Para conocer el riesgo de sodicidad del agua de riego calculamos la relación de adsorción de sodio (RAS) (Ayers et al., 1987).

$$RAS = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}$$

Uso restringido del agua de riego a partir de RAS > 9

Na, Ca, Mg: meq/L

Tabla III.1.1. Programa de fertilización para tomate cv Daniela cultivado en invernadero con riego por goteo.

ABONADO DE FONDO	
TRATAMIENTOS	**Kg/ha**
Sulfato amónico 21% N	**300**
Superfosfato de Cal 18% P_2O_5	**850**
Sulfato de Potasio 50% K_2O	**350**

ABONADO DE COBERTERA (Kg/ha)				
Fase de cultivo	**Sulfato amónico 21% N**	**Nitrato amónico 33,5% N**	**Nitrato Potásico**	**MAP (12-61,5-0)**
Cuaje 1er racimo	**2,5**	**2,0**	**5,0**	**6,5**
Hasta despunte	**4,5**	**2,5**	**13,0**	**7,5**
Recolección 9ª-13ª semana	**4,0**	**2,5**	**14,0**	**4,0**
Recolección 14ª-17ª semana	**4,5**	**3,0**	**15,5**	**3,0**
Recolección 18ª-21ª semana	**4,5**	**3,0**	**16,5**	**2,5**
Recolección 22ª-24ª semana	**2**	**2**	**2**	**2**

Sustancias húmicas líquidas [10L/ha por semana]: Desde el transplante hasta que el cultivo haya cumplido el 80% del ciclo.

Sustancias húmicas sólidas [5 Kg/ha por semana]: De Septiembre a Diciembre.

Quelato de hierro (6% Fe-EDDHA) [0,5 g/planta cada 15 días]: Desde Septiembre hasta Diciembre.

Si comparamos la calidad del agua utilizada en las dos experiencias podríamos suponer que la primera va a ser de peor calidad si nos fijamos en la conductividad, al ser más elevada que la utilizada al siguiente año. Sin embargo, la concentración de cloruros, de sodio y el índice RAS van a ser inferiores en el agua de 1998 a los resultados que encontramos en el agua de 1999. Para ambas aguas, la conductividad, los cloruros, el sodio y el índice RAS las convierten en aguas de riego de muy baja calidad con acumulación de sales y peligro de sodicidad (Ayers et al., 1987; Cerdá et al., 1980).

Si bien el suelo y el agua de riego no eran los más adecuados para el cultivo de tomate, estos invernaderos conseguían rendimientos aceptables (8-10 kg/planta) y producciones de buena calidad cuyo destino era la exportación a países de la UE. Los efectos de la salinidad se hacían visibles en la fisiología de las hojas; estas presentaban una menor turgencia debido a los efectos tóxicos causados por el exceso de sodio (San Pietro 1982).

No disponemos de datos de temperaturas dentro del invernadero, aunque sí de la temperaturas medias máximas y mínimas en el exterior durante el periodo de tiempo en que transcurrieron las dos experiencias; esta información fue proporcionada por el Centro Meteorológico Territorial de Valencia (Figura III.1.3 y III.1.4). A pesar de que parte de la experiencia se realizó en los meses de otoño y al comienzo del invierno, las temperaturas fueron bastante suaves por lo que no tuvimos problemas de heladas en el ensayo introductorio (1.998) ni en el ensayo de dosis (1.999).

Tabla III.1.2. Análisis del suelo en las experiencias realizadas en tomate en 1.998 y 1.999.

TEXTURA		NUTRIENTES			
		MACRONUTRIENTES %		MICRONUTRIENTES ppm	
Arena %:	38				
Limo %:	55				
Arcilla %:	7				
Franco Limoso					
pH:	**7,4**	N:	0,21		
M.O. %:	**2,0**	P:	6,8	Fe:	2,9
Carbonatos %:	**43**	K:	75	Cu:	6,0
Caliza activa ‰:	**270**	Ca:	1434	Mn:	3,0
C.E. dS/m:	**6,6**	Mg:	59	Zn:	20
		Na:	453		

BIBLIOTECA VIRTUAL

Tabla III.1.3. Análisis del agua de riego utilizada en las experiencias de tomate en 1.998 y 1.999.

ENSAYO INTRODUCTORIO (1998)		ENSAYO DE DOSIS (1999)	
pH	6,9	pH	6,3
C.E. dS/m	4,4	C.E. mS/cm	3,6
Cl^- mg/L	822	Cl^- mg/L	1090
Bicarbonatos mg/L	1244	Bicarbonatos mg/L	243
Sulfatos mg/L	249	Sulfatos mg/L	150
Ca mg/L	292	Ca mg/L	230
Mg mg/L	81	Mg mg/L	62
Na mg/L	630	Na mg/L	680
K mg/L	2,6	K mg/L	1,9
Nitratos mg/L	4,0	Nitratos mg/L	5,0
Fosfatos mg/L	0,0	Fosfatos mg/L	0,0
RAS	11,9	RAS	14,5

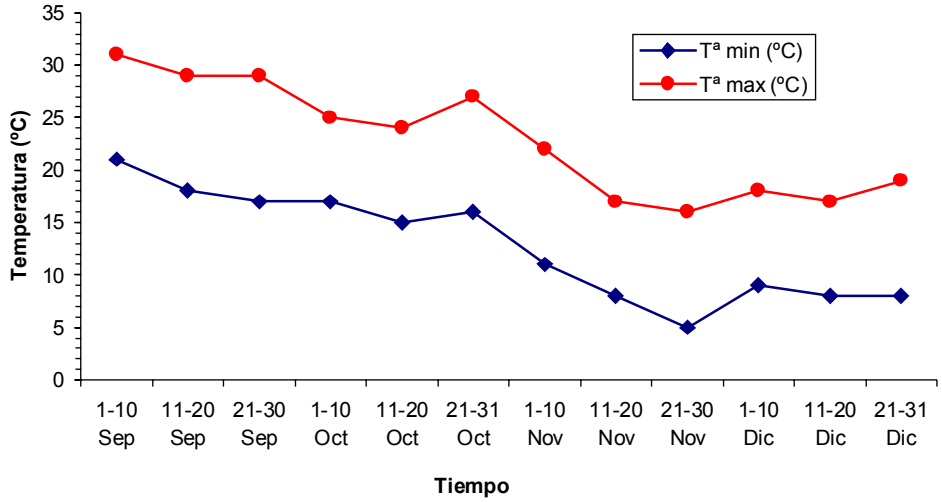


Figura III.1.1.1. Evolución de las temperaturas medias máximas y mínimas obtenidas en el exterior del invernadero durante el periodo en que transcurrió la experiencia en el año 1.998.

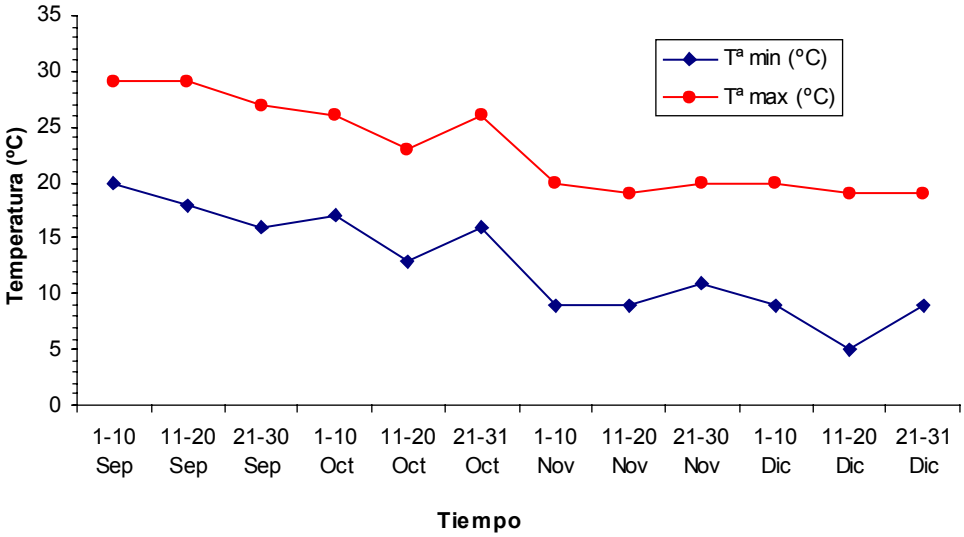


Figura III.1.2.2. Evolución de las temperaturas medias máximas y mínimas obtenidas en el exterior del invernadero durante el periodo en que transcurrió el ensayo de dosis en 1.999.

III.2. Descripción de la parcela experimental usada en los ensayos de limón.

En la Figura III.2.1 vemos una vista panorámica de la finca donde se desarrollaron las dos experiencias en Limón en 1.999 y 2.000. Esta plantación de cítricos se extiende sobre una superficie aproximada de 8 ha en Santomera (Murcia), tiene una orientación Este y en ella se cultiva la variedad Fino de limón sobre pie seleccionado de *Citrus macrophila.* Al comienzo del primer ensayo los árboles tenían dos años de edad y estaban en su primer año de producción. Toda la plantación está sometida a riego localizado, colocando un gotero a cada lado del árbol a unos 30 cm del tronco.

Figura III.2.1. Vista panorámica de la finca donde se llevaron a cabo las experiencias en Limón Variedad Fino durante los años 1.999 y 2.000.

Las dos experiencias en limón se hicieron en la misma parcela experimental delimitada dentro de la finca; dicha parcela tenía unas dimensiones de 45x30 m y estaba divida en 5 filas de árboles con 15 árboles por fila (Figura III.2.2), la separación entre cada fila de árboles era de 4m aproximadamente, mientras que los árboles de una misma fila estaban separados alrededor de 3 m.

Figura III.2.2. ***A****. Uno de los limoneros tratados.* ***B****. Vista de una de las filas de tratamientos.*

La recogida de fruto tiene lugar entre los meses de Octubre y Noviembre, recogiéndolo aún verde para su maduración en cámara, a una temperatura de unos 8ºC aproximadamente durante 5 días.

Las experiencias se realizaron sobre un suelo calizo, sin problemas de salinidad (Tabla III.2.1.). Su pH era alto, el contenido en materia orgánica era muy bajo, y la concentración de hierro y zinc escasa. Según el Sistema Español de Información del Suelo (2001) el orden edafológico del suelo de esta zona sería Calciorthid (Soil Taxonomy, USDA). El agua de riego utilizada en esta finca (Tabla III.2.2) no tenía altos contenidos de sales, la concentración de cloruros, bicarbonatos, sulfatos y nitratos no suponían ninguna restricción para el uso del agua para el riego (Cerdá et al., 1980, Ayers et al., 1987), la conducitividad y el índice RAS permitían clasificar esta agua como buena para regar.

El plan de fertilización seguido en la plantación fue el convencional para el cultivo de cítricos en fertirrigación (Tabla III.2.3). Numerosos agricultores adelantan la segunda aplicación de quelato de Octubre a los meses de verano, época en la que el cultivo tiene una mayor demanda de nutrientes.

Tabla III.2.1. Análisis del suelo en las experiencias de limón.

TEXTURA		**NUTRIENTES**			
		MACRONUTRIENTES %		**MICRONUTRIENTES ppm**	
Arena %:	38	N:	0,20		
Limo %:	35	P:	0,1	Fe:	1,9
Arcilla %:	27	K:	57	Cu:	0,5
Franco		Ca:	294	Mn:	2,4
pH:	**8,5**	Mg:	22	Zn:	0,3
M.O. %:	**0,9**	Na:	74		
Carbonatos %:	**48**				
Caliza activa ‰:	**197**				
C.E. dS/m:	**0,38**				

Tabla III.2.2. Análisis del agua de riego utilizada en las dos experiencias de limón..

pH	**8,5**	**Mg mg/L**	**40**
C.E. dS/m	**1,2**	**Na mg/L**	**42**
Cl^- mg/L	**138**	**K mg/L**	**1,9**
Bicarbonatos mg/L	**213**	**Nitratos mg/L**	**5,0**
Sulfatos mg/L	**190**	**Fosfatos mg/L**	**0,00**
Ca mg/L	**50**	**RAS**	**1,5**

Los datos meteorológicos disponibles para el año 1.999 y 2.000 proporcionados por la estación meteorológica del embalse de Santomera (Murcia), indican escasas precipitaciones, produciéndose éstas en primavera y sobre todo en los meses de Otoño. En lo que se refiere a las temperaturas, no fueron en ningún momento extremas a lo largo del año (Figura III.2.3 y III.2.4).

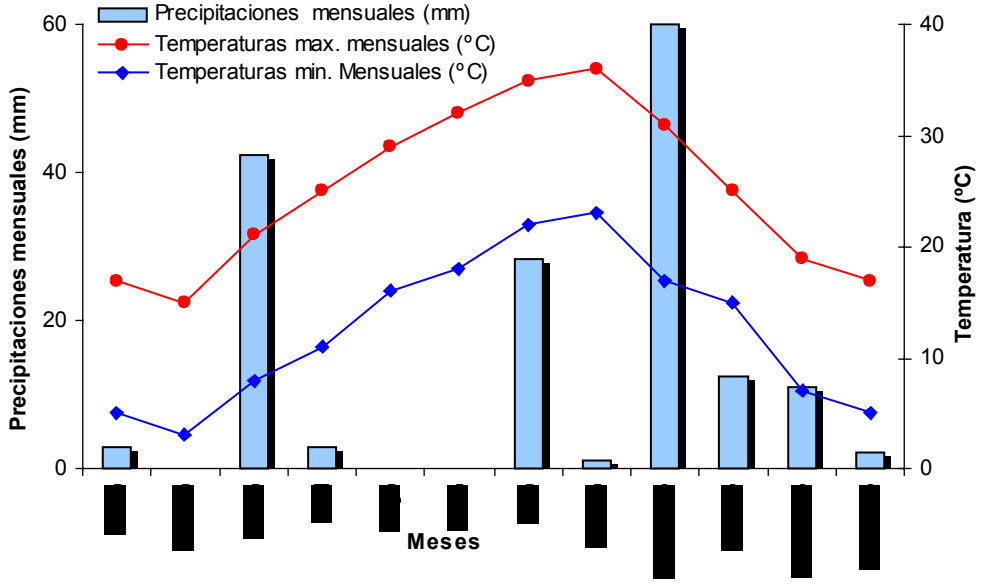


Figura III.2.3. Régimen de precipitaciones y evolución de las temperaturas medias máximas y mínimas registradas durante el año 1.999 en Santomera (Murcia).

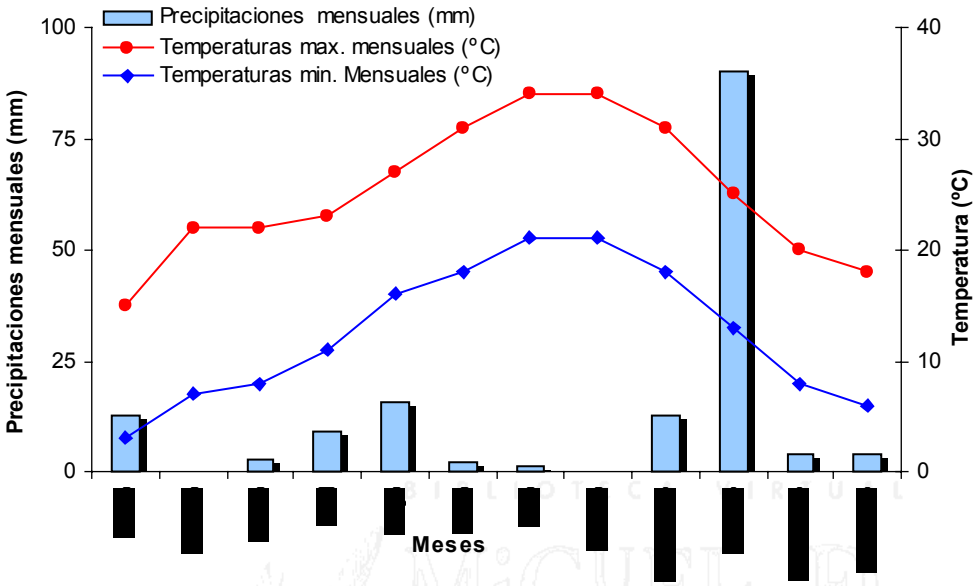


Figura III.2.4.. Régimen de precipitaciones y evolución de las temperaturas medias máximas y mínimas registradas en Santomera (Murcia) durante el año 2.000.

Tabla III.2.3.programa de fertilización para limonero cv fino adulto en riego por goteo.

TRATAMIENTOS	DOSIS (gr/árbol)
Noviembre-Enero: Ácido fosfórico (75%)	 600
Febrero: Nitrato potásico (13-0-46) Fe-EDDHA Ácidos húmicos	 300 30 (1/2 dosis comercial)
Marzo: Nitrato potásico (13-0-46) Nitrato amónico (33,%) Ácidos húmicos	 200 200 (1/4dosis comercial)
Abril-Mayo: Nitrato potásico (13-0-46) Nitrato amónico (33,%)	 250 500
Junio: Nitrato amónico (33,%)	 1000
Julio (1-15): Nitrato potásico (13-0-46)	 300
Julio (16-31): Fosfato monoamónico (12-60-0)	 250
Agosto-Septiembre: Nitrato amónico (33,%)	 750
Octubre: Nitrato potásico (13-0-46) Fe-EDDHA Ácidos húmicos	 300 5 (1/4 dosis comercial)

III.3. Descripción de la parcela experimental usada en los ensayos de uva.

Las experiencias se realizaron en una finca particular situada en el término municipal de Aspe (Alicante) con una superficie global de 2,5 ha, la variedad de uva de mesa cultivada era Italia y todas las cepas tenían riego por goteo, su edad era de 12 años. En la Figura III.3.1 podemos ver una panorámica de la parcela utilizada en los ensayos.

La parcela experimental donde se realizaron las experiencias tenía un tamaño aproximado de 12x30 m. Estaba formada por 6 filas de cepas, siendo la separación entre las filas de aproximadamente 2m, cada fila tenía 60 cepas, el espacio entre cada cepa de una misma fila era de aproximadamente de unos 50 cm (Figura III.3.2).

Figura III.3.1. Panorámica de la parcela usada para los ensayos en uva de mesa durante 1.999 y 2.000.

Figura III.3.2. ***A****. Cepa marcada con el tratamiento correspondiente.* ***B****. Una de las filas de la parcela experimental.*

El cultivo de uva de mesa en esta zona geográfica está amparada por la denominación de origen Vinalopó, que se caracteriza por el embolsado de los racimos, empezando la cosecha a finales de Agosto y prolongándose hasta Octubre.

Toda la zona del medio Vinalopó se caracteriza por suelos calizos, hecho que pudimos corroborar con el análisis del suelo de la finca donde tuvieron lugar los ensayos (Tabla III.3.1). Además este suelo presentaba un bajo contenido en materia orgánica y una alta concentración en micronutrientes, aunque el elevado contenido de carbonatos y el pH alcalino inciden en la toma de estos micronutrientes, no estando disponibles para la planta. Según el Sistema Español de Información de Suelo (2001) el suelo de la zona donde realizamos las experiencias sería desde el punto de vista edafológico un Calciorthid

(Soil Taxonomy, USDA). También llevamos a cabo análisis del agua utilizada para riego en esta finca, la conductividad estaría un poco por encima de lo que se considera adecuado, la concentración de cloruros y sodio es elevada y si nos fijamos en el índice RAS, existe un riesgo de sodicidad al utilizar esta agua para riego (Cerdá et al., 1980; Ayers et al., 1987). (Tabla III.3.2).

El plan de abonado se ajustó al normalmente usado en el cultivo de uva de mesa (Tabla III.3.3).

BIBLIOTECA VIRTUAL

Tabla III.3.1. Análisis del suelo usado en las dos experiencias en uva de mesa.

TEXTURA		NUTRIENTES			
		MACRONUTRIENTES %		MICRONUTRIENTES ppm	
Arena %:	29				
Limo %:	34				
Arcilla %:	37				
Franco Arcilloso		N:	0,12		
pH:	**7,9**	P:	0,89	Fe:	29
M.O. %:	**1,4**	K:	39	Cu:	38
Carbonatos %:	**60**	Ca:	318	Mn:	31
Caliza activa ‰:	**220**	Mg:	32	Zn:	9
C.E. dS/m:	**0,32**	Na:	11,6		

Tabla III.3.2. Análisis del agua de riego utilizada en las dos experiencias de uva de mesa.

pH	**8,7**	**Mg mg/L**	**68**
C.E. dS/m	**3,7**	**Na mg/L**	**457**
Cl^- mg/L	**761**	**K mg/L**	**55**
Bicarbonatos mg/L	**183**	**Nitratos mg/L**	**120**
Sulfatos mg/L	**408**	**Fosfatos mg/L**	**0,00**
Ca mg/L	**96**	**RAS**	**12,5**

Los datos meteorológicos disponibles del año 1.999 y 2.000 fueron proporcionados por el Centro Meteorológico Territorial de Valencia. La Figura III.3.3 y III.3.4 indica como evolucionaron a lo largo de cada año las precipitaciones y las temperaturas medias máximas y mínimas.

Tabla III.3.3.Programa de fertilización en uva de mesa cultivada con riego por goteo.

ÉPOCA	NÚMERO DE DÍAS	FERTILIZANTE	ha/DÍA
FEBRERO	10	ÁC. FOSFÓRICO	5 Kg
MARZO	10	AC. FOSFÓRICO	5 Kg
	5	NH_4NO_3	10 L
	2	FeEDDHA	5 Kg
	2	AC. HÚMICOS	10 L
ABRIL	10	NH_4NO_3	10 L
	2	AC. HÚMICOS	10 L
MAYO	5	KNO_3	10 Kg
	8	AC. HÚMICOS	5 L
	1	$MgNO_3$	30 Kg
JUNIO	5	KNO_3	50 Kg
	1	$MgNO_3$	30 Kg
	2	$CaNO_3$	10 Kg
JULIO	5	KNO_3	10 Kg
	1	$CaNO_3$	30 Kg
AGOSTO	10	KNO_3	5 Kg

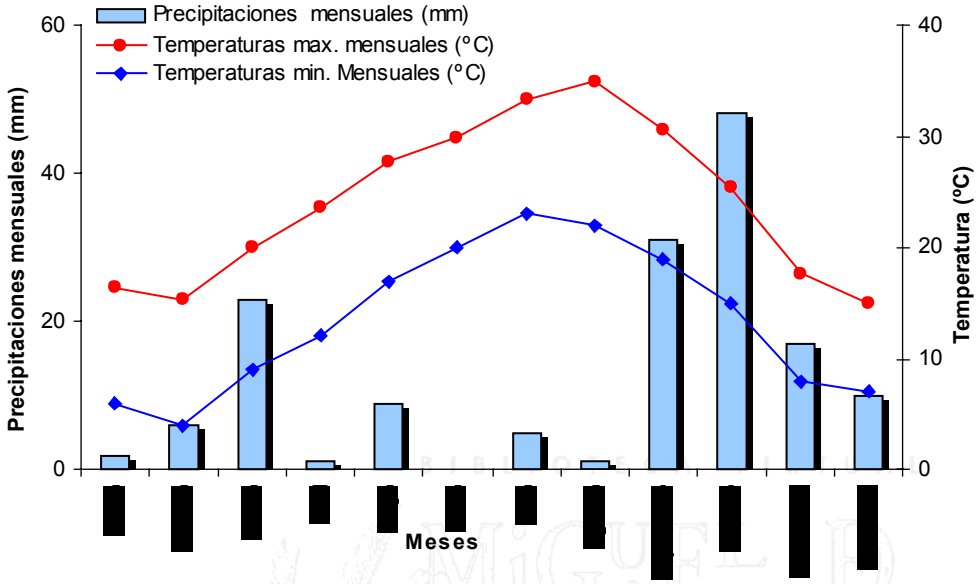


Figura III.3.3. Régimen de precipitaciones y temperaturas medias máximas y mínimas durante 1.999 en Aspe (Alicante).

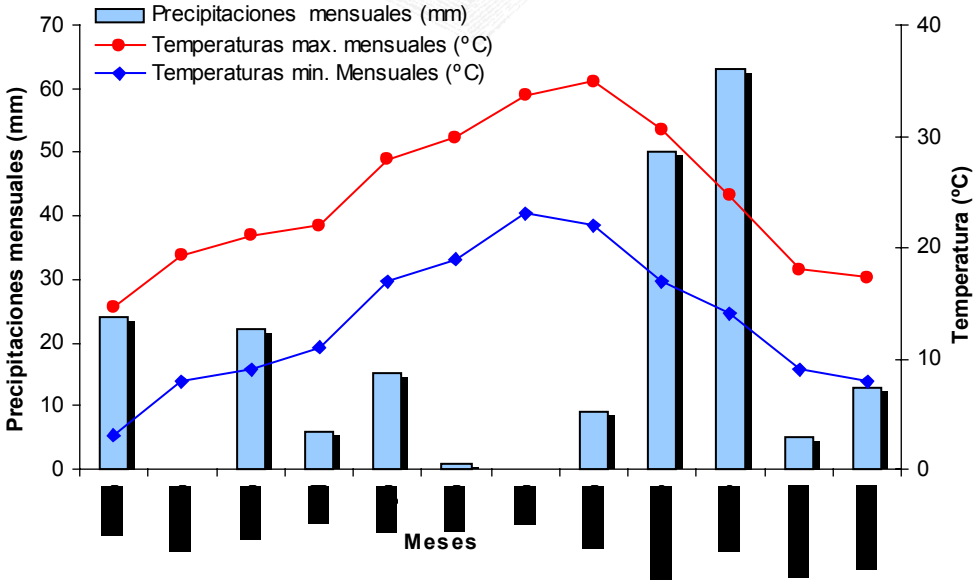


Figura III.3.4. Régimen de precipitaciones y temperaturas máximas y mínimas durante 2.000 en Aspe (Alicante).

III.4. Ensayos introductorios.

En estos ensayos se aplicaron al suelo cuatro tratamientos:

I. FeEDDHA (Tratamiento control). (Q).
II. FeEDDHA + sustancias húmicas. (Q + SH).
III. FeEDDHA + aminoácidos. (Q + AA).
IV. FeEDDHA + Aminoácidos con micronutrientes. (Q+AA2).

En el ensayo introductorio del tomate, aplicamos sólo los tres primeros tratamientos.

BIBLIOTECA VIRTUAL

En los tratamiento II ,III y IV el quelato FeEDDHA que debía aplicarse por planta se mezclaba con la misma cantidad de sustancias húmicas o aminoácidos, según el tratamiento correspondiente. La mezcla del quelato con las sustancias húmicas, y del quelato con los aminoácidos se producía en un agitador de volteo durante 24h para conseguir una mezcla sólida homogénea, que posteriormente era disuelta en agua y aplicada al cultivo en cuestión.

En cada uno de los cultivos, estos tratamientos sustituían a la aplicación de quelato férrico que se indicaba en los planes de fertilización específicos para tomate, limón y uva.

Así, en el cultivo del tomate, el quelato se aplicaba por fertirrigación cada 15 días con una dosis de 0,5 g/planta (Tabla III.4.1) . El periodo de aplicación de los tratamientos fue de Septiembre de 1998 a Diciembre de 1998; recordemos que las plantas era transplantada en Julio, iniciando la fructificación en Septiembre y empezando la recogida del tomate en Octubre.

Tabla III.4.1. Tratamientos y dosis en el ensayo introductorio en tomate.

ENSAYO INTRODUCTORIO EN TOMATE		
TRATAMIENTOS		**DOSIS g/planta**
I	Q	0,5 Q
II	Q + SH	0,5 Q + 0,5 SH
III	Q + AA	0,5 Q + 0,5 AA

En el cultivo de limón, se hicieron dos aplicaciones de quelato férrico, la primera tuvo lugar en Febrero de 1.999, aplicando el 70% de la dosis anual y la segunda adición, el 30% de la dosis anual, fue aplicada en Julio de 1.999 (Tabla III.4.2).

Tabla III.4.2. Tratamientos y dosis en el ensayo introductorio en limón.

ENSAYO INTRODUCTORIO EN LIMÓN			
TRATAMIENTO		**1ª APLICACIÓN Febrero 1.999**	**2ª APLICACIÓN Julio 1.999**
		DOSIS g/árbol	**DOSIS g/árbol**
I	Q	23 Q	8 Q
II	Q + SH	23 Q + 23 SH	8 Q + 8 SH
III	Q + AA	23 Q +23 AA	8 Q + 8 AA
IV	Q + AA2	23 Q + 23 AA2	8 Q + 8 AA2

Para la uva, los tratamientos se aplicaron durante el mes de marzo de 1.999, con la aparición de las hojas (Tabla III.4.3). Por lo general, en el cultivo de la uva de mesa, el quelato es administrado en dos veces, separadas entre sí quince días aproximadamente, la dosis del quelato es la misma en ambas ocasiones (5 g/cepa):

Tabla III.4.3. Tratamientos y dosis en el ensayo introductorio en uva de mesa.

ENSAYO INTRODUCTORIO EN UVA			
TRATAMIENTO		1ª APLICACIÓN Mediados de Marzo 1.999	2ª APLICACIÓN Finales de Marzo 1.999
		DOSIS g/cepa	DOSIS g/cepa
I	Q	5 Q	5 Q
II	Q + SH	5 Q+ 5 SH	5 Q + 5 SH
III	Q + AA	5 Q + 5 AA	5 Q + 5 AA
IV	Q + AA2	5 Q + 5 AA2	5 Q + 5 AA2

BIBLIOTECA VIRTUAL

En los tres cultivos la distribución de tratamientos fue por bloques al azar. En el tomate a cada fila de plantas asignamos un tratamiento, dejando entre dos filas de tratamiento una fila sin tratar, cada fila constaba de 60 plantas, el número de repeticiones fue 5 (Figura III.4.1). En el ensayo introductorio en limón, también hicimos 5 repeticiones, en cada una de ellas, los 4 tratamientos se repartían entre los 12 árboles que tenía cada fila (Figura III.4.2). Para el diseño experimental en uva de mesa, se siguió una distribución de bloques al azar con 6 repeticiones, en cada repetición los tratamientos se aplicaban a 6 cepas (Figura III.4.3).

En las experiencias en tomate, en las filas de los tratamientos se muestreaban las hojas centrales de las plantas, existiendo una separación de 3 m aproximadamente entre cada planta muestreada. En las experiencias en limón hacíamos un muestreo en los tres árboles de cada repetición, considerando las hojas de la parte central del árbol. Las cepas de la uva de mesa en las dos experiencias las muestreamos de forma que despreciamos la primera y última cepa de cada repetición.

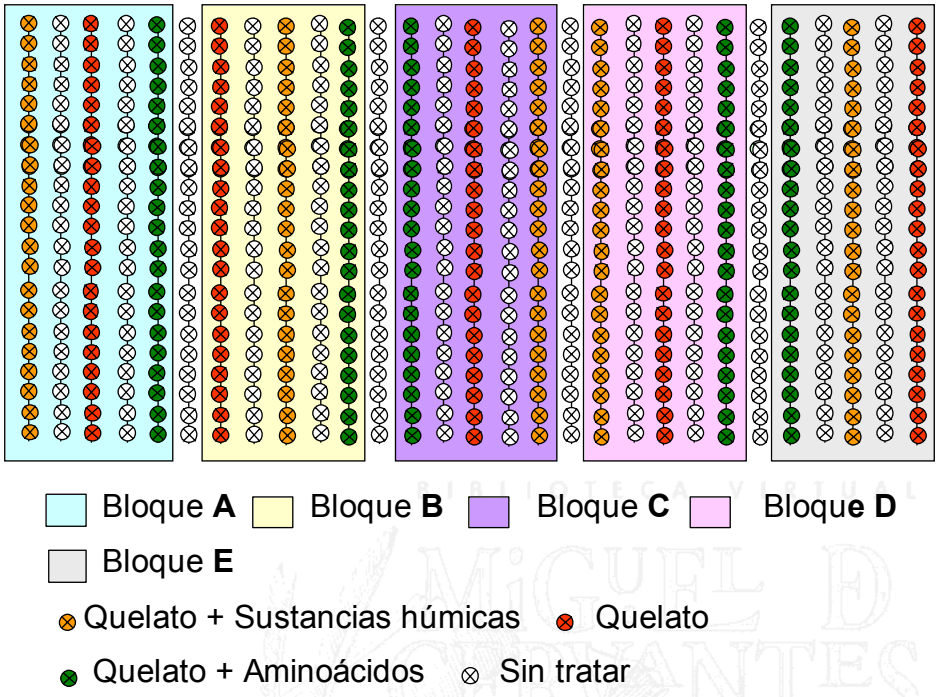


Figura III.4.1. Distribución de los tratamientos en el ensayo introductorio en tomate.

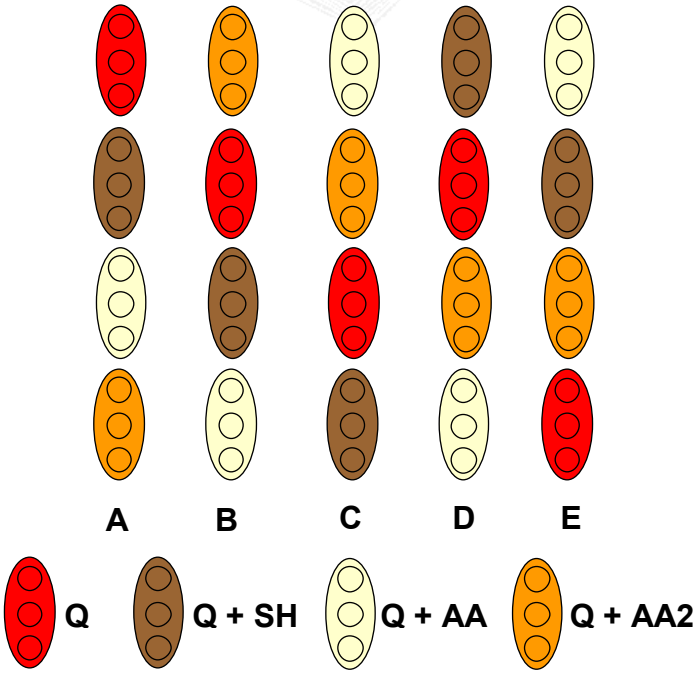


Figura III.4.2. Distribución de los tratamientos en el ensayo introductorio de limón.

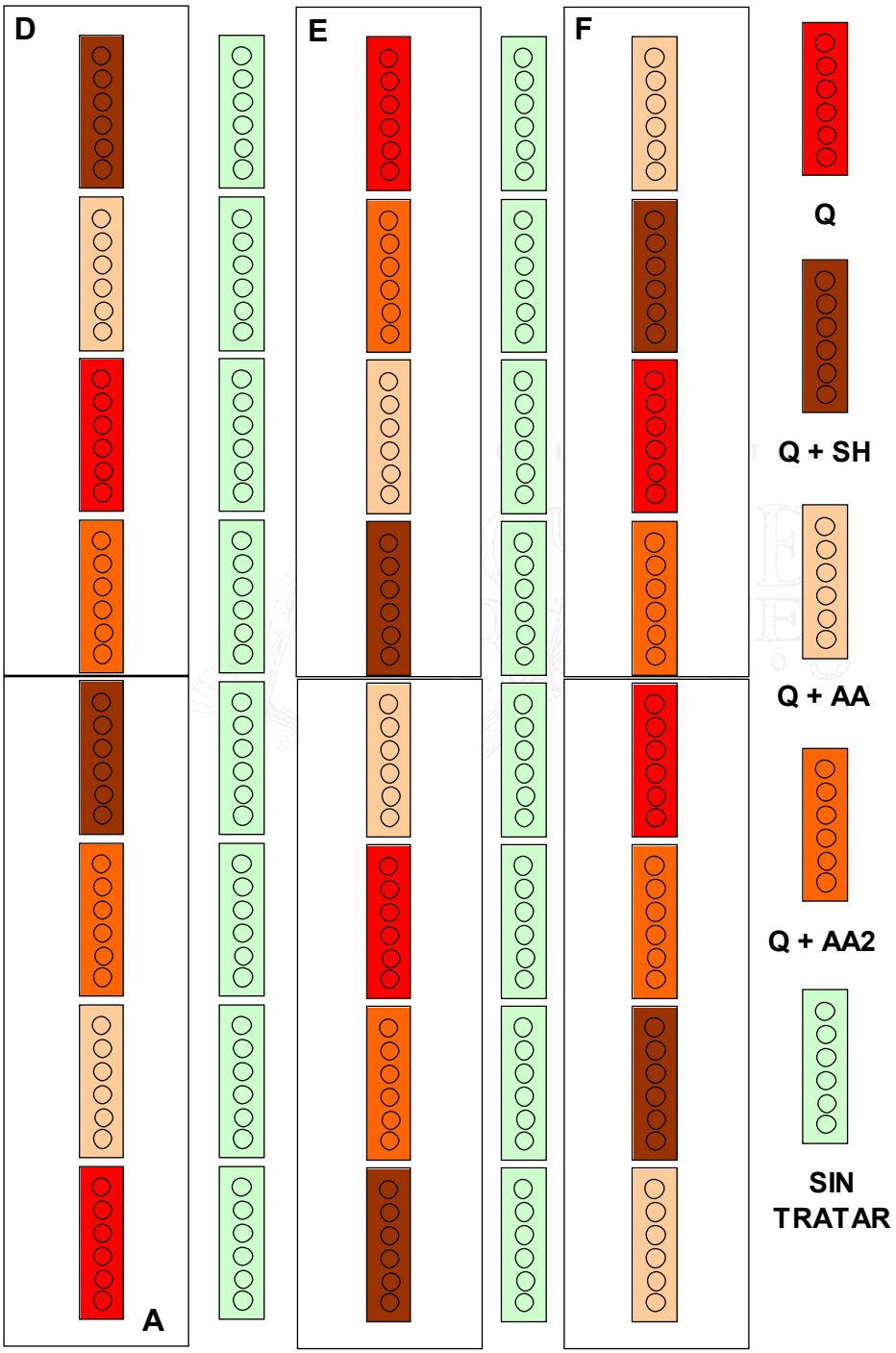


Figura III.4.3. Distribución de los tratamientos en el ensayo introductorio de uva de mesa.

III.5 Ensayos de dosis.

Los tratamientos aplicados en estos ensayos fueron 5, uno control con la aplicación única de FeEDDHA y cuatro tratamientos más en los que se sustituía distintos porcentajes de ese quelato por sustancias húmicas, al ser el tipo de compuestos que mejores resultados dieron cuando se mezclaban con los quelatos:

I. Tratamiento Control: 100% FeEDDHA.
II. 83% FeEDDHA + 17% de sustancias húmicas.
III. 67% FeEDDHA + 33% de sustancias húmicas.
IV. 50% FeEDDHA + 50% de sustancias húmicas.
V. 33% FeEDDHA + 67% de sustancias húmicas.

Al igual que en los ensayos introductorios, en las plantas que formaban parte de las experiencias, el plan de fertilización aplicado por los propietarios de las fincas no incluía sustancias húmicas y quelatos de hierro para que no interfirieran con nuestros tratamientos.

Los tratamientos, como en los ensayos introductorios, los preparamos mezclando previamente y en estado sólido, el quelato FeEDDHA y las sustancias húmicas durante 24h en un agitador de volteo, obteniendo una mezcla homogénea que posteriormente disolvíamos para aplicar en las plantas tratadas.

El ensayo de dosis en tomate transcurrió desde finales de Septiembre hasta Diciembre de 1999. Las plantas habían sido transplantadas en Julio, iniciándose la fructificación en Septiembre y empezando la recolección en Octubre. Los tratamientos (Tabla III.5.1)

fueron aplicados cada 15 días, es decir, con la misma frecuencia con la que se aplican los quelatos de hierro en este tipo de cultivos.

Tabla III.5.1. Tratamientos y dosis en el ensayo de dosis en tomate.

ENSAYO DE DOSIS EN TOMATE		
TRATAMIENTO		DOSIS g(FeEDDHA + SH) por planta
I	100% Q	0,5 Q
II	83% Q + 17% SH	0,42 Q + 0,08 SH
III	67% Q + 33% SH	O,34 Q + 0,16 SH
IV	50% Q + 50% SH	0,25 Q + 0,25 SH
V	33% Q + 67% SH	0,16 Q + 0,34 SH

En el cultivo de limón, las aplicaciones de los tratamientos fueron dos (Tabla III.5.2) de acuerdo con el régimen de aplicación del quelato férrico para este cultivo, por tanto la primera aplicación tuvo lugar en Febrero de 2.000, aplicando el 70% de la dosis anual y la segunda aplicación con el 30% de la dosis anual fue aplicada en Julio de 2.000.

Los tratamientos aplicados en uva de mesa durante el ensayo de dosis se realizaron en la época de aplicación de los quelatos (Marzo de 2.000), con la aparición de las primeras hojas. La aplicación del quelato es fraccionado en dos veces, separadas quince días aproximadamente cada aplicación; la dosis del quelato es la misma en ambas ocasiones (Tabla III.5.3).

Tabla III.5.2. Tratamientos y dosis en el ensayo de dosis en limón.

ENSAYOS DE DOSIS EN LIMÓN			
TRATAMIENTO		1ª APLICACIÓN Febrero 2.000	2ª APLICACIÓN Julio 2.000
		DOSIS g(FeEDDHA + SH) por planta	DOSIS g(FeEDDHA + SH) por planta
I	100% Q	23 Q	8 Q
II	83% Q + 17% SH	19 Q + 4 SH	6 Q+ 2 SH
III	67% Q + 33% SH	15 Q + 8 SH	5 Q +3 SH
IV	50% Q + 50% SH	12 Q + 12 SH	4 Q + 4 SH
V	33% Q + 67% SH	8 Q + 15 SH	3 Q + 5 SH

Tabla III.5.3. Tratamientos y dosis en el ensayo de dosis en uva de mesa.

ENSAYO DE DOSIS EN UVA DE MESA			
TRATAMIENTO		1ª APLICACIÓN Mediados de Marzo 1.999	2ª APLICACIÓN Finales de Marzo 1.999
		DOSIS g/cepa	DOSIS g/cepa
I	100% Q	5 Q	5 Q
II	83% Q + 17% SH	4,25 Q + 0,75 SH	4,25 Q + 0,75 SH
III	67% Q + 33% SH	3,25 Q + 1,75 SH	3,25 Q + 1,75 SH
IV	50% Q + 50% SH	2,5 Q + 2,5 SH	2,5 Q + 2,5 SH
V	33% Q + 67% SH	1,75 Q + 3,25 SH	1,75 Q + 3,25 SH

En los tres ensayos de dosis, la distribución de los tratamientos continuó haciéndose por bloques al azar. En la experiencia de tomate hicimos 5 repeticiones para cada tratamiento, asignando cada repetición a una fila que contenía 60 plantas (Figura III.5.1). En el ensayo de limón hicimos 5 repeticiones, distribuyendo los 5 tratamientos en cada fila, de manera que cada tratamiento en una

repetición dada era aplicado en 3 árboles (Figura III.5.2). En la uva de mesa, las repeticiones fueron 6, aplicando cada tratamiento en 5 cepas (Figura III.5.3).

Para los muestreos foliares en los tres cultivos, seguimos el mismo procedimiento para cada cultivo que en los ensayos introductorios.

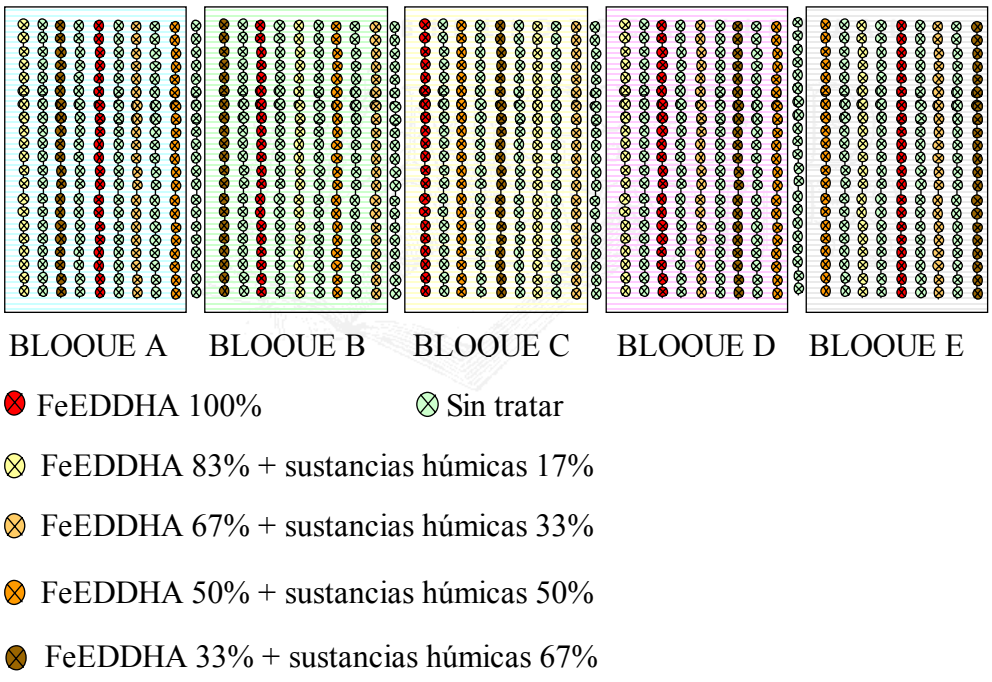


Figura III.5.1. Distribución de los tratamientos en el ensayo de dosis en tomate.

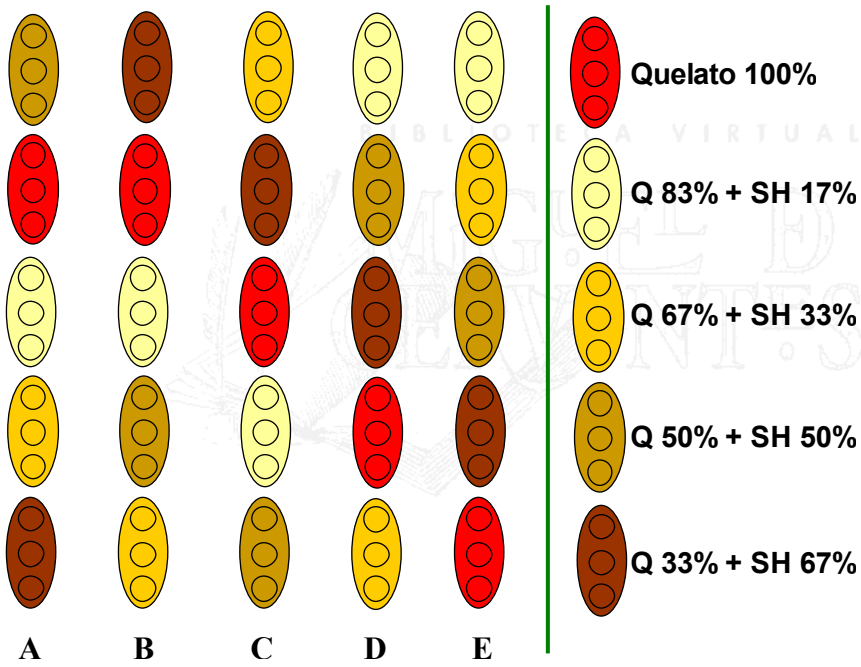


Figura III.5.2. Distribución de los tratamientos en el ensayo de dosis en limón.

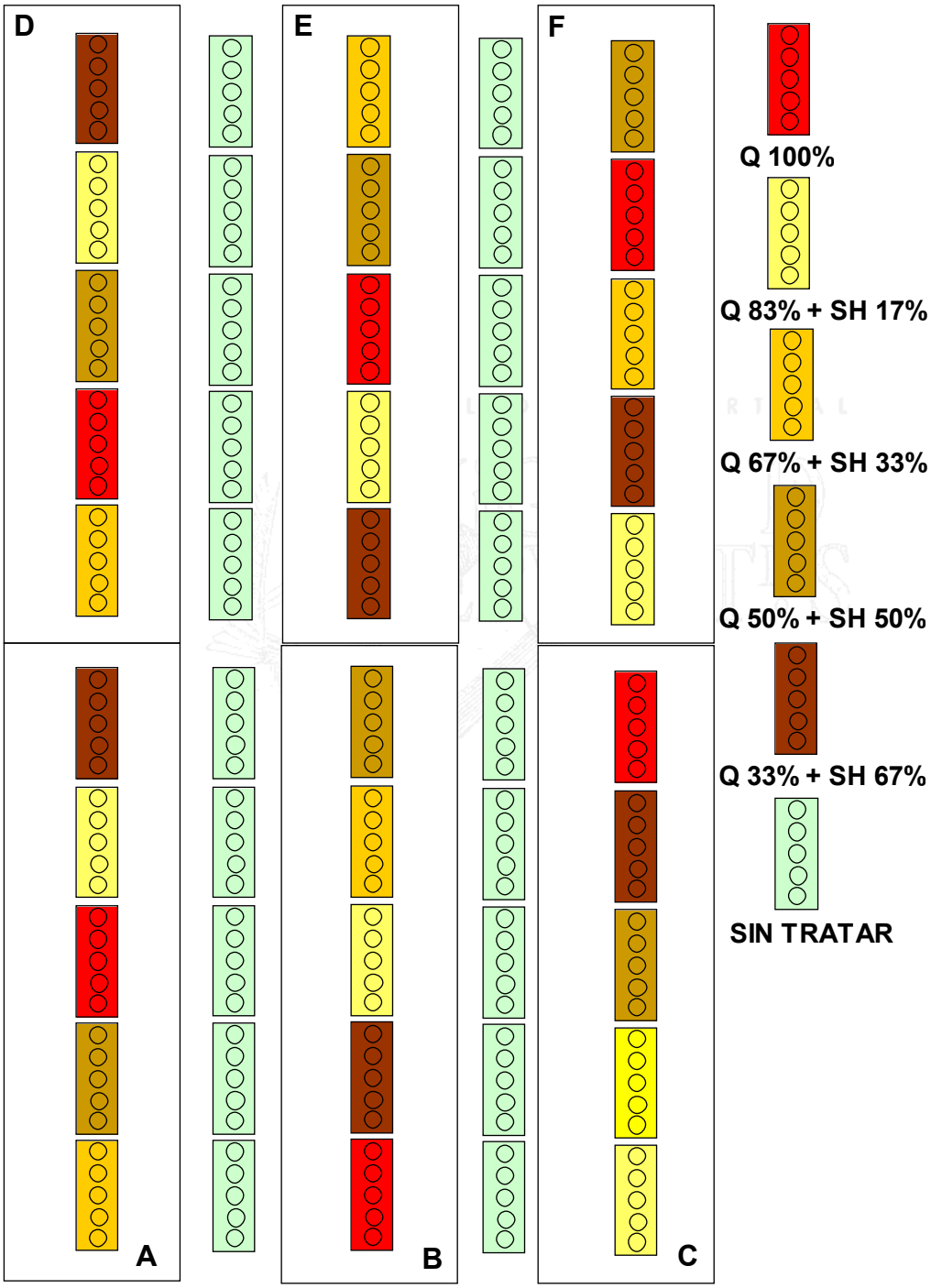


Figura III.5.3. Distribución de los tratamientos en el ensayo de dosis en uva.

III.6. Determinaciones analíticas.

En los ensayos introductorios y de dosis, realizamos análisis foliares con el fin de evaluar la influencia de los distintos tratamientos en la nutrición vegetal. Determinamos los principales macro y micronutrientes:

- Sodio.
- Potasio.
- Calcio.
- Magnesio.
- Fósforo.
- Hierro.
- Cobre.
- Manganeso.
- Zinc

BIBLIOTECA VIRTUAL

También tuvimos en cuenta las relaciones entre los nutrientes con el fin de estudiar si los tratamientos producían efectos sinérgicos o antagónicos entre los macro y micronutrientes. Las relaciones estudiadas fueron las siguientes:

- K/Fe.
- Ca/Fe.
- P/Fe.
- Mn/Fe.
- Zn/Fe.
- K/Mg.
- K/Ca.
- K/Na.
- Ca/Mg.
- Na/Ca.
- P/Zn.
- Cu/Mn.
- Cu/Fe.
- Cu/Zn.
- Mn/Zn.
- Mn/Ca.

Excepto para el ensayo introductorio en tomate, para el resto de experiencias se determinaron los parámetros de calidad de los frutos, realizando muestreos en las plantas tratadas. Las determinaciones en fruto fueron:

- Peso del fruto.
- Diámetro Ecuatorial. ($Ø_e$).
- Diámetros Polar. ($Ø_p$).

- Esfericidad. ($Ø_e$/ $Ø_p$).
- Nº de racimos por cepa. (Ensayo introductorio y de dosis en uva).
- Dureza. (Ensayo de dosis en tomate).
- Azúcares totales.
- pH.
- Ácido Cítrico. (Ensayo introductorio en limón y ensayo de dosis en tomate).
- Vitamina C. (Ensayo introductorio y de dosis en limón y ensayos de dosis en tomate).

BIBLIOTECA VIRTUAL

Los muestreos foliares en el **ensayo introductorio en tomate** se hicieron a principio de cada mes; el primer muestreo se hizo antes de iniciar los tratamientos (Septiembre de 1.998) para conocer el estado nutricional de las plantas. El último muestreo se realizó a finales de Diciembre del mismo año, cuando se dio por finalizada la experiencia. En el **ensayo de dosis en tomate**, los muestreos de hojas y frutos se hicieron de forma simultánea, el primero tuvo lugar cuando ya se habían hecho dos aplicaciones de los tratamientos en Octubre de 1.999, el segundo muestreo se hizo a mitad de la experiencia y el último cuando se dio por concluido el ensayo en Diciembre de 1.999.

En el **ensayo introductorio en limón**, Los muestreos foliares fueron realizados en Febrero de 1.999 antes de aplicar los tratamientos, los siguientes tuvieron lugar en Abril de 1.999, en Junio de 1.999 y por último en Septiembre de 1.999 para conocer en que situación nutricional se encontraban los árboles en el momento de la recolección. En el **ensayo de dosis en limón** hicimos 4 muestreos foliares, el primero antes de iniciar los tratamientos (Febrero 2.000), y

los siguientes en Abril y Junio de ese mismo año, el último muestreo fue en Septiembre del mismo año.

Los muestreos de fruto en limón fueron dos, el primero cuando el fruto todavía estaba verde, coincidiendo con la época de recolección. Los limones maduraban en cámara frigorífica durante 5 días a 8ºC, el segundo muestreo se realizaba permitiendo al fruto que madurase en el árbol. En el ensayo introductorio el primer muestreo se realizó en Septiembre de 1.999 y el segundo en Diciembre de 1.999. Para el ensayo de dosis el primer muestreo tuvo lugar en Septiembre de 2.000 y el segundo en Enero de 2.001.

Para el **ensayo introductorio en uva de mesa**, Los muestreos foliares fueron realizados antes de floración (finales de Abril de 1.999), en plena floración (Junio de 1.999), y en la época de envero en Septiembre de 1.999 para conocer como influían los tratamientos en la nutrición de las plantas. En el **ensayo de dosis en uva de mesa**, los muestreos foliares tuvieron lugar en las mismas épocas que en el ensayo introductorio, antes de floración (finales de Abril de 2.000), en plena floración (Junio de 2.000) y en la época de envero (Septiembre de 2.000).

En los ensayos en uva de mesa, los muestreos de fruto tuvieron lugar en Septiembre durante la época de la cosecha.

En el Apéndice I se recogen las metodologías usadas para realizar las determinaciones analíticas. Las diferencias entre los tratamientos se establecieron en cada muestreo por la aplicación a los datos experimentales del análisis estadístico de una vía (Anova de un

factor) y el test de Duncan. Con el análisis de medidas repetidas de dos vías y el test de Duncan obtenemos un análisis de varianza cuando se toma la misma medida varias veces a cada sujeto o caso (Pérez, 2001).

En los ensayos de dosis, además de aplicar el análisis estadístico antes mencionado, decidimos incluir el análisis de regresión realizando una estimación curvilínea.

BIBLIOTECA VIRTUAL

III.7. Análisis de regresión mediante una estimación curvilínea.

En los experimentos en los que se evalúa la cantidad de un material aplicado a las plantas estudiando su respuesta, se plantea un análisis estadístico alternativo al análisis estadístico de una vía (Anova de un factor) y el test de Duncan. De acuerdo con Little (1981), ante un experimento de este tipo podemos plantearnos dos cuestiones diferentes:

- ¿Cuál es la relación entre la cantidad de material aplicado y la respuesta de la planta?
- ¿De los distintos tratamientos cuales son significativamente diferentes entre sí?

El autor considera la primera pregunta más útil, y califica a la segunda como una cuestión embarazosa, menos útil, irrelevante e innecesaria, ya que una línea de tendencia indica que todos los tratamientos son significativamente diferentes unos de otros. Por tanto, la mejor estimación de los efectos provocados por los tratamientos son los puntos de la regresión curvilínea.

Además de la relación lineal, existen, naturalmente, otros tipos de relaciones entre las dosis y la respuesta, como diferentes relaciones curvilíneas (potencial, logarítmica, exponencial, etc.).

Siempre que los tratamientos consistan en una serie de distintos niveles de dosis, Little (1981) afirma que debería hacerse un esfuerzo por encontrar una relación significativa entre las dosis y la respuesta, más que acudir a un confuso y casi sin sentido procedimiento de comparación múltiple.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

Otros autores como Chew (1976) o Petersen (1977) mantienen este tipo de ideas.

La regresión no lineal es un método para encontrar un modelo no lineal que ajuste la relación entre la variable dependiente y un conjunto de variables independientes (Pérez, 2001). En nuestros ensayos la variable dependiente será el ángulo α, que más adelante definiremos y que tendrá en cuenta la relación que mantienen las sustancias húmicas y los quelatos de hierro en los tratamientos, las variables independientes serán los distintos parámetros que hemos utilizado para evaluar la influencia de los tratamientos en la planta (macro y micronutrientes y parámetros de calidad de los frutos).

Los estadísticos de la estimación curvilínea por regresión en los que nos fijamos son el coeficiente de regresión (R^2) y los intervalos de confianza al 95% para cada coeficiente de regresión.

III.7.1. Análisis de regresión mediante una estimación curvilínea aplicado a los ensayos de dosis.

En los ensayos de dosis, que constituyen la segunda parte de esta tesis, como hemos visto sustituimos diferentes porcentajes del quelato de hierro por sustancias húmicas, de forma que podemos plantear una alternativa al análisis estadístico de comparación múltiple, al que consideramos como un estudio **cualitativo** ya que compara los tratamientos como si fueran de distinto tipo o clase.

BIBLIOTECA VIRTUAL

Esa alternativa sería el análisis de regresión mediante una estimación curvilínea, de forma que lo que pretendemos es encontrar una relación entre el porcentaje de sustancias húmicas presente en cada tratamiento y la respuesta de la planta, medida en los distintos parámetros que hemos evaluado (macronutrientes, micronutrientes, relaciones entre nutrientes y parámetros de calidad de los frutos). Este estudio estadístico sería **cuantitativo** ya que tiene en cuenta la cantidad o dosis de sustancias húmicas aplicadas con cada tratamiento.

Estudiamos los resultados mediante los dos métodos estadísticos, ya que creemos que podemos extraer información útil de ambos.

En el diseño estadístico con la regresión curvilínea, como hemos dicho en el punto anterior es necesario plantear unas variables independientes, que serían las respuestas de la planta, y una variable dependiente, que sería las dosis de los tratamientos.

En la variable dependiente deberíamos considerar por tanto el porcentaje de sustancias húmicas presente en los tratamientos. Gráficamente podemos considerar la presencia de las sustancias húmicas en los tratamientos, como una especie de "velocímetro" que indicará la cantidad de sustancias húmicas que hay en cada tratamiento (Figura III.7.1.1).

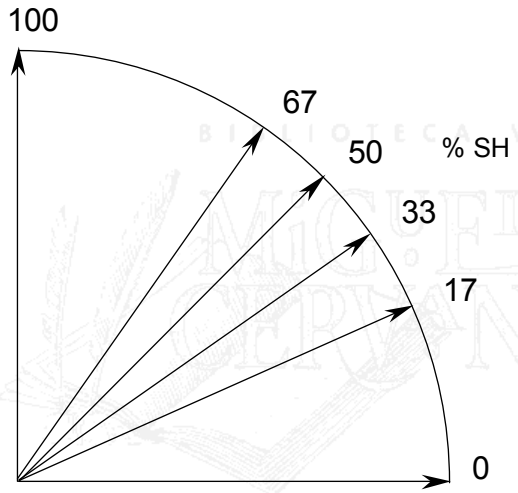


Figura III.7.1.1. Representación gráfica de la cantidad de sustancias húmicas presentes en los distintos tratamientos.

Matemáticamente, nos planteamos cada tratamiento como un vector ($\vec{v}$) cuyas componentes tuvieran en cuenta la cantidad de sustancias húmicas y quelato de hierro presente en cada tratamiento, además el valor del módulo de ese vector debería ser 100 (recordar que en todos los tratamientos la suma de % quelato y de % sustancias húmicas es 100), de esta forma el vector ($\vec{v}$) quedaría definido como:

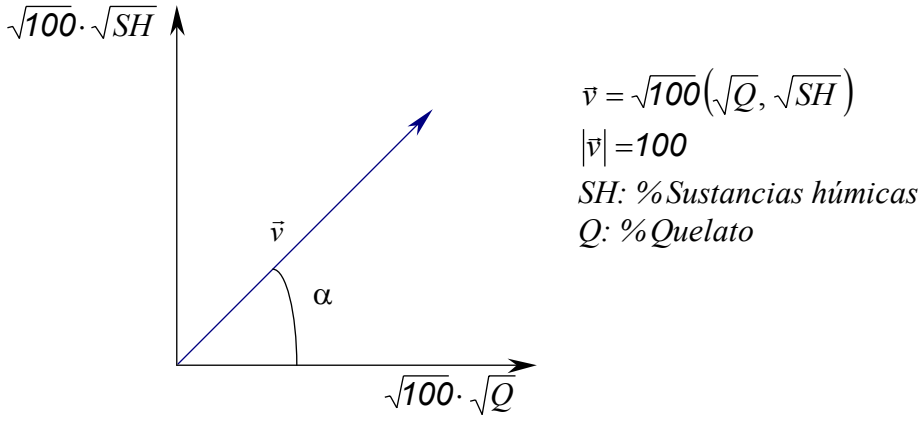


Figura III.7.1.2. Representación vectorial de los tratamientos.

La variable dependiente para el estudio estadístico mediante regresión curvilínea, decidimos que fuera el ángulo α (Figura III.7.1.2) ya que incluye el porcentaje de sustancias húmicas que tiene cada tratamiento y también el tanto por ciento de quelato (ecuación III.7.1.2), ya que este ángulo nos proporcionará más información que si consideramos sólo la cantidad de sustancias húmicas presentes. De esta forma para cada tratamiento obtenemos un valor de α (Tabla III.7.1.1).

$$Tan\,\alpha = \frac{\sqrt{100}\cdot\sqrt{SH}}{\sqrt{100}\cdot\sqrt{Q}} = \sqrt{\frac{SH}{Q}} \qquad \textit{(ecuación III.7.1.1)}$$

$$\alpha = arcTan\sqrt{\frac{SH}{Q}} \qquad \textit{(ecuación III.7.1.2)}$$

Tabla III.7.1.1. Equivalencia entre los tratamientos y el ángulo α.

TRATAMIENTOS	Q	SH	α (rad.)
100%Q	100	0	**0**
83%Q + 17%SH	83	17	**0,42**
67%Q + 33%SH	67	33	**0,61**
50%Q + 50%SH	50	50	**0,79**
33%Q + 67%SH	33	67	**0,96**

En el estudio de regresión utilizamos, la normalización de los parámetros estudiados (X/Xo), de manera que el valor obtenido para un tratamiento dado, de una determinada propiedad (X), era dividido por el valor hallado para esa misma propiedad con el tratamiento control 100% quelato (Xo). En el caso de las relaciones entre nutrientes, además de esa normalización también, en el estudio de regresión, consideramos los mmoles de cada elemento en la planta para expresar posteriormente su relación.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

IV. Resultados y Discusión.

IV.1 Ensayos introductorios.

Los primeros ensayos de la investigación, denominados *introductorios,* se realizaron para confirmar si distintas fuentes de materia orgánica influían en la toma radicular de hierro y más específicamente, en la eficacia de los quelatos férricos usados para corregir la clorosis férrica. En todas las experiencias usamos productos comerciales en los tratamientos, como ya hemos mencionado en el apartado de Materiales y Métodos; de esta forma lo que pretendíamos era acercar nuestra investigación a la situación real con la que se encuentra el agricultor en cualquier cultivo donde la deficiencia de hierro sea un problema nutricional.

En los siguientes apartados intentamos proporcionar una descripción detallada y justificada de los resultados obtenidos en los ensayos introductorios, llevados a cabo en los distintos cultivos seleccionados.

IV.1.1. Ensayo introductorio en tomate.

IV.1.1.1. Contenido en macronutrientes.

Consideramos importante conocer el estado nutricional de la planta antes de iniciar la experiencia; con este fin realizamos un primer muestreo (Muestreo I, Tabla IV.1.1.1.1). La concentración de **sodio** foliar en el primer muestreo fue similar a la que obtuvo Ramos (2000) en plantas de tomate cultivadas en un medio salino bajo (3 mS/cm).

Los resultados del muestreo I reflejaron que las plantas tenían un nivel bajo en **potasio** según los valores de referencia de Cadahía et al., 1988; Bennett, 1993; Bergmann, 1992; Domínguez, 1984 e IFA, 1992. Los porcentajes de potasio foliar obtenidos no llegaron a ser deficientes, ya que Bennett considera un contenido deficiente de potasio foliar en tomate a aquellos valores inferiores a 1,5%, mientras que IFA considera que niveles deficientes de potasio serían los inferiores a 1,5% cuando la planta está en estado vegetativo y los inferiores a 2,5% cuando la planta se encuentra en el estado de fructificación. En el resto de los muestreos, el porcentaje de potasio disminuyó, estando en todos los tratamientos los valores muy por debajo de la normalidad (Cadahía et al., 1988; Bennett, 1993; Bergmann, 1992; Domínguez, 1984; IFA, 1992). Las concentraciones iniciales de **calcio** en las plantas estaban por encima de las consideradas como normales según Cadahía et al. (1988) y Bergmann (1992) que establecen como valores normales de calcio en hojas superiores en pleno desarrollo los que oscilan entre 2,5-4,0% e IFA (1992) que considera que el rango normal de calcio en tomate oscila entre 2,4-7,2%; en los muestreos sucesivos el porcentaje de calcio se encontraba en exceso si seguimos los criterios de Cadahía et al. (1988), y por encima de lo normal según los valores de referencia de Bergmann (1992), si tomamos los valores de referencia que IFA (1992) considera saludables, las concentraciones obtenidas serían normales. Las concentraciones iniciales de **magnesio** y **fósforo** entraron dentro de los rangos normales según Cadahía et al.(1988), Bergmann (1992) para plantas en primera fructificación; Bennett (1993) para plantas con los primeros frutos maduros, e IFA (1992). En el caso del fósforo la normalidad se mantuvo durante toda la experiencia. El nivel de magnesio en el resto de muestreos debemos considerarlo normal

según Bergmann (1992) e IFA (1992) y alto según Cadahía et al. (1988).

El efecto de los distintos tratamientos en el contenido de los macronutrientes empieza a ponerse de manifiesto a partir del muestreo III (Tabla IV.1.1.1.1). En ese momento se habían hecho 4 aplicaciones de los tratamientos. Aunque a primera vista, no parecen existir grandes diferencias entre las concentraciones obtenidas según los tratamientos, al someter los valores al análisis estadístico (Apéndice II), se observan distintos comportamientos que merecen la pena ser discutidos. A lo largo de la experiencia observamos que el comportamiento general del **sodio** (Tabla IV.1.1.1.1) fue un aumento paulatino y constante en la concentración, esta evolución en el tiempo va a coincidir con la encontrada por Cadahía (1988) en el cultivo de tomate en lana de roca, en enarenado y en turba. El desarrollo del cultivo en un medio salino usando agua de riego con problemas de sodicidad implicaba el riesgo de alcanzar niveles demasiados altos de sodio en la planta, de forma que este elemento sería cada vez más peligroso para el adecuado desarrollo del cultivo, ya que la acumulación de sodio en la hoja lleva a una deshidratación y pérdida de turgencia de la planta y va a producir la muerte de células y tejidos (Munns, 1988; Flowers, 1988).

Tabla IV.1.1.1.1. Contenido en macronutrientes en plantas de tomate cv Daniela. Ensayo Introductorio.

SODIO %	MUESTREO I (antes de aplicar tratamientos)	MUESTREO II	MUESTREO III	MUESTREO IV	MUESTREO V
Q (control)	0,39a	0,38a	0,53b	0,55b	0,60b
Q + SH	0,39a	0,39a	**0,52a**	**0,54a**	**0,59a**
Q + AA	0,39a	0,38a	0,54b	0,60c	**0,58a**
Nivel significación	ns	ns	***	***	***
POTASIO %					
Q (control)	1,6a	0,93a	0,57b	0,70b	0,72a
Q + SH	1,6a	0,86a	0,57b	**0,72c**	**0,74b**
Q + AA	1,6a	0,85a	0,55a	0,66a	0,72a
Nivel significación	ns	ns	*	***	**
CALCIO %					
Q (control)	5,3a	5,7a	7,5a	7,1b	5,8a
Q + SH	5,5a	6,0a	7,4a	7,1b	**6,2b**
Q + AA	5,6a	5,7a	7,4a	7,0a	**6,6c**
Nivel significación	ns	ns	ns	**	***
MAGNESIO %					
Q (control)	0,52a	0,71a	0,76a	0,81a	0,81a
Q + SH	0,55a	**0,72b**	**0,78b**	0,82a	0,80a
Q + AA	0,53a	0,71a	**0,78b**	0,81a	**0,82b**
Nivel significación	ns	*	**	ns	**
FÓSFORO %					
Q (control)	0,37a	0,30a	0,34a	0,37a	0,21a
Q + SH	0,37a	0,29a	**0,42c**	**0,43b**	**0,29b**
Q + AA	0,37a	0,30a	**0,36b**	**0,41b**	**0,28b**
Nivel significación	ns	ns	***	**	***

ns: 0,05 < sig; * 0,01 < sig < 0,05; ** 0,001 < sig < 0,01; *** sig < 0,001

Cuando el quelato se aplicaba mezclado con la misma cantidad de sustancias húmicas (Q + SH), los niveles de sodio fueron menores que los obtenidos con el tratamiento control en los muestreos III, IV y V, siendo las diferencias estadísticamente significativas. El tratamiento Q + AA, mostró en el muestreo III y IV un comportamiento contrario al Q + SH, la concentración de sodio que tenían las plantas a las que se les había aplicado este tratamiento fue la más elevada de los tres tratamientos aplicados, siendo estadísticamente diferente respecto a Q en el muestreo IV. Sin embargo, en el muestreo V, a la aplicación de quelatos y aminoácidos le corresponde un menor contenido en sodio aunque no difiere estadísticamente del tratamiento Q + SH, aunque sí del tratamiento control (Q). Ramos (2000) también obtuvo descensos en las concentraciones foliares de sodio en plantas tratadas con sustancias húmicas.

Si estudiamos el comportamiento del **potasio** (Tabla IV.1.1.1.1), observamos que la evolución general es un descenso en la concentración de este elemento hasta el muestreo III, a partir del cual el porcentaje aumenta. Las evoluciones que obtiene Cadahía (1988) en tomate cultivado en lana de roca, enarenado y turba son más o menos lineales con el tiempo. Cuando junto al quelato de hierro se aplicaron sustancias húmicas se observa que ese descenso en la concentración va a ser frenado, obteniendo en los muestreos IV y V, un aumento significativo en la concentración de potasio comparado con el tratamiento control y con la aplicación de Q + AA, esta mejora en la toma de potasio podemos relacionarla con los descensos que este tratamiento produce en la concentración de sodio en estos mismos muestreos, Guerrier (1982) afirma que la toma de sodio por parte de la planta se ve inhibida por el potasio. Durante el transcurso de la

experiencia se observó que en cierto momento (muestreo III y IV) las plantas tratadas con Q + AA tenían un contenido menor en potasio que las plantas tratadas con los otros dos tratamientos. Aunque la deficiencia de potasio suele reflejarse en un crecimiento retardado (Marschner, 1995), las plantas de tomate de la experiencia, que mostraban unos niveles bastante bajos, se desarrollaron con normalidad, incluso las plantas tratadas con Q + AA que tuvieron los menores niveles de potasio. Un aspecto importante que consideramos más adelante es la interacción que el potasio mantiene con otros elementos como el sodio o el calcio.

Si nos fijamos en el **calcio** (Tabla IV.1.1.1.1), los niveles durante toda la experiencia se mantuvieron altos; la evolución en el tiempo concordó con los resultados de Cadahía (1988) dada para los diferentes sustratos el comportamiento en el tiempo seguía una pauta prácticamente lineal. Hasta el final de la experiencia no se observaron comportamientos estadísticamente diferentes entre los tratamientos. En el muestreo IV, a la aplicación de Q + AA le corresponde el contenido más bajo de calcio respecto a Q y Q + SH. Sin embargo, la aplicación de Q + AA es la que conduce a los mayores contenidos de calcio en la hoja en el último muestreo. Unas de las principales funciones del calcio es incrementar la tolerancia de las plantas al aumento de sales en el medio (Marschner, 1995). Los efectos positivos de calcio son consecuencia de sus funciones en la integridad de la membrana y en el control de la selectividad en la toma y transporte de iones (Marschner, 1995). Altas concentraciones de sodio en el sustrato inhiben la toma y el transporte de calcio, y por tanto pueden inducir deficiencia de calcio en la planta (Lynch et al., 1985). Autores como Abdullah et al. (1982) o Muhammed et al. (1987) observaron que en cultivos como arroz y

patata los contenidos de calcio y sodio guardaban una relación inversa. Si consideramos las concentraciones de calcio y sodio del muestreo V, que es donde se obtienen las mayores diferencias, observamos que a la aplicación de Q le corresponden los mayores niveles de sodio y los menores de calcio, mientras que al tratamiento Q + AA le corresponde los menores valores de sodio y los mayores de calcio (Figura IV.1.1.1.1). En el muestreo IV también observamos la relación que guarda el sodio y el calcio, en este caso a la aplicación de Q + AA le corresponde la mayor concentración de sodio y la menor de calcio si lo comparamos con la aplicación de Q y Q + SH.

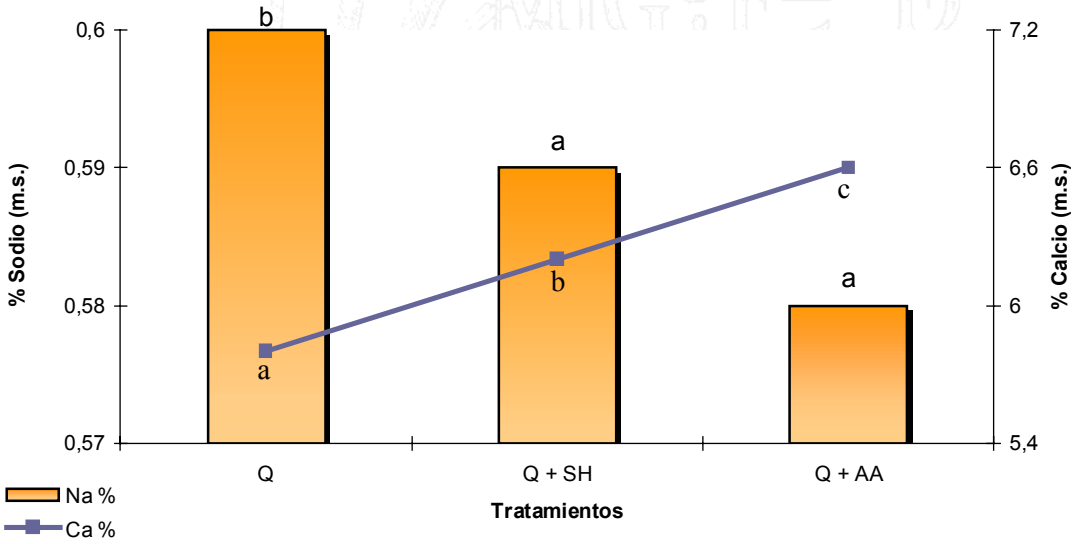


Figura IV.1.1.1.1. Relación antagónica entre sodio y calcio. Ensayo introductorio en tomate. Muestreo V.

Las funciones del **magnesio** en la planta están principalmente relacionadas con su capacidad para interactuar con ligandos fuertemente nucleófilos (grupos fosforilo) a través de enlaces iónicos

(Marschner, 1995). Aunque la mayoría de los enlaces en los que está implicado el magnesio son iónicos, también forma importantes enlaces covalentes, como en la molécula de clorofila. Además, el magnesio forma complejos con enzimas en las que este catión es requerido para establecer la geometría precisa entre la enzima y el sustrato (Clarkson et al., 1980). La toma de este catión por la planta puede verse afectada por cationes como potasio, sodio o calcio, entre otros (Kurvits et al., 1980, Heenan et al., 1981). En esta experiencia, sin embargo, los niveles de magnesio (Tabla IV.1.1.1.1) no fueron afectados por los altos contenidos de calcio o de sodio que existieron durante todo el ensayo. El aumento con el tiempo de las concentraciones de magnesio, concuerda con los resultados de Cadahía (1988), donde los contenidos de magnesio en tomate cultivado en diversos sustratos se incrementaban ligeramente con el tiempo. Estudios como los realizados por Cooper et al. (1998) o Chunhua et al. (1998) han demostrado que la aplicación de distintos tipos de sustancias húmicas mejoran la concentración de magnesio en la planta. Este hecho lo pudimos constatar en este ensayo, ya que en el muestreo II y III, la concentración de magnesio es significativamente mayor en las plantas tratadas con Q + SH que en las plantas tratadas con Q. Esta misma circunstancia nos la encontramos para el tratamiento Q + AA cuando hicimos el muestreo III y V.

Los contenidos de **fósforo** (Tabla IV.1.1.1.1) no difieren hasta el muestreo III; a partir de éste, se observa que la aplicación de Q + SH provoca un aumento significativo en la concentración foliar de este elemento; este mismo comportamiento lo muestra la aplicación de Q + AA. Los incrementos en los contenidos de P respecto al control oscilan entre 16-38% para el tratamiento Q + SH y entre un 6-33% para el

tratamiento Q + AA (Figura IV.1.1.1.2). Observamos que las concentraciones de fósforo, en general, se mantienen constantes hasta el muestreo V donde se puede apreciar un descenso, comparado con los otros muestreos, este hecho concuerda con las observaciones de Cadahía (1988). El efecto de los materiales orgánicos está de acuerdo con los resultados obtenidos por autores como Adani et al. (1998), Stevenson (1979), Tan et al. (1979), Duplessis et al. (1983), Piccolo et al. (1992a), Cooper et al. (1998) que han constatado que la aplicación de sustancias húmicas mejora la nutrición vegetal del fósforo, lo que respaldaría los importantes incrementos obtenidos en los niveles de fósforo cuando aplicamos Q + SH y Q + AA. Una buena nutrición de fósforo es imprescindible para el adecuado desarrollo de la planta, el fósforo forma parte de estructuras macromoleculares como los ácidos nucleicos, interviene en los procesos de transferencia de energía al formar parte de las unidades de ATP y ser integrante de la estructura molecular de las membranas (Marschner, 1995).

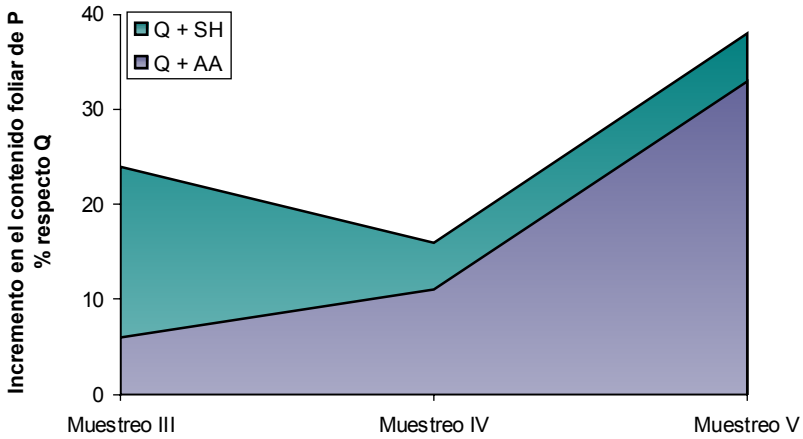


Figura IV.1.1.1.2. Incrementos del contenido de fósforo en las plantas de tomate tratadas con Q + SH y Q + AA. Ensayo introductorio.

En el estudio estadístico de los resultados, incluimos el *modelo lineal general de medidas repetidas* que proporciona un análisis de varianza cuando se toma la misma medida varias veces a cada sujeto (Apéndice II), es decir, analizamos las medidas obtenidas a lo largo de los muestreos para cada elemento y según el tratamiento de manera conjunta. Además de tener en cuenta la influencia de los tratamientos en un momento puntual (muestreo) independientemente del resultado obtenido en otro muestreo (Tabla IV.1.1.1.1), con este enfoque podemos saber sobre qué elementos nutritivos los tratamientos van a ejercer su influencia al considerar la experiencia globalmente (Tabla IV.1.1.1.2). En este manejo estadístico de los resultados no hemos computado el muestreo I, ya que en ese momento no habíamos hecho todavía ninguna aplicación de los tratamientos.

Se llega a las mismas conclusiones que en el estudio anterior correspondiente a los muestreos considerados individualmente. La aplicación de Q + SH va a provocar un descenso, pequeño, pero significativo, en la concentración foliar de sodio y potasio, mientras que va a mejorar el porcentaje de calcio, magnesio y fósforo en la hoja (Tabla IV.1.1.1.2). El tratamiento Q + AA aumentará el contenido de calcio, magnesio y fósforo, mientras que no influirá en el contenido de sodio, y reducirán el de potasio respecto al control. En resumen, las sustancias húmicas tienen un efecto más positivo sobre los contenidos de macronutrientes en tomate que los aminoácidos.

Tabla IV.1.1.1.2. Análisis de medidas repetidas de macronutrientes en el ensayo introductorio del tomate. Concentración expresada en % m.s.

TRATAMIENTOS	SODIO	POTASIO	CALCIO	MAGNESIO	FÓSFORO
Q (CONTROL)	0,52b	0,73c	6,5a	0,77a	0,30a
Q + SH	0,51a	0,72b	6,7b	0,78b	0,36c
Q + AA	0,52b	0,69a	6,7b	0,78b	0,34b
Nivel Signif.	**	***	**	**	***

ns: 0,05 < sig; * 0,01 < sig < 0,05; ** 0,001 < sig < 0,01; *** sig < 0,001

IV.1.1.2. Contenido en micronutrientes.

Los principales efectos de los tratamientos en la nutrición de la planta los esperábamos encontrar en los contenidos foliares de los micronutrientes (Tabla IV.1.1.2.1). De hecho así fue. Sin embargo, los resultados fueron alterados por motivos que no estaban previstos en el desarrollo de la experiencia. La realización de ensayos de campo, donde las plantas seleccionadas para las experiencias se encuentran muy próximas al resto del cultivo con un destino comercial, en ocasiones es difícil llevarlos a cabo sin que se produzca manipulación de algún tipo sobre las plantas. En este primer ensayo introductorio, al igual que en el resto del trabajo, la parcela experimental, como ya hemos dicho en el apartado *Materiales y Métodos,* estaba marcada y controlada para evitar la aplicación de agroquímicos (fertilizantes o plaguicidas) que pudieran interferir con los tratamientos; sin embargo, a pesar de estos controles, en el caso del tomate la empresa propietaria del invernadero aplicó foliarmente un corrector de carencias múltiples (cobre, manganeso y zinc) a todo el invernadero tras el muestreo III, la consecuencia fue que los contenidos foliares de estos micronutrientes en el muestreo IV y V se vieron distorsionados. Según IFA (1992), Cadahía et al. (1988), Bergmann (1992) y Welch (1995) los valores

saludables de cobre en plantas de tomate deben oscilar entre 7-16 ppm, sin embargo en los muestreos III y IV esas concentraciones son, para todos los tratamientos, entre 30 y 40 veces superior (Tabla IV.1.1.2.1); los valores adecuados de manganeso según IFA (1992) en tomate deben oscilar entre 55-220 ppm, por tanto en los muestreos IV y V los valores estaban un poco por encima del normal, sin embargo si siguiéramos los criterios de Cadahía et al. (1988) y Welch (1995) serían normales; de cualquier forma se produce un incremento de más del doble respecto a los tres primeros muestreos (Tabla IV.1.1.2.1). Los efectos sobre los contenidos de zinc no son tan evidentes, los resultados nos indican que la aplicación del corrector de carencias múltiples, parece no afectar al nivel de este nutriente, no siendo muy distinto del que presentaba en los tres primeros muestreos (Tabla IV.1.1.2.1). siendo además óptimo para el adecuado desarrollo de la planta (Cadahía et al., 1988, Bergmann, 1992, Welch, 1995).

Las concentraciones de **hierro** (Tabla IV.1.1.2.1) no se vieron afectadas por la aplicación de este corrector de carencias múltiples, posiblemente porque no incluía este elemento en la formulación del producto aplicado. Los efectos de las sustancias húmicas en la acumulación foliar de hierro fueron apreciables a partir del muestreo II (Tabla IV.1.1.2.1.), es decir, cuando tan sólo habíamos hecho dos aplicaciones de los tratamientos. La aplicación de Q + AA también da lugar a un aumento de los niveles de hierro foliar con respecto al tratamiento control, pero a partir del muestreo III. Las concentraciones obtenidas durante toda la experiencia entraron en los niveles de normalidad que establecen los distintos autores (Cadahía et al., 1988; Welch, 1995; IFA, 1992).

Tabla IV.1.1.2.1. Contenido en micronutrientes en plantas de tomate cv Daniela. Ensayo Introductorio.

HIERRO ppm	MUESTREO I (antes de aplicar tratamientos)	MUESTREO II	MUESTREO III	MUESTREO IV	MUESTREO V
Q (control)	279a	225a	218a	228a	198a
Q + SH	271a	**240b**	**240b**	**291c**	**225b**
Q + AA	270a	216a	**236b**	**277b**	**230b**
Nivel significación	ns	***	***	***	***
COBRE ppm					
Q (control)	22a	19a	13a	365a	399a
Q + SH	21a	23a	15a	**409b**	**492c**
Q + AA	21a	22a	14a	**402b**	**420b**
Nivel significación	ns	ns	ns	***	***
MANGANESO ppm					
Q (control)	31a	42a	94a	242a	235a
Q + SH	37a	**51b**	**102b**	**268b**	**266b**
Q + AA	36a	45a	**108b**	**264b**	**260b**
Nivel significación	ns	*	**	***	***
ZINC ppm					
Q (control)	38a	41a	24a	46a	37a
Q + SH	39a	39a	23a	**58b**	**60b**
Q + AA	36a	37a	28a	**58b**	**64b**
Nivel significación	ns	ns	ns	**	***

ns: 0,05 < sig; * 0,01 < sig < 0,05; ** 0,001 < sig < 0,01; *** sig < 0,001

En la Figura IV.1.1.2.1 observamos la evolución de los contenidos de hierro según los tratamientos. En los estudios realizados por Cadahía (1988) sobre distintos sustratos, la tendencia general es un repunte de la concentración de hierro al final de la experiencia, en nuestro trabajo, sin embargo obtenemos un descenso pronunciado en el contenido de hierro al final de la experiencia. Aunque la evolución, a lo largo del tiempo sigue la misma trayectoria para los tres tratamientos, la aplicación de Q + SH y Q + AA provoca que los contenidos de hierro sean notablemente superiores a los que se obtienen con la aplicación de Q; estos resultados estarían en concordancia con los obtenidos por Fortún et al. (1986a,b), Abad et al. (1991) y Fagbenro et al. (1993), que como ya comentamos en el apartado de *Sustancias húmicas* de la *Introducción,* constataron que la aplicación de diferentes sustancias húmicas mejoran la asimilación de hierro, y también coincidirían con las teorías de Lucena (2000) que considera que los aminoácidos actúan, en ciertos aspectos, de manera parecida a como lo hacen las sustancias húmicas. Debemos descartar la hipótesis que suponga que los aumentos al aplicar sustancias húmicas o aminoácidos se debe al contenido de hierro de estos productos, ya que en el caso de las SH el contenido de hierro se estima en 1 % p/p, mientras que para los aminoácidos AA, la cantidad de hierro que poseen se puede despreciar (Tabla III.1, *Materiales y Métodos*).

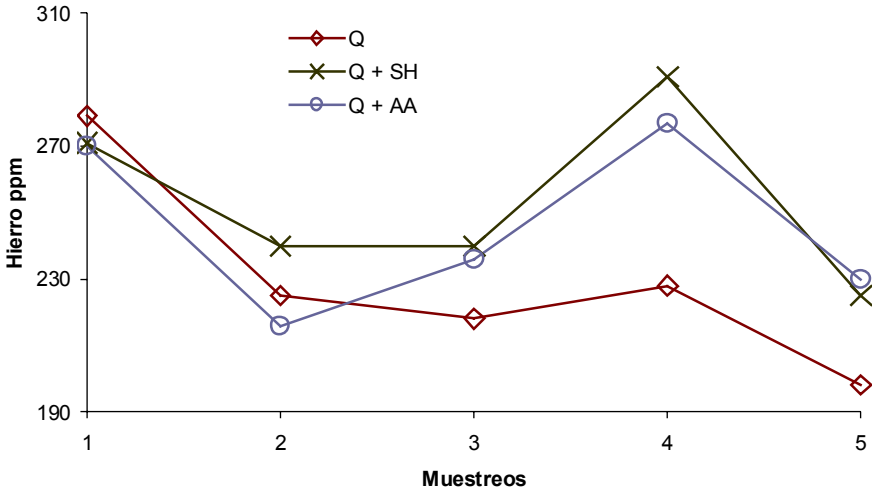


Figura IV.1.1.2.1. Evolución en el tiempo de los contenidos de hierro según cada tratamiento. Ensayo introductorio en tomate.

Las sustancias húmicas y los aminoácidos potencian el efecto del corrector de carencias múltiples, aplicado accidentalmente, sobre las concentraciones de cobre, manganeso y zinc (Tabla IV.1.1.2.1). En el caso del **cobre**, en el muestreo IV y V, donde aparecen los efectos de la aplicación del corrector de carencias, es cuando también surgen las diferencias entre los tratamientos. En el **manganeso**, los efectos de las sustancias húmicas empiezan a hacerse notar a partir del muestreo II, por tanto observamos un comportamiento muy similar al del hierro. El tratamiento Q+AA también provoca aumento en las partes por millón de manganeso antes de la aplicación del corrector (muestreo III). Si hablamos del **zinc**, podemos observar un comportamiento similar al obtenido para el cobre, aumentando la concentración de este elemento en las plantas tratadas con Q + SH y Q + AA a partir del muestreo IV, sin embargo los efectos del corrector parecen no manifestarse, al menos de la misma manera que en el caso del cobre y del manganeso

(Figura IV.1.1.2.2.), mientras que las plantas con tratamiento Q tienen una menor concentración en el muestreo V que en el muestreo IV, los tratamientos Q + SH y Q + AA provocan un cambio de tendencia que se traduce en un aumento en los contenidos de zinc en el muestreo V, respecto al anterior (Figura IV.1.1.2.2.).

Un hecho que merece destacar, es que sería de esperar que aquellas plantas con altos niveles de cobre, manganeso y zinc provocarían efectos antagónicos con el hierro, sobre todo en los tratamientos Q + SH y Q + AA que son a los que corresponden los valores más altos de los elementos anteriores. Sin embargo, se producen incrementos en las concentraciones de hierro para estos tratamientos, por tanto podríamos suponer que las sustancias húmicas y los aminoácidos evitan ese antagonismo entre el hierro y el resto de micronutrientes, favoreciendo incluso la toma de hierro en estas circunstancias de competencia con otros micronutrientes.

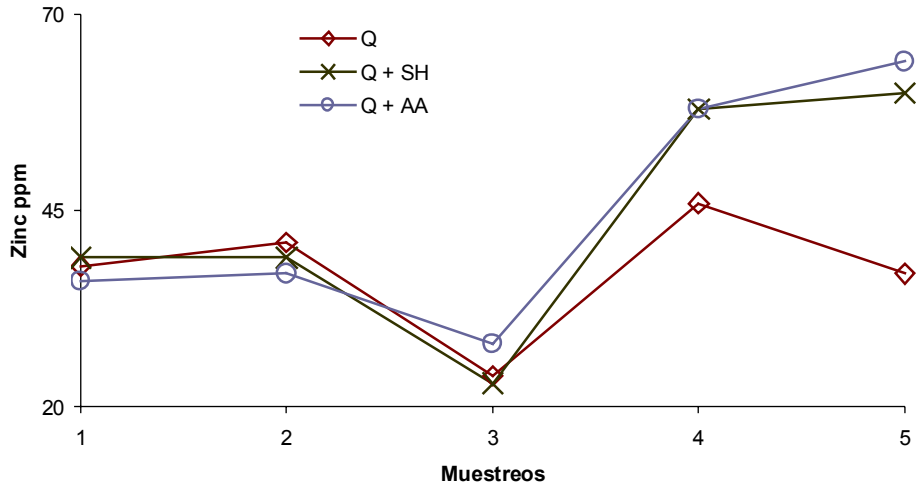


Figura IV.1.1.2.2. Evolución en el tiempo de los contenidos de zinc según cada tratamiento. Ensayo introductorio en tomate.

Cuando tratamos los resultados con el método de medidas repetidas (Tabla IV.1.1.2.2), podemos ver la influencia de los tratamientos de manera global. Despreciamos el primer muestreo puesto que todavía no habíamos hecho ninguna aplicación. La conclusión que podemos extraer es que las sustancias húmicas y los aminoácidos mejoran los contenidos del hierro y del resto de micronutrientes considerando los muestreos independientemente y en su conjunto.

Las concentraciones que obtenemos con el tratamiento de medidas repetidas entran dentro de la normalidad para el hierro según IFA (1992), Cadahía et al. (1998), Welch (1995), para el cobre habría un claro exceso (IFA, 1992; Cadahía et al., 1988; Bergmann, 1992), con el manganeso los rangos obtenidos serían normales, al igual que para el zinc (IFA, 1992; Cadahía et al., 1988; Bergmann, 1992).

Tabla IV.1.1.2.2. Análisis de medidas repetidas de micronutrientes en el ensayo introductorio del tomate. Concentración expresada en ppm m.s.

TRATAMIENTOS	HIERRO	COBRE	MANGANESO	ZINC
Q (CONTROL)	217a	199a	153a	37a
Q + SH	248c	235c	172b	45b
Q + AA	240b	214b	169b	46b
Nivel significac.	***	***	***	***

ns: 0,05 < sig; * 0,01 < sig < 0,05; ** 0,001 < sig < 0,01; *** sig < 0,001

El tratamiento de medidas repetidas, nos permite concluir que el tratamiento Q + SH provoca, respecto al tratamiento control, un aumento del 14% en la concentración foliar de hierro, del 18% en cobre y del 12% en manganeso, mientras que el contenido en zinc aumentó un 21%. El tratamiento Q + AA conduce a un aumento, respecto del

control, del 11% del nivel de hierro en la hoja, del 7% para el cobre y de algo más de un 10% para el manganeso; los contenidos de zinc se incrementaron en un 24% respecto del tratamiento Q (control) (Figura IV.1.1.2.3).

Por tanto, la aplicación conjunta y localizada de compuestos orgánicos, en especial sustancias húmicas, mejora el contenido de los micronutrientes en hoja para el cultivo de tomate cv Daniela en suelo calizo con problemas de salinidad.

BIBLIOTECA VIRTUAL

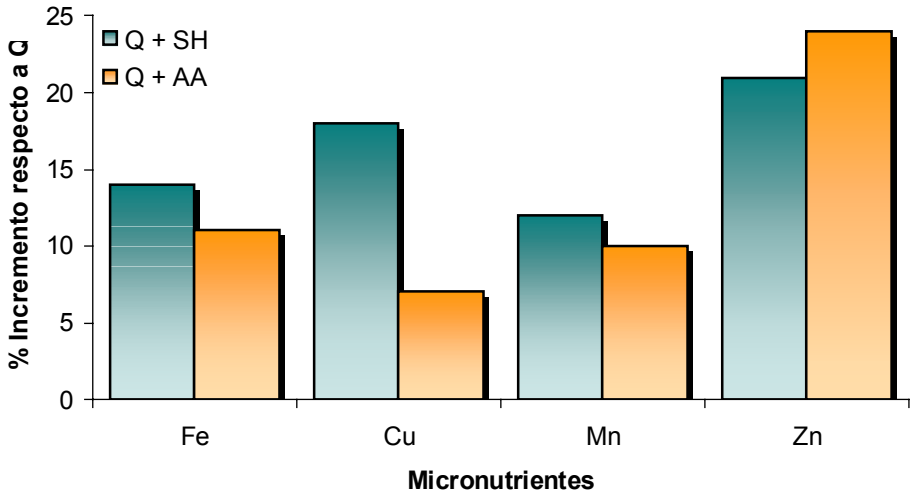


Figura IV.1.1.2.3. Incrementos respecto al control en el contenido de micronutrientes cuando se aplica Q + SH y Q + AA. Ensayo introductorio en tomate.

IV.1.1.3. Relaciones entre nutrientes.

La relación que guardan los nutrientes entre sí es tan importante como el contenido de cada elemento de manera individual. La absorción de cationes es un proceso no específico, que depende principalmente de la concentración en el medio nutritivo de las especies catiónicas y en algunos casos de la especificidad en la permeabilidad de las membranas (Mengel et al., 1987). Incrementos en el suministro de una especie catiónica puede disminuir los niveles de otra especie también catiónica en la planta. Esta relación se conoce como **antagonismo**, aunque como afirman Mengel et al. (1987), éste no sea el sentido clásico del término, el cual implicaría que los efectos de dos especies catiónicas sean mutuamente opuestos.

Las relaciones que hemos considerado necesario estudiar para descubrir si alguno de los tratamientos aplicados producían algún tipo de antagonismo entre los micro y macronutrientes, han sido extraídas de la bibliografía (Bergmann, 1992; Mengel et al., 1987; Thomas et al., 1998, Lucena, 1986; Juárez et al., 1996).

IV.1.1.3.1. Relaciones del hierro con otros elementos.

Lingle et al. en 1963, ya observó competencia en la toma por parte de la planta entre el potasio y el hierro. En condiciones de deficiencia de hierro parece tener lugar una acumulación de ácidos orgánicos asociada con una alta concentración de **potasio** (Welkie et al., 1993; Thomas et al., 1998).

En este ensayo con tomate, la aplicación de Q + SH y Q + AA produce descensos en la relación K/Fe con respecto al control (Tabla IV.1.1.3.1.1), con lo que de alguna manera se evita la inducción de la clorosis férrica por la presencia de potasio, a pesar de que las sustancias húmicas favorecen la toma de este elemento por la planta en algunos momentos de la experiencia (muestreos IV y V) (Tabla IV.1.1.1.1). Los tratamientos Q + SH y Q + AA favorecen la toma de hierro frente a la de potasio, evitando una de las situaciones que producen la clorosis férrica.

BIBLIOTECA VIRTUAL

Tabla IV.1.1.3.1.1. Relación K/Fe durante el ensayo introductorio en tomate.

K/Fe	Muestreo I	Muestreo II	Muestreo III	Muestreo IV	Muestreo V	Medidas repetidas
Q (CTRL)	57a	42c	26b	31b	36c	34b
Q + SH	58a	**36a**	**24a**	**25a**	**33b**	**29a**
Q + AA	60a	**39b**	**23a**	**24a**	**31a**	**29a**
Nivel signific.	ns	***	***	***	***	***

ns: 0,05 < sig; * 0,01 < sig < 0,05; ** 0,001 < sig < 0,01; *** sig < 0,001

En los suelos calizos, la presencia de altos contenidos de **calcio** en el suelo suele provocar, como ya dijimos en la *Introducción* al hablar de la clorosis férrica, la sustitución del hierro quelado presente en la disolución por este catión (Bergmann, 1992), de manera que se produce la acumulación de calcio en las plantas deficientes en hierro. Sin embargo, autores como Belkhodja et al. (1998) o Thomas et al. (1998) obtienen resultados totalmente contrarios, en hojas cloróticas aparecen menores contenidos de calcio.

El exceso de iones cálcicos en el suelo puede ser una de las causas de la clorosis férrica (Loué, 1988), sin embargo este autor señala también que el ligando EDDHA es particularmente selectivo para el Fe^{3+}, de manera que los cationes Ca^{2+} y Mg^{2+} no compiten con el Fe^{3+}, por tanto los iones calcio competirán con el hierro asimilable del suelo, pero no con el hierro proporcionado por el quelato Fe-EDDHA. Los tratamientos Q + SH y Q + AA hacen que las relaciones Ca/Fe sean menores (Tabla IV.1.1.3.1.2), de manera que la presencia de altos contenidos de calcio como en nuestro caso (Tabla IV.1.1.1.1), no afectan a los niveles de hierro, debido posiblemente al estímulo en la toma de hierro de las sustancias húmicas y los aminoácidos (Tabla IV.1.1.2.1). Con el análisis de medidas repetidas, podemos afirmar que la aplicación de Q + SH y Q+ AA no sólo reduce los efectos de la alta concentración de calcio sobre la toma de hierro en los muestreos III y IV, sino también considerando la totalidad de la experiencia.

Tabla IV.1.1.3.1.2. Relación Ca/Fe durante el ensayo introductorio en tomate.

Ca/Fe	Muestreo I	Muestreo II	Muestreo III	Muestreo IV	Muestreo V	Medidas repetidas
Q (CTRL)	190a	253a	344b	311b	293a	300c
Q + SH	203b	250a	**308a**	**244a**	276a	**270a**
Q + AA	207b	264a	**314a**	**253a**	287a	**279b**
Nivel signific.	*	ns	***	***	ns	***

ns: 0,05 < sig; * 0,01 < sig < 0,05; ** 0,001 < sig < 0,01; *** sig < 0,001

Los trabajos realizados por Juárez et al. (1996) y Bermúdez et al. (1999) en el Departamento de Agroquímica y Bioquímica de la Universidad de Alicante han demostrado que altas concentraciones de fósforo disminuyen la absorción y la movilización del hierro. Estos autores afirman, como ya hemos tenido oportunidad de recordar, que la

relación P/Fe y el contenido de Fe^{2+} en hojas parecen estar inversamente correlacionados. En este primer ensayo introductorio, obtuvimos que la aplicación de SH mejoraban los niveles de hierro y de fósforo (Tabla IV.1.1.1.1 y Tabla IV.1.1.2.1), pero además, al considerar la relación entre estos dos nutrientes (Tabla IV.1.1.3.1.3), observamos que en el muestreo II las sustancias húmicas favorecían la toma de hierro al ser menor el cociente P/Fe respecto al control, pero en los muestreos III y V la relación es mayor que en el tratamiento control. Con el análisis de medidas repetidas no obtuvimos diferencias significativas entre la aplicación de Q + SH y el tratamiento control (Q), por tanto aunque en momentos puntuales se favorezca la toma de fósforo en detrimento de la toma de hierro cuando se aplica Q + SH, considerando todos los muestreos simultáneamente no se obtienen diferencias con el control. También debemos señalar que en los muestreos III y V las plantas se desarrollaron con normalidad, no siendo visibles síntomas de clorosis en las plantas tratadas con sustancias húmicas a pesar de que en esos muestreos se favoreciera más la toma de fósforo que de hierro. Las plantas de tomate tratadas con Q + AA en el muestreos II y V mostraron un comportamiento similar al Q + SH en los muestreos III y V, sin embargo con el análisis de medidas repetidas no se obtuvieron diferencias significativas con el control, ni las plantas mostraron síntomas cloróticos.

Tabla IV.1.1.3.1.3. Relación P/Fe durante el ensayo introductorio en tomate.

P/Fe	Muestreo I	Muestreo II	Muestreo III	Muestreo IV	Muestreo V	Medidas repetidas
Q (CTRL...)	13a	13b	16a	16a	11a	14a
Q + SH	14a	**12a**	18b	15a	13b	14a
Q + AA	14a	14c	15a	15a	12b	14a
Nivel signific.	ns	***	***	ns	***	ns

ns: 0,05 < sig; * 0,01 < sig < 0,05; ** 0,001 < sig < 0,01; *** sig < 0,001

Mengel et al. en 1987 afirman que existen numerosos ejemplos en los que altos niveles de **manganeso** producen clorosis férrica: en el cultivo de arroz, con una alta relación Mn:Fe aparecen síntomas de deficiencia de hierro. La justificación de este hecho se debe más a una alteración sobre la actividad enzimática del hierro que al desplazamiento que sufre la toma de este nutriente. Este mismo autor constata que la presencia de cantidades elevadas de Mn pueden desplazar al hierro del quelato FeEDDHA.

En nuestro ensayo (Tabla IV.1.1.3.1.4), a la aplicación de Q + SH y Q + AA le correspondieron valores menores en la relación Mn/Fe respecto al control en el muestreo IV. En el análisis de medidas repetidas también observamos que la aplicación de sustancias húmicas o aminoácidos junto con el quelato FeEDDHA se reflejaba en menores valores de la relación Mn/Fe.

Tabla IV.1.1.3.1.4. Relación Mn/Fe durante el ensayo introductorio en tomate.

Mn/Fe	Muestreo I	Muestreo II	Muestreo III	Muestreo IV	Muestreo V	Medidas repetidas
Q (CTRL.)	0,11a	0,19a	0,43a	1,06b	1,2a	0,72b
Q + SH	0,14a	0,21a	0,43a	**0,92a**	1,2a	**0,69a**
Q + AA	0,13a	0,21a	0,46a	**0,95a**	1,1a	**0,69a**
Niv. signific.	ns	ns	ns	***	ns	*

ns: 0,05 < sig; * 0,01 < sig < 0,05; ** 0,001 < sig < 0,01; *** sig < 0,001

Un hecho constatado de las hojas deficientes en hierro, es la mayor concentración que tienen en manganeso y **zinc** (Belkhodja et al. 1998). El zinc, al igual que el manganeso, también tiene cierta capacidad para desplazar al hierro del complejo FeEDDHA. Por tanto,

también es necesario saber la relación que guardan estos elementos. En los resultados (Tabla IV.1.1.3.1.5), no se observan diferencias significativas hasta el último muestreo; en él se podemos ver que la aplicación de sustancias húmicas y/o aminoácidos producen incrementos en la relación Zn/Fe respecto al control. Si consideramos todos los muestreos conjuntamente y aplicamos el método de medidas repetidas, concluimos que la aplicación de aminoácidos parecen favorecer la toma de zinc frente al hierro, siendo la relación Zn/Fe significativamente mayor que en los tratamientos Q y Q + SH.

BIBLIOTECA VIRTUAL

Tabla IV.1.1.3.1.5. Relación Zn/Fe durante el ensayo introductorio en tomate.

Zn/Fe	Muestreo I	Muestreo II	Muestreo III	Muestreo IV	Muestreo V	Medidas repetidas
Q (CTRL.)	0,14a	0,18a	0,11a	0,20a	0,19a	0,17a
Q + SH	0,14a	0,16a	0,09a	0,20a	0,27b	0,18ab
Q + AA	0,13a	0,17a	0,10a	0,21a	0,28b	0,19b
Nivel signific.	ns	ns	ns	ns	***	*

ns: 0,05 < sig; * 0,01 < sig < 0,05; ** 0,001 < sig < 0,01; *** sig < 0,001

Hewitt (1963) o Foy et al. (1978) establecen que el Cu puede favorecer la deficiencia de hierro. El **cobre** fue el elemento más afectado por la aplicación accidental del corrector de carencias múltiples, estando los niveles en los muestreos IV y V muy por encima de lo normal (Tabla IV.1.1.2.1). En la relación Cu/Fe se observa claramente este hecho (Tabla IV.1.1.3.1.6). En los muestreos IV y V las relaciones son muy elevadas en comparación con los muestreos anteriores. En las plantas, sin embargo no observamos ningún efecto por el alto contenido de cobre en la hojas (Tabla IV.1.1.2.1). Bergmann (1992) afirmaba que al aplicar complejos de hierro, un exceso de cobre

apenas si causaría clorosis debido a la deficiencia de hierro, sino necrosis en las hojas verdes más viejas, comenzando en los ápices de las hojas y bordes foliares, y extendiéndose hasta el centro foliar, sin embargo nosotros no percibimos ninguno de esos síntomas en las plantas de tomate. Entre los resultados, destaca que el tratamiento Q + SH ofrece dos comportamientos totalmente distintos, en el muestreo IV es menor la relación Cu/Fe comparada con el control, de manera que podríamos pensar que se favorece la toma de hierro, sin embargo en el muestreo V, al tratamiento con sustancias húmicas le corresponden los mayores valores de la relación Cu/Fe favoreciendo en este caso al cobre. Si consideramos todos los muestreos con el método de medidas repetidas, podemos ver que entre el tratamiento Q y Q + SH no existen diferencias significativas. La aplicación de aminoácidos parece reducir la toxicidad de los altos contenidos de cobre, siendo el cociente Cu/Fe estadísticamente inferior respecto al control y al tratamiento Q + SH, cuando consideramos la experiencia en su conjunto también obtenemos que el tratamiento Q + AA produce un menor valor en la relación Cu/Fe.

Tabla IV.1.1.3.1.6. Relación Cu/Fe durante el ensayo introductorio en tomate.

Cu/Fe x 10^{-2}	Muestreo I	Muestreo II	Muestreo III	Muestreo IV	Muestreo V	Medidas repetidas
Q (CTRL)	7,8a	8,4a	6,1a	160b	200b	93b
Q + SH	7,4a	9,6a	6,4a	**140a**	220c	94b
Q + AA	7,8a	10,1a	5,9a	**150a**	**180a**	**86a**
Nivel signif.	ns	ns	ns	***	***	***

ns: 0,05 < sig; * 0,01 < sig < 0,05; ** 0,001 < sig < 0,01; *** sig < 0,001

Al estudiar las relaciones Zn/Fe y Cu/Fe, hemos visto que en ciertos momentos de la experiencia se favorecía la toma de zinc o de cobre comparados con el hierro. En las características del suelo (Tabla III.1.2, *Materiales y Métodos*) vimos que este tenía un exceso de cobre y zinc, de manera que en cierto momento estos micronutrientes podrían competir con el hierro en su toma por la planta desplazándolo del quelato Fe-EDDHA; por otro lado la aplicación del corrector de carencias múltiples afectó a los valores de los cocientes Zn:Fe, Cu:Fe y Mn:Fe, sin embargo debemos señalar que en este caso no se pudo producir el desplazamiento del hierro del quelato Fe-EDDHA, ya que el corrector fue aplicado foliarmente, mientras nuestros tratamientos eran aplicados al suelo.

IV.1.1.3.2. Relaciones entre nutrientes distintos al hierro.

Altas concentraciones de potasio, pueden inducir deficiencias de magnesio y calcio (Bergmann, 1992). Excepto en el muestreo V (Tabla IV.1.1.3.2.1) donde la relación K/Mg es mayor para el tratamiento Q + SH que para el control, para el resto de muestreos cuando existen diferencias significativas respecto al tratamiento Q siempre es porque el magnesio o el calcio se ven favorecidos en la relación que guardan con el potasio. Con el análisis de medidas repetidas, a los tratamientos Q + SH y Q + AA les corresponden menores valores en las relaciones K/Mg y K/Ca con lo que se reduce el riesgo de que el potasio produzca efectos antagónicos con el calcio y magnesio.

Tabla IV.1.1.3.2.1. Relaciones entre elementos. Ensayo introductorio en tomate.

K/Mg	Muestreo I	Muestreo II	Muestreo III	Muestreo IV	Muestreo V	Medidas repetidas
Q (CTRL)	3,1b	1,3b	0,76c	0,86b	0,90a	0,96c
Q + SH	2,9a	**1,2a**	**0,73b**	0,88b	0,93b	**0,93b**
Q + AA	3,1b	**1,2a**	**0,70a**	**0,81a**	**0,88a**	**0,90a**
Niv. significac.	*	***	**	***	**	***
K/Ca x 10^{-2}						
Q (CTRL)	30a	16b	7,7a	9,8b	12,4c	11,6c
Q + SH	29a	**14a**	7,7a	9,9b	**11,9b**	**11,0b**
Q + AA	29a	**15a**	7,4a	**9,4a**	**10,9a**	**10,7a**
Niv. significac.	ns	**	ns	**	***	***
K/Na						
Q (CTRL)	4,1a	2,4b	1,1b	1,26b	1,20a	1,49b
Q + SH	4,1a	2,2a	1,1b	**1,33c**	**1,26b**	1,47b
Q + AA	4,3a	2,3a	1,0a	1,10a	**1,24b**	1,41a
Niv. significac.	ns	**	**	***	**	**
Ca/Mg						
Q (CTRL)	10a	8,1a	9,9b	8,8b	7,2a	8,5a
Q + SH	10a	8,3a	9,5a	8,8b	**7,8b**	8,5a
Q + AA	11a	8,1a	9,4a	8,6a	**8,1b**	8,6a
Niv. significac.	ns	ns	**	*	***	ns
Na/Ca x 10^{-2}						
Q (CTRL)	7,3a	6,7a	7,1b	7,8b	10,3c	8,0c
Q + SH	7,0a	6,5a	**7,0a**	**7,5a**	**9,4b**	**7,6a**
Q + AA	6,7a	6,6a	7,3c	8,6c	**8,7a**	**7,8b**
Niv. significac.	ns	ns	***	***	***	***
P/Zn						
Q (CTRL)	97a	73a	145a	81a	58a	89a
Q + SH	97a	75a	194a	75a	48a	98a
Q + AA	104a	81a	156a	71a	45a	88a
Niv. significac.	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Cu/Mn						
Q (CTRL)	0,71a	0,44a	0,14a	1,5a	1,70b	0,95a
Q + SH	0,58a	0,45a	0,15a	1,5a	1,85c	1,00a
Q + AA	0,63a	0,50a	0,13a	1,5a	1,62a	0.94a
Niv. significac.	ns	ns	ns	ns	***	ns
Cu/Zn						
Q (CTRL)	0,58a	0,47a	0,55a	7,9b	10,9c	5,0b
Q + SH	0,55a	0,59a	0,71a	**7,1a**	**8,2b**	**4,1a**
Q + AA	0,59a	0,60a	0,61a	**6,9a**	**6,6a**	**3,7a**
Niv. significac.	ns	ns	ns	*	***	***
Mn/Zn						
Q (CTRL)	0,83a	1,1a	4,0a	5,3b	6,4b	4,2b
Q + SH	0,97a	1,3a	4,7a	**4,6a**	**4,5a**	**3,8a**
Q + AA	1,03a	1,2a	4,6a	**4,5a**	**4,1a**	**3,6a**
Niv. significac.	ns	ns	ns	*	***	**
Mn/Ca x 10^{-4}						
Q (CTRL)	5,9a	7,4a	13a	34a	41a	24a
Q + SH	6,7a	8,5a	**14b**	**37b**	**43b**	**26c**
Q + AA	6,3a	7,8a	**15b**	**38b**	39a	**25b**
Niv. significac.	ns	ns	**	***	**	***

ns: 0,05 < sig; * 0,01 < sig < 0,05; ** 0,001 < sig < 0,01; *** sig < 0,001

Contenidos demasiado altos de sodio, pueden interferir en la absorción de potasio (Bergmann, 1992). En la relación K/Na (Tabla IV.1.1.3.2.1), en el muestreo II encontramos que para los tratamientos Q + SH y Q + AA se obtiene un menor valor del cociente respecto al control, lo que perjudicaría al contenido de potasio en la hoja; en el caso del tratamiento Q + AA este mismo comportamiento se observa además en el muestreo III. Sin embargo, las sustancias húmicas en el muestreo IV y éstas y los aminoácidos en el muestreo V, favorecen la al potasio en la relación K/Na reduciendo los efectos de la salinidad. Si consideramos las medidas repetidas, que nos van a dar una visión de la influencia de los tratamientos en el global la experiencia, nos damos cuenta que la aplicación Q + SH no difiere significativamente del control, pero el tratamiento Q + AA va a favorecer al sodio en la relación K/Na.

En la relación Ca/Mg (Tabla IV.1.1.3.2.1), en el muestreo III aparecen diferencias significativas con el control de los tratamientos Q + SH y Q + AA, favoreciendo en estos casos la toma de magnesio frente a la de calcio; en el muestreo IV la aplicación de Q + AA produce el mismo comportamiento, pero la aplicación de Q + SH no se diferencia del control; en el muestreo V la aplicación de algún tipo de materia orgánica con el quelato favorece la toma de calcio frente a la de magnesio. Al considerar el método de medidas repetidas no obtenemos diferencias significativas entre los tratamientos.

La relación Na/Ca (Tabla IV.1.1.3.2.1) es menor cuando aplicamos Q + SH en los muestreos III, IV y V, así como analizando los datos mediante medidas repetidas, Bergmann (1992) señala que la acumulación de sodio suele afectar a los niveles de calcio en la planta.

Al tratamiento Q + AA le corresponden mayores valores en la relación Na/Ca con respecto a Q y Q + SH en los muestreos III y IV, mientras que en el muestreo V y considerando conjuntamente todos los muestreos (medidas repetidas) la relación Na/Ca es menor y diferente estadísticamente para las plantas tratadas con Q + AA con respecto a las plantas control.

En las relaciones P/Zn y Cu/Mn (Tabla IV.1.1.3.2.1) no se obtienen diferencias estadísticamente significativas.

Si observamos en las relaciones Cu/Zn y Mn/Zn (Tabla IV.1.1.3.2.1), podemos ver como en los muestreos IV y V se refleja un aumento destacado de los cocientes, debido al aumento de las concentraciones de cobre y manganeso, que a su vez está provocado por la aplicación del corrector de carencias múltiples, alcanzándose valores que se consideran altos y en algunos momentos excesivos (Tabla IV.1.1.2.1). Sin embargo, podemos percibir como el cociente es menor cuando aplicamos Q + SH y Q + AA, de manera que se reduce la competencia entre el cobre y el manganeso (aplicados en exceso de manera accidental) con el zinc.

Para terminar estudiaremos la relación Mn/Ca (Tabla IV. 1.1.3.2.1.) para los tres tratamientos aplicados en este ensayo. Según Bergmann (1992), altos contenidos de calcio puede ser una de las causas de la deficiencia de manganeso en las plantas. Podemos comprobar como la aplicación de sustancias húmicas con el quelato de hierro aumenta el valor de cociente Mn:Ca en los muestreos III, IV, V y considerando la experiencia en su conjunto a través del análisis de medidas repetidas. La aplicación de aminoácidos también produce el

mismo efecto en los muestreos III, IV así como al aplicar el análisis de medidas repetidas.

Debemos indicar que el desarrollo y rendimiento del cultivo fue idóneo, por lo que podemos considerar que las relaciones encontradas para los distintos nutrientes están dentro de la normalidad.

Por otro lado se pone de manifiesto que la incorporación de sustancias húmicas y aminoácidos a los quelatos mejora la nutrición mineral del tomate cv Daniela, manteniendo el equilibrio entre los distintos nutrientes, y protege al cultivo de los altos niveles de sodio en el medio de desarrollo.

MIGUEL DE CERVANTES

IV.1.2. Ensayo introductorio en limón.

En el ensayo introductorio del limón así como en el de uva, además de estudiar la influencia en la nutrición vegetal y en la calidad de los frutos, de las sustancias húmicas y los aminoácidos cuando son aplicados junto con los quelatos de hierro y en la misma proporción, consideramos importante evaluar otro grupo de productos comerciales que basan su composición en aminoácidos con nutrientes quelados por dichos aminoácidos (tratamiento AA2).

IV.1.2.1. Contenido en macronutrientes.

La situación nutricional de los árboles seleccionados para este ensayo fue evaluada previamente antes de iniciar las aplicaciones de los tratamientos, los resultados corresponderán al muestreo I (Tabla

IV.1.2.1.1). En este primer muestreo y en los sucesivos, la pauta general fue la normalidad en la concentraciones de los nutrientes; según Bennett (1993), Legaz et al. (1995) y Bergmann (1992) los contenidos de sodio, potasio, calcio, magnesio y fósforo se encuentran en el nivel óptimo o muy próximo a él.

Desde el punto de vista estadístico, considerando los muestreos uno por uno, no obtuvimos diferencias significativas para ningún macronutriente en ningún momento de la experiencia. Como era de esperar en el análisis de medidas repetidas tampoco obtuvimos diferencias desde el punto de vista estadístico entre los tratamientos.

MIGUEL DE CERVANTES

Tabla IV.1.2.1.1. Contenido en macronutrientes en limón cv Fino. Ensayo Introductorio.

SODIO %	MUESTREO I (antes de aplicar tratamientos)	MUESTREO II	MUESTREO III	MUESTREO IV	MEDIDAS REPETIDAS (1)
Q (control)	0,019a	0,0103a	0,12a	0,12a	0,083a
Q + SH	0,015a	0,0095a	0,058a	0,13a	0,064a
Q + AA	0,015a	0,0075a	0,050a	0,12a	0,061a
Q + AA2	0,023a	0,0073a	0,051a	0,12a	0,060a
Niv. significativo	ns	ns	ns	ns	ns
POTASIO %					
Q (control)	1,1a	0,80a	1,8a	1,7a	1,4a
Q + SH	1,1a	0,87a	1,9a	1,6a	1,5a
Q + AA	1,1a	0,85a	1,7a	1,6a	1,4a
Q + AA2	1,0a	0,85a	1,7a	1,5a	1,4a
Niv. significativo	ns	ns	ns	ns	ns
CALCIO %					
Q (control)	3,6a	4,0a	3,2a	3,4a	2,9a
Q + SH	3,8a	3,8a	3,2a	3,3a	2,9a
Q + AA	3,8a	3,7a	3,2a	3,6a	2,8a
Q + AA2	3,8a	3,8a	3,1a	3,6a	2,8a
Niv. significativo	ns	ns	ns	ns	ns
MAGNESIO %					
Q (control)	0,22a	0,17a	0,20a	0,25a	0,21a
Q + SH	0,18a	0,17a	0,17a	0,26a	0,20a
Q + AA	0,19a	0,17a	0,16a	0,24a	0,19a
Q + AA2	0,23a	0,15a	0,18a	0,25a	0,19a
Niv. significativo	ns	ns	ns	ns	ns
FÓSFORO %					
Q (control)	0,18a	0,16a	0,14a	0,16a	0,15a
Q + SH	0,17a	0,18a	0,14a	0,16a	0,16a
Q + AA	0,17a	0,18a	0,16a	0,16a	0,17a
Q + AA2	0,16a	0,18a	0,14a	0,16a	0,16a
Niv. significativo	ns	ns	ns	ns	ns

ns: 0,05 < sig; * 0,01 < sig < 0,05; ** 0,001 < sig < 0,01; *** sig < 0,001

(1)Para el estudio de medidas repetidas, no incluimos los resultados del muestreo I, ya que todavía no se había hecho ninguna aplicación de los tratamientos.

IV.1.2.2. Contenido en micronutrientes.

La normalidad fue la pauta que encontramos al estudiar el contenido foliar de los micronutrientes en este ensayo introductorio. Si seguimos los criterios de Bennett (1993) y Legaz et al. (1995) en todos los muestreos y en las concentraciones obtenidas por el método de medidas repetidas, los valores conseguidos se mueven dentro del intervalo que podemos considerar como óptimo para el desarrollo de los limoneros (Tabla IV.1.2.2.1).

En el muestreo II (Abril de 1999, dos meses después de hacer la primera aplicación de los tratamientos) (Tabla IV.1.2.2.1), encontramos por primera vez efectos significativos derivados de la aplicación conjunta de quelato con sustancias húmicas en limonero: observamos aumentos en los contenidos de hierro y cobre. En el muestreo III (Tabla IV.1.2.2.1), los beneficios de aplicar Q + SH se reflejan en el contenido de Fe, Cu y Mn; además, en este muestreo la aplicación de Q + AA tendrá efectos muy parecidos a los de la aplicación de Q + SH, aumentando la concentración de Fe y Cu, mientras que aunque aumenta el contenido de Mn en las plantas tratadas respecto al control, las diferencias no llegan a ser significativas. La aplicación de Q + AA2 sólo consigue diferencias significativas respecto al control (Q) en el contenido de cobre. En el muestreo IV (Tabla IV.1.2.2.1) no se obtienen diferencias significativas entre los tratamientos para ningún micronutriente. Cuando analizamos los resultados a través de las medidas repetidas, observamos que cuando consideramos la experiencia como un todo, la aplicación de quelato con algún tipo de materia orgánica mejora el nivel de hierro foliar. El tratamiento Q + SH provoca un incremento del 15% respecto al control, mientras que los

tratamientos Q + AA y Q + AA2 conllevan, respectivamente, un aumento del 8 y 11% en la concentración de hierro respecto a la aplicación de quelato (Figura IV.1.2.2.1).

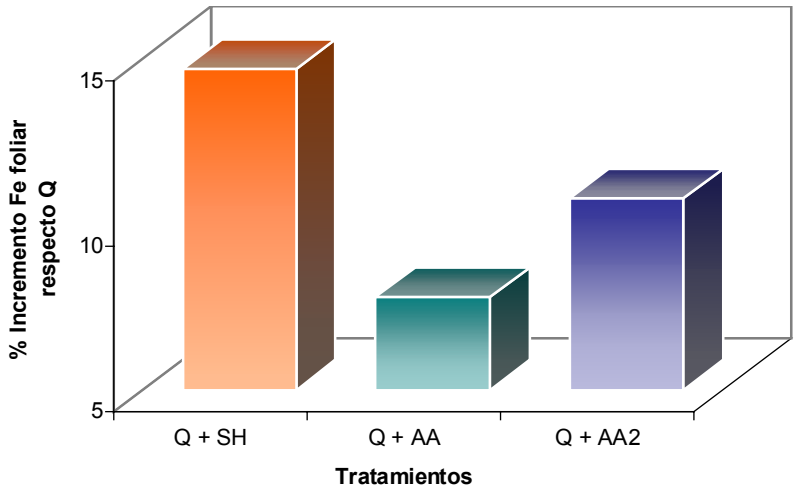


Figura. IV.1.2.2.1.Aumento de la concentración de hierro respecto al control. Ensayo introductorio limón cv Fino.

Como ya hemos mencionado en la introducción, una de las teorías que justifican la mejora de los contenidos foliares de hierro al aplicar sustancias húmicas es la que considera la posibilidad que tienen estos compuestos de catalizar la reducción de Fe^{3+} a Fe^{2+} (Lakatos et al., 1977, Goodman et al., 1982, Skogerboe et al., 1981), mejorando de esta manera la solubilidad y disponibilidad de este elemento para las plantas.

Tabla IV.1.2.2.1. Contenido en micronutrientes en limonero cv Fino. Ensayo Introductorio.

HIERRO ppm	MUESTREO I (antes de aplicar tratamientos)	MUESTREO II	MUESTREO III	MUESTREO IV	MEDIDAS REPETIDAS
Q (control)	84a	84a	101a	121a	102a
Q + SH	92a	**101b**	**126b**	125a	**117b**
Q + AA	85a	86a	**118b**	126a	**110b**
Q + AA2	84a	88a	115ab	130a	**111b**
Niv. significat.	ns	**	*	ns	**
COBRE ppm					
Q (control)	5,9a	6,4a	12a	11a	10a
Q + SH	5,9a	**9,3b**	**14b**	12a	12a
Q + AA	5,3a	6,7a	**14b**	11a	11a
Q + AA2	6,2a	6,2a	**14b**	13a	11a
Niv. significat.	ns	*	*	ns	ns
MANGANESO ppm					
Q (control)	61a	66a	40a	61a	56a
Q + SH	62a	63a	**52b**	66a	60a
Q + AA	70a	65a	46ab	66a	62a
Q +AA2	62a	59a	45ab	71a	58a
Niv. Significat.	ns	ns	*	ns	ns
ZINC ppm					
Q (control)	34a	30a	34a	20a	28a
Q + SH	34a	31a	37a	19a	29a
Q + AA	40a	27a	33a	27a	29a
Q + AA2	38a	32a	36a	24a	30a
Niv. significat.	ns	ns	ns	ns	ns

ns: 0,05 < sig; * 0,01 < sig < 0,05; ** 0,001 < sig < 0,01; *** sig < 0,001

Las mejoras en las concentraciones foliares de cobre cuando se aplican sustancias húmicas ya han sido descritas por otros autores anteriormente (Govindasmy et al., 1992, Raina et al., 1988); algunos trabajos también han mostrado que la aplicación de aminoácidos aumenta la disponibilidad de este micronutriente (Roik et al., 1996). El problema fundamental es encontrar los mecanismos a través de los cuales estas sustancias actúan sobre los niveles de los nutrientes.

Ninguno de los tratamientos mejoró los contenidos foliares de zinc, por lo que no aparecieron diferencias significativas durante los muestreos, ni con el análisis de medidas repetidas.

De los tratamientos probados en limón cv Fino, el tratamiento Q + SH que incluye sustancias húmicas fue la familia de compuestos que más influyó en el contenido de micronutrientes en este ensayo.

Por otro lado, la aplicación de micronutrientes quelados con aminoácidos (Q + AA2) no representa ningún beneficio frente a la aplicación del tratamiento control, en referencia al contenido de micronutrientes en la hoja.

IV.1.2.3. Relaciones entre nutrientes.

IV.1.2.3.1. Relaciones del hierro con otros elementos.

Ya hemos mencionado en más de una ocasión la importancia, que al mejorar el contenido de un determinado nutriente, este no interfiera en la toma de otro elemento pudiendo producir su deficiencia

en la planta, o por el contrario potenciar su toma, existiendo entonces la posibilidad de que se alcancen valores tóxicos.

Respecto al cociente K/Fe, Loué (1988) comenta las dos posibilidades, el autor afirma que la deficiencia de potasio es a veces considerada como susceptible de favorecer (o acompañar) la clorosis de hierro, por otro lado ha verificado que los órganos cloróticos presentan en ocasiones contenidos elevados de potasio.

Los tratamientos Q + AA y Q +AA2 en el muestreo IV (Tabla IV.1.2.3.1.1) ofrecen valores en el cociente K/Fe inferiores al control y al Q + SH, sin embargo cuando tratamos los datos con el análisis de medidas repetidas no obtenemos diferencias. Si nos fijamos en la relación Ca/Fe (Tabla IV.1.2.3.1.1), para el tratamiento Q + SH este cociente siempre es menor al del control, aunque sólo es significativo en el muestreo II, favoreciendo la toma de hierro. En el análisis de medidas repetidas no existen diferencias significativas. En la relación P/Fe (Tabla IV.1.2.3.1.1) no se obtienen diferencias significativas en los distintos muestreos o considerando las medidas repetidas. Entre el hierro y el manganeso existe una competencia en la toma por la planta de estos micronutrientes (Mengel et al., 1987); en el muestreo II para los tratamientos Q + SH y Q + AA2 la relación Mn/Fe (Tabla IV.1.2.3.1.1) es inferior significativamente a los otros dos tratamientos. Señalar que aunque en el tratamiento Q + AA2, el producto a base de aminoácidos contenía manganeso, se favorece la toma de hierro frente a la de este elemento, con el análisis de medidas repetidas no aparecen diferencias significativas.

Tabla IV.1.2.3.1.1. Relaciones entre el hierro y otros nutrientes. Ensayo Introductorio en Limón.

K/Fe x 10^2	Muestreo I	Muestreo II	Muestreo III	Muestreo IV	Medidas repetidas
Q (CTRL.)	1,3a	0,95a	1,8a	1,37c	1,4a
Q + SH	1,2a	0,87a	1,5a	1,32bc	1,2a
Q + AA	1,3a	1,00a	1,5a	**1,23ab**	1,3a
Q + AA2	1,2a	0,98a	1,5a	**1,16a**	1,2a
Niv. significat.	ns	ns	ns	*	ns
Ca/Fe x 10^2					
Q (CTRL)	4,2a	4,7b	3,1a	2,8a	3,6a
Q + SH	4,2a	**3,8a**	2,6a	2,7a	3,0a
Q + AA	4,4a	4,3b	2,7a	2,9a	3,3a
Q + AA2	4,6a	4,3b	2,7a	2,8a	3,3a
Niv. significat.	ns	**	ns	ns	ns
P/Fe					
Q (CTRL)	21a	19a	14a	13a	15a
Q + SH	18a	18a	12a	13a	14a
Q + AA	20a	22a	13a	13a	16a
Q + AA2	20a	21a	12a	13a	15a
Niv. significat.	ns	ns	ns	ns	ns
Mn/Fe x 10^{-1}					
Q (CTRL)	7,3a	7,9b	4,0a	5,1a	5,6a
Q + SH	6,8a	**6,2a**	4,2a	5,3a	5,2a
Q + AA	8,3a	7,5b	3,9a	6,0a	5,8a
Q + AA2	7,4a	**6,7a**	4,0a	5,5a	5,4a
Niv.significat	ns	*	ns	ns	ns
Zn/Fe x 10^{-1}					
Q (CTRL)	4,1a	3,5a	3,4a	1,6a	2,9a
Q + SH	3,7a	3,1a	3,0a	1,6a	2,5a
Q + AA	4,7a	3,1a	2,7a	2,1a	2,7a
Q + AA2	4,5a	3,6a	3,2a	1,9a	2,9a
Niv. significat	ns	ns	ns	ns	ns
Cu/Fe x 10^{-2}					
Q (CTRL)	7,2a	7,6a	12a	9,3a	9,7a
Q + SH	6,5a	9,2a	11a	9,9a	10,2a
Q + AA	6,3a	7,8a	12a	9,1a	9,6a
Q + AA2	7,5a	7,2a	12a	9,8a	9,7a
Niv. significat	ns	ns	ns	ns	ns

ns: 0,05 < sig; * 0,01 < sig < 0,05; ** 0,001 < sig < 0,01; *** sig < 0,001

En la Tabla IV.1.2.3.1.1 no encontramos diferencias significativas en las relaciones Zn/Fe y Cu/Fe, lo que pone de manifiesto la no incidencia de zinc y cobre en la toma de hierro y al contrario. Se ha de tener en cuenta que uno de los elementos que más compiten con el hierro en el suelo a la hora de ser tomado por la planta es el zinc. Algo similar ocurre con el cobre, su exceso reduce el crecimiento de las raíces, que se hacen más gruesas, limita el

crecimiento de la copa de los árboles y reduce la producción, además reduce la absorción de hierro (Agustí, 2000).

IV.1.2.3.2. Relaciones entre nutrientes distintos al hierro.

En la Tabla IV.1.2.3.2.1, recogemos las relaciones que guardan entre sí los elementos, distintos al hierro, estudiados. El análisis de medidas repetidas no mostró ninguna diferencia significativa entre los tratamientos.

Tabla IV.1.2.3.2.1. Relaciones entre elementos. Ensayo Introductorio en Limón.

K/Mg	M-I	M-II	M-III	M-IV	MR	Na/Cax10^{-3}	M-I	M-II	M-III	M-IV	MR
Q (CTRL.)	5,3a	4,9a	9,1a	6,6a	6,9a	Q (CTRL)	5,7a	2,6a	36a	36ab	25a
Q + SH	5,9a	5,3a	10,9a	6,4a	7,5a	Q + SH	4,1a	2,5a	19a	38b	20a
Q + AA	6,2a	5,2a	11,0a	6,4a	7,5a	Q + AA	4,1a	2,1a	16a	34a	17a
Q + AA2	4,8a	5,6a	9,8a	6,1a	7,2a	Q + AA2	6,1a	1,9a	19a	34a	18a
Niv. signif.	ns	ns	ns	ns	ns	Niv. signif.	ns	ns	ns	*	ns
K/Ca x 10^{-1}						P/Zn					
Q (CTRL.)	3,2a	2,0a	6,1a	4,9b	4,4a	Q (CTRL)	57a	56a	55a	82a	64a
Q + SH	2,8a	2,3a	6,6a	4,9b	4,6a	Q + SH	49a	61a	52a	87a	66a
Q + AA	3,1a	2,3a	5,4a	**4,3a**	4,0a	Q + AA	43a	83a	59a	67a	70a
Q + AA2	2,7a	2,3a	7,0a	**4,3a**	4,5a	Q + AA2	46a	75a	47a	74a	65a
Niv. signif.	ns	ns	ns	*	ns	Niv. signif.	ns	ns	ns	ns	ns
K/Na						Cu/Mnx10^{-2}					
Q (CTRL)	59a	90a	26a	14a	43a	Q (CTRL)	10,1a	9,8a	32a	18a	20a
Q + SH	71a	111a	33a	13a	52a	Q + SH	9,7a	15,0a	28a	19a	21a
Q + AA	86a	120a	36a	13a	56a	Q + AA	7,7a	11,0a	31a	15a	19a
Q + AA2	57a	119a	34a	12a	55a	Q + AA2	10,8a	11,0a	30a	18a	20a
Niv. signif.	ns	ns	ns	ns	ns	Niv. signif.	ns	ns	ns	ns	ns
Ca/Mg						Cu/Znx10^{-1}					
Q (CTRL.)	17a	24a	18a	14a	19a	Q (CTRL)	1,8	2,2a	4,5a	5,7a	4,1a
Q + SH	21a	23a	20a	13a	18a	Q + SH	1,7	3,2a	4,6a	6,5a	4,8a
Q + AA	21a	22a	21a	15a	19a	Q + AA	1,4	3,0a	5,0a	4,7a	4,2a
Q + AA2	18a	25a	18a	15a	19a	Q + AA2	1,8	2,4a	4,2a	5,9a	4,2a
Niv. signif.	ns	ns	ns	ns	ns	Niv. signif.	ns	ns	ns	ns	ns
Mn/Zn						Mn/Cax10^{-3}					
Q (CTRL.)	1,9a	2,3a	1,4a	3,1a	2,3a	Q (CTRL)	1,7a	1,7a	1,3a	1,8a	1,6a
Q + SH	1,8a	2,2a	1,6a	3,5a	2,4a	Q + SH	1,6a	1,7a	1,7a	2,0a	1,8a
Q + AA	1,8a	2,7a	1,6a	3,0a	2,4a	Q + AA	1,9a	1,8a	1,5a	2,1a	1,8a
Q + AA2	1,7a	2,2a	1,4a	3,1a	2,2a	Q + AA2	1,5a	1,6a	1,8a	2,0a	1,8a
Niv. signif.	ns	ns	ns	ns	ns	Niv. signif.	ns	ns	ns	ns	ns

ns: 0,05 < sig; * 0,01 < sig < 0,05; ** 0,001 < sig < 0,01; *** sig < 0,001

Únicamente la relación K/Ca ofreció diferencias significativas en algún momento de la experiencia (Tabla IV.1.2.3.2.1); en el muestreo IV este cociente fue menor cuando se aplicó el quelato junto con cualquiera de los dos aminoácidos. También en el muestreo IV, el valor de la relación Na/Ca (Tabla IV.1.2.3.2.1) fue mayor significativamente para la aplicación de Q + SH comparado con la aplicación de Q + AA y Q + AA2, pero no comparado con el tratamiento control (Q), siendo en ese caso favorecido el sodio.

IV.1.2.4. Parámetros de calidad de los frutos.

BIBLIOTECA VIRTUAL

Un aspecto muy importante para evaluar la eficacia de los tratamientos, es estudiar como influyen en la calidad de los frutos. Una nutrición de la planta adecuada y equilibrada debe reflejarse en una mejora de las características de los frutos, que es el punto fundamental que interesa al agricultor.

Agustí (2000) en su "Manual de Citricultura" señala sobre que aspectos de la calidad de los frutos influyen los macronutrientes. Así por ejemplo, en los árboles deficientes en fósforo, los frutos son de mayor tamaño, pero con menos zumo, la corteza es más gruesa y los frutos son menos consistentes, separándose los gajos de su eje central. Por el contrario, altos contenidos de este mismo elemento en las hojas se relaciona con una reducción del tamaño de fruto, un descenso del espesor y la rugosidad de la corteza, una bajada en el contenido de sólidos solubles totales y acidez libre. Cuando se corrigen valores deficientes de potasio, ese aumento del nivel de K en hojas suele repercutir en un incremento en el número de frutos, al mismo tiempo que el tamaño del fruto, el espesor y la rugosidad de la corteza,

la acidez y el contenido en vitamina C aumentan. En el caso del magnesio, su deficiencia provoca una menor resistencia al frío de los frutos, éstos son de menor tamaño, con una corteza más delgada y fina y con un menor contenido en azúcares, acidez total y vitamina C.

Los micronutrientes también van a influir en la calidad del limón. Agustí (2000) recopila las consecuencias de niveles no adecuados de micronutrientes. Niveles muy bajos de hierro provocan la reducción del número y tamaño final de los frutos, así como del contenido en sólidos soluble totales de su zumo. La aparición de deficiencias de cobre en limonero se caracteriza por la presencia de goma en el corazón de los frutos; lesiones sobre la superficie de los frutos, que van desde simples manchas hasta numerosos puntos, de tacto áspero y color entre marrón-negruzco y rojo-oscuro, y una abscisión masiva de frutos en desarrollo. En el caso del manganeso, su influencia sobre el rendimiento y la calidad de las cosechas parece menos importante que en otros casos de deficiencia. Por último, los estados más agudos de la deficiencia de zinc reducen la cosecha, y los frutos son de menor tamaño, con la corteza fina, pulpa densa, poco zumo y de baja concentración de sólidos solubles.

Si nos centramos en el ensayo introductorio en limón, la aplicación de Q junto con algún tipo de materia orgánica mejoró algunos de los parámetros de calidad medidos en el fruto del limón Tabla IV.1.2.4.1. Los árboles que fueron tratados con Q + SH produjeron limones de un mayor peso. Para el fruto madurado en cámara el peso del fruto se incrementó en un 20% respecto al control, mientras que el fruto madurado en árbol incrementó su peso en 39% respecto al control. La aplicación de sustancias húmicas también

mejoró el contenido en vitamina C de los frutos madurados en cámara, aumentando en más de un 40% el contenido de esta vitamina respecto al control. El tratamiento Q + SH mejoró el diámetro ecuatorial (Øe) de los frutos madurados en cámara, siendo por tanto más grandes; este mayor tamaño de los frutos podemos relacionarlo con la mejora en la nutrición férrica cuando aplicábamos quelato más sustancias húmicas (Tabla IV.1.2.2.1) ya que como acabamos de ver, el hierro en la planta está relacionado con el tamaño de los frutos, esta propiedad es fundamental para determinar la calidad de los frutos que van destinados a la exportación. El diámetro ecuatorial permite clasificar a los frutos en 8 categorías (Ruiz-Montalbán, 2002):

Categoría	Diámetro ecuatorial (mm)
0	83 o más
1	72-83
2	68-78
3	63-72
4	**58-67**
5	53-62
6	48-57
7	45-52
8	42-49

De esas ocho categorías, la preferida por los exportadores de los mercados europeos (Alemania, Gran Bretaña,...) es la categoría 4, es decir, aquella en la que los limones tienen un diámetro entre 58-67 mm. En los resultados obtenidos (Tabla 1.2.4.1), el tratamiento control para los frutos madurados en cámara no alcanzaba esos valores, mientras que los frutos obtenidos en los árboles en los que se aplicó Q + SH, Q + AA y Q + AA2 tenían un diámetro ecuatorial que respondía a las demandas exportadoras de este fruto. Esto va a suponer cierta precocidad ya que los frutos tratados con sustancias húmicas alcanzan

antes el calibre deseado comercialmente, suponiendo al agricultor importantes beneficios. En los frutos madurados en árbol no tiene mucho sentido hacer esta clasificación ya que los limones para la exportación son recolectados antes de que terminen su madurez en el árbol.

Tabla IV.1.2.4.1. Parámetros de calidad de limón cv Fino. Ensayo introductorio.

TRAT	pH		Øe mm		Øp mm		Øe/Øp		Peso g/fruto	
	M.C.	M.A.	M.C.	M.A.	M.C.	M.A.	M.C.	M.A.	M.C.	M.A.
Q	2,2a	2,4a	56a	66a	80a	77a	0,70a	0,85a	119a	137a
Q + SH	2,3a	2,4a	**59b**	68a	84a	82a	0,71a	0,84a	**143b**	**191b**
Q + AA	2,2a	2,4a	58ab	66a	85a	79a	0,68a	0,84a	128a	168ab
Q+ AA2	2,3a	2,4a	58ab	67a	80a	83a	0,73a	0,81a	126a	176ab
Niv. sig.	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	*	*

TRAT	Grosor corteza mm		Vitamina C mg/100ml		Ácido cítrico mg/ml	Sól. Sol. Tot. º Brix
	M.C.	M.A.	M.C.	M.A.	M.A.	M.A.
Q	3,0a	4,2a	37a	43a	56a	7,0a
Q + SH	3,9a	3,8a	**52b**	43a	58a	6,8a
Q + AA	3,2a	3,6a	**46b**	**49b**	56a	6,9a
Q+ AA2	3,0a	3,4a	**51b**	47ab	58a	6,9a
Niv. sig.	ns	ns	***	*	ns	ns

M.C.: Madurado en cámara; M.A.: Madurado en el árbol.
ns: 0,05 < sig; * 0,01 < sig < 0,05; ** 0,001 < sig < 0,01; *** sig < 0,001

La aplicación del quelato de hierro con los dos tipos de aminoácidos (Q + AA, Q + AA2) mejoró los contenidos de vitamina C de los frutos madurados en cámara en un 24 y 38% respectivamente respecto al control. En los frutos madurados en el árbol el tratamiento Q + AA fue el único que aumentó el contenido en vitamina C de los frutos.

No podemos correlacionar la mejora en el contenido de vitamina C de los frutos tratados con Q + SH, Q + AA o Q + AA2, con los

contenidos en las hojas de K y Mg relacionados, como ya hemos dicho con la concentración de vitamina C de los frutos, ya que estos elementos no modificaron su contenido al aplicar el quelato de hierro junto con algún tipo de materia orgánica. Se abre, por tanto, una puerta a futuras investigaciones que expliquen si esas mejoras de los contenidos en vitamina C están relacionadas con el efecto que los micronutrientes, especialmente hierro, cuyos contenidos foliares se ven incrementados con los tratamientos Q + SH, Q + AA o Q + AA2, tienen sobre sistemas enzimáticos relacionados con la síntesis de ácido ascórbico, o si las sustancias húmicas y los aminoácidos son de alguna forma absorbidos por las plantas y participan en algún proceso fisiológico relacionado con la producción de vitamina C.

El contenido en vitamina C que se considera normal en limón es de 50 mg/100ml (Agustí et al., 1991). Con la aplicación de quelato los frutos no alcanzaron este valor, tanto en los madurados en árbol como los madurados en cámara, por el contrario, la aplicación de Q + SH y Q + AA2 (en los frutos madurados en cámara) superaron los 50 mg/100ml de vitamina C, la aplicación de Q + AA mejoró de manera importante el contenido en vitamina C respecto al control en los frutos madurados en cámara, no diferenciándose de los tratamientos Q + SH y Q + AA2, además en los frutos madurados en el árbol fue el único tratamiento que mejoró estadísticamente la concentración de esta vitamina en el fruto (Figura IV.1.2.4.1 y Figura IV.1.2.4.2). En estas figuras podemos también observar que para todos los tratamientos se supera el peso que se considera normal en los limones cv Fino que es de 110 g/fruto (Agustí et al., 1991), aunque como ya hemos dicho el tratamiento Q + SH es el único que produce incrementos significativos respecto al control.

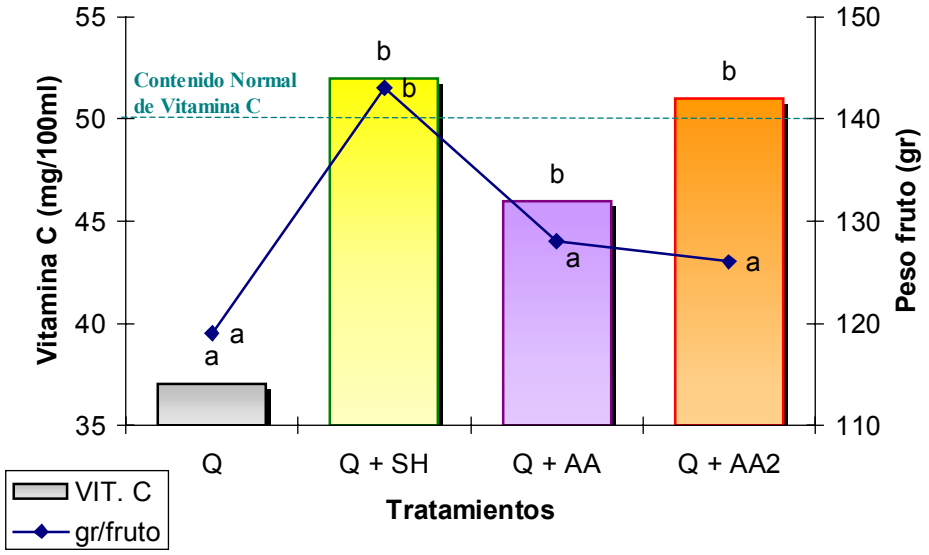


Figura IV.1.2.4.1. Contenido en vitamina C y peso de los frutos madurados en cámara. Ensayo introductorio en limón cv Fino.

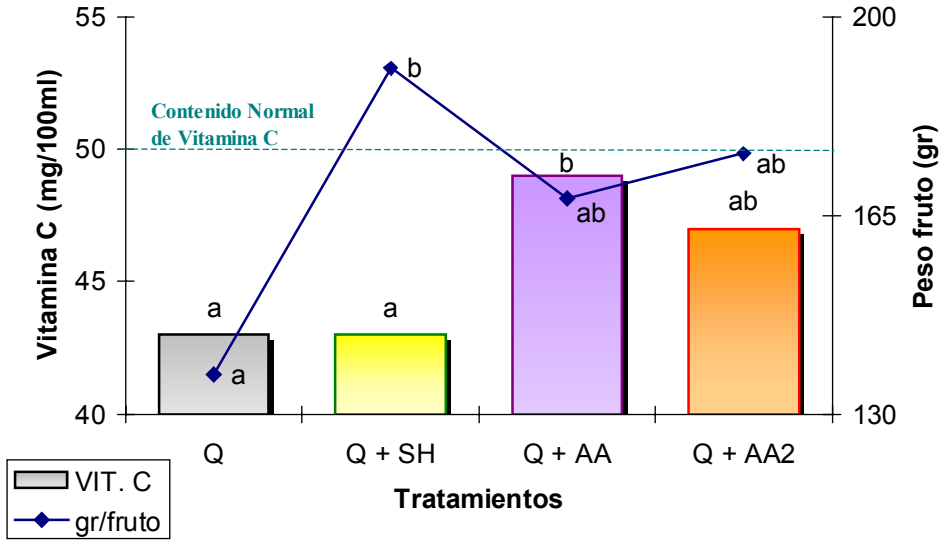


Figura IV.1.2.4.2. Contenido en vitamina C y peso de los frutos madurados en árbol. Ensayo introductorio en limón cv Fino.

Encontramos algunas diferencias entre los frutos madurados en cámara y en el árbol (Tabla IV.1.2.4.1). Por lo general el fruto que ha alcanzado su maduración en el árbol es un fruto menos ácido (mayor pH), más esférico (mayor Øe/Øp), con un mayor peso, tienen una corteza más gruesa (excepto los tratados con Q + SH), y con respecto al contenido en vitamina C, los tratados con Q y Q + AA tendrán una mayor concentración que los madurados en cámara, mientras que los tratados con Q + SH y Q + AA2 presentan un comportamiento contrario.

La aplicación conjunta de quelato y compuestos orgánicos en limón cv fino, da lugar al aumento de los niveles de micronutrientes foliares sin alterar las relaciones entre nutrientes, lo que se ve reflejado en la mejora de la calidad del fruto.

IV.1.3. Ensayo introductorio en uva de mesa.

IV.1.3.1. Contenido en macronutrientes.

Los contenidos de los macronutrientes no variaron entre los tratamientos, considerando los elementos en cada muestreo y el análisis de medidas repetidas (Tabla IV.1.3.1.1). El **sodio** en hoja (Tabla IV.1.3.1.1) presentó una acumulación progresiva, esto estaría de acuerdo con los trabajos de Mataix et al. (1985) y Cuesta et al. (1993). Desde el muestreo I los niveles de sodio estarían por encima de lo considerado óptimo por los distintos autores, Sala (1987) establece un rango adecuado de sodio entre 0,02-0,03% y Etchevers (1983) para la variedad País de Chile asigna un rango de 0,04-0,10%, sin embargo

Cook (1978) señala un 0,5% como el nivel de sodio a partir del cual se producen problemas de toxicidad, con lo que los resultados obtenidos en los tres muestreos y con el análisis de medidas repetidas no serían dañinos para las cepas.

El nivel de **potasio** en hoja (Tabla IV.1.3.1.1) era normal en el muestreo I según Fregoni (1980), Bergmann (1985) y Winkler et al. (1974) para los cuales el contenido adecuado en potasio oscilaría entre 1,01-1,60%, pero en los otros dos muestreos estos niveles debemos considerarlos deficientes según los mismos autores. El contenido que nos da el análisis de medidas repetidas también es deficiente (Fregoni, 1980; Bergmann, 1985; Winkler et al., 1974).

El **calcio** (Tabla IV.1.3.1.1) tiene un comportamiento en el tiempo contrario al potasio. En el muestreo I el porcentaje de este elemento entraba dentro del intervalo considerado como deficiente (Fregoni, 1980; Fillol, 1972; Sala,1987). Si consideramos el intervalo establecido por Samish et al. (1961) como normal (1,27-3,19% Ca), los contenidos en Ca del muestreo I serían adecuados. En los muestreos II y III la concentración de calcio se recupera hasta llegar a niveles normales para Fregoni (1980), Samish et al. (1961) y Fillol (1972); para Sala (1987) este porcentaje de calcio todavía estaría por debajo del intervalo de normalidad ya que este autor considera que en plena floración el contenido de calcio debe oscilar entre 3,05-3,70% Ca; a pesar de esa recuperación en los muestreos II y III, el método de medidas repetidas da unos valores para el calcio que debemos considerarlos como bajos según Fregoni (1980) y Sala (1987), y normales para Samish et al. (1961) y Fillol (1972). La evolución del calcio en el tiempo coincide con lo expuesto por Navarro et al. (1991)

que afirman que este elemento, en viña, aumenta su concentración hasta plena floración y posteriormente permanece constante. Estos mismos autores afirman que un problema generalizado en las vides del Valle del Vinalopó es la carencia de calcio, a pesar del elevado contenido en carbonato cálcico de los suelos de la zona. En el mismo ciclo de cultivo de uva de mesa, Cuesta (1994) observó un incremento gradual de calcio en la hoja, lo que coincide con nuestros resultados.

Tabla IV.1.3.1.1. Contenido en macronutrientes en uva de mesa cv Italia. Ensayo Introductorio.

SODIO %	MUESTREO I	MUESTREO II	MUESTREO III	MEDIDAS REPETIDAS
Q (ctrl)	0,037a	0,12a	0,36a	0,17a
Q + SH	0,037a	0,12a	0,29a	0,15a
Q + AA	0,067a	0,12a	0,35a	0,18a
Q + AA2	0,082a	0,12a	0,31a	0,17a
Niv. sig.	ns	ns	ns	ns
POTASIO %				
Q (ctrl)	1,2a	0,61a	0,84a	0,88a
Q + SH	1,1a	0,63a	0,76a	0,84a
Q + AA	1,2a	0,66a	0,80a	0,90a
Q + AA2	1,2a	0,59a	0,83a	0,87a
Niv. sig.	ns	ns	ns	ns
CALCIO %				
Q (ctrl)	1,5a	2,5a	2,9a	2,3a
Q + SH	1,5a	2,5a	3,0a	2,3a
Q + AA	1,6a	2,5a	2,8a	2,3a
Q + AA2	1,4a	2,4a	2,9a	2,2a
Niv. sig.	ns	ns	ns	ns
MAGNESIO %				
Q (ctrl)	0,45a	0,64a	0,68a	0,59a
Q + SH	0,45a	0,62a	0,68a	0,59a
Q + AA	0,48a	0,63a	0,67a	0,59a
Q + AA2	0,47a	0,64a	0,66a	0,59a
Niv. sig.	ns	ns	ns	ns
FÓSFORO %				
Q (ctrl)	0,76a	0,28a	0,21a	0,40a
Q + SH	0,79a	0,31a	0,20a	0,42a
Q + AA	0,73a	0,29a	0,19a	0,40a
Q + AA2	0,75a	0,28a	0,22a	0,41a
Niv. sig.	ns	ns	ns	ns

ns: 0,05 < sig; * 0,01 < sig < 0,05; ** 0,001 < sig < 0,01; *** sig < 0,001

Si nos fijamos en el **magnesio** (Tabla IV.1.3.1.1), en la bibliografía encontramos disparidad de intervalos de normalidad según distintos autores; para Winkler et al. (1974) sería 0,5-0,8%, para Fregoni (1980) sería 0,24-0,27% en la época de cuajado del fruto, según Bergmann (1985) 0,25-0,60%, Etchevers (1983) y Cook (1978) proponen el intervalo 0,3-0,8%, y Sala (1987) asigna un rango de 0,4-0,5% Mg. En el muestreo I los contenidos de magnesio obtenidos fueron normales según los criterios de Bergmann (1985), Etchevers (1983), Cook (1978) y Sala (1987), si seguimos el criterio de Winkler et al. (1974) el porcentaje de magnesio estaría por debajo de lo normal y para Fregoni (1980) estaría por encima del intervalo óptimo. Los contenidos de magnesio en los muestreos II y III aumentaron respecto al primer muestreo, los valores obtenidos fueron normales siguiendo los criterios de Winkler et al. (1974), Etchevers (1983) y Cook (1978). Para Fregoni (1980), Sala (1987) y Bergmann (1985) los resultados de estos dos muestreos estarían por encima de lo normal. Con el análisis de medidas repetidas obtuvimos unos valores que debemos considerar como normales si seguimos los intervalos fijados por Winkler et al. (1974), Bergmann (1985), Etchevers (1983) y Cook (1978); para Fregoni (1980) y Sala (1987) los porcentajes de magnesio estarían por encima de la normalidad. Cuesta (1994) y Navarro et al. (1991) obtuvieron que en las vides analizadas se producía un incremento de magnesio en hoja, en un ciclo de cultivo; en nuestro trabajo también se observa este comportamiento.

Por último, con el **fósforo** (Tabla IV.1.3.1.1) los contenidos en el muestreo I eran excesivos ya que la normalidad oscila para Winkler et al. (1974) entre 0,30-0,60% P, para Fregoni (1980) entre 0,21-024% P cuando nos encontramos en la época de cuajado del fruto, para

Bergmann (1985) entre 0,25-0,45% P en plena floración, para Cook et al. (1956) entre 0,15-0,35% P en limbo. La evolución en el tiempo del fósforo fue una disminución paulatina; en los muestreos II y III los porcentajes de P pasaron a ser normales para Winkler et al. (1974), Bergmann (1985) y Cook et al. (1956), para Fregoni los resultados del muestreo II todavía estarían por encima de lo normal. Cuando tratamos los resultados por el método de medidas repetidas encontramos unos valores de fósforo que estarían por encima del nivel óptimo para Fregoni (1980) y Cook et al. (1956), y estarían en un nivel adecuado para Winkler et al. (1974) y Bergmann (1985). De acuerdo con Guillén et al. (1965), Cuesta (1994) y Navarro et al. (1991), a lo largo de un ciclo biológico el fósforo disminuye en las hojas de la vid, siendo más pronunciado este descenso en vides regadas (Gil, 1973); nuestros resultados también coinciden con esta evolución.

IV.1.3.2. Contenido en micronutrientes.

La incorporación de sustancias húmicas principalmente, y de aminoácidos de manera no tan importante, influyeron en el contenido de micronutrientes. Las influencias se observaron sobre todo en los porcentajes de **hierro** en hoja (Tabla IV.1.3.2.1). La incorporación al suelo de quelatos más sustancias húmicas, mejoró en los tres muestreos el contenido férrico de la hoja comparado con el tratamiento control, además este aumento se reflejó en el análisis de medidas repetidas, ya que el tratamiento Q + SH fue el único que difirió estadísticamente del control. Los aminoácidos se caracterizaron por una acción más inmediata, mejorando las partes por millón de hierro en la hoja en el muestreo I, pero no se diferenciaron en muestreos posteriores del tratamiento control. Respecto a la normalidad o no de

las concentraciones obtenidas, en el muestreo I los contenidos de hierro eran bajos, independientemente de los tratamientos (Fregoni, 1980). En los muestreos II y III los niveles de hierro obtenidos ya entraban en los intervalos de normalidad que establece Fregoni (1980) cuando empieza el cuajado del fruto. Cuesta et al. (1993) observaron que los niveles de hierro se mantenían más o menos iguales a lo largo del ciclo biológico, mientras que en este ensayo obtuvimos que la concentración de hierro en la hoja va a ir aumentando con el tiempo.

Tabla IV.1.3.2.1. Contenido en micronutrientes en uva de mesa cv Italia. Ensayo Introductorio.

HIERRO ppm	MUESTREO I	MUESTREO II	MUESTREO III	MEDIDAS REPETIDAS
Q (ctrl)	66a	139a	162a	122a
Q + SH	**77b**	**171b**	**205b**	**151c**
Q + AA	**80b**	156ab	192ab	**142bc**
Q + AA2	**75b**	162ab	174a	**137b**
Niv. signif.	*	*	*	***
COBRE ppm				
Q (ctrl.)	17a	15a	15a	16a
Q + SH	16a	17a	16a	16a
Q + AA	18a	15a	18a	17a
Q + AA2	16a	14a	16a	16a
Niv. signif.	ns	ns	ns	ns
MANGANESO ppm				
Q (ctrl.)	166a	260a	240a	222a
Q + SH	176a	253a	**268b**	232a
Q + AA	174a	250a	243a	222a
Q + AA2	172a	267a	254ab	231a
Niv. signif.	ns	ns	*	ns
ZINC ppm				
Q (ctrl)	37a	29a	32a	33a
Q + SH	38a	**35b**	32a	35a
Q + AA	39a	**35b**	31a	35a
Q + AA2	44a	**34b**	33a	37a
Niv. signif.	ns	*	ns	ns

ns: 0,05 < sig; * 0,01 < sig < 0,05; ** 0,001 < sig < 0,01; *** sig < 0,001

Con el **cobre** (Tabla IV.1.3.2.1) no obtuvimos diferencias significativas entre los tratamientos, siendo los valores normales durante toda la experiencia según Fregoni (1980), que considera como óptimo el intervalo 6-20 ppm Cu. Fillol (1972) que propone como

adecuado un nivel próximo a 15 ppm; Maynard (1979) recomienda un valor mínimo de 6 ppm y Bergmann (1985) un rango entre 6-12 ppm.

Si estudiamos el **manganeso** (Tabla IV.1.3.2.1) los niveles pasaron de ser normales en el muestreo I, a ser considerados altos en los muestreos II y III para Fregoni (1980) que considera normal el rango 31-200 ppm al comienzo del cuajado del fruto, aunque debemos señalar que en ningún caso se alcanzaron valores excesivos según Fregoni (1980); otros autores como Etchvers et al. (1983) consideran un intervalo normal de Mn en hoja el que va de 30 a 360 ppm, con lo que según su criterio los valores de manganeso obtenidos en toda la experiencia serían normales. Otros autores como Bergmann (1985) y Sala (1987) fijan respectivamente la normalidad entre 30-100 ppm y 80-160 ppm, con lo que durante toda la experiencia estaríamos en concentraciones de manganeso por encima de lo óptimo, para estos autores.

En el muestreo III (Tabla IV.1.3.2.1), al tratamiento Q + SH le correspondió el porcentaje más alto en manganeso, siendo diferente estadísticamente al control. A pesar de esta diferencia en el muestreo III, con el análisis de medidas repetidas entre los tratamientos no se produjo ninguna diferencia significativa entre ellos. Los contenidos de **zinc** (Tabla IV.1.3.2.1) fueron en los tres muestreos normales. Fregoni (1980), Winkler et al. (1974), Sala (1987), Fillol (1972) señalan como adecuado un intervalo entre 25-45 y Bergmann (1985) amplia este intervalo hasta 70 ppm. Otros autores como Ribereau-Gayon (1982), Maynard (1979) y Rodríguez et al. (1972) consideran suficiente un contenido de zinc comprendido entre 20 y 25 ppm, con lo que nuestros resultados estarían por encima de lo normal. En el muestreo II, la

concentración foliar de zinc en las cepas tratadas con Q + SH, Q + AA y Q + AA2 fue superior a la concentración de zinc en el tratamiento control. En el análisis de medidas repetidas no obtuvimos diferencias significativas entre los tratamientos.

La Figura IV.1.3.2.1 recoge los incrementos en las concentraciones de hierro, que los tratamientos producen respecto al control (Q). Consideramos los resultados obtenidos por las medidas repetidas ya que éstas, de alguna manera, recogen la influencia de los tratamientos en todos los muestreos, en la globalidad de la experiencia. Podemos ver como la aplicación de Q + SH es el tratamiento más eficaz para mejorar la concentración de hierro foliar, produciendo un incremento del 24% en el contenido, le siguen la aplicación de Q + AA con una mejora del 16% y de Q + AA2 que consigue aumentar en un 12% el hierro presente en la hoja. También debemos destacar que aunque a nivel global, la aplicación de Q + SH produce un 24% de incremento foliar en el contenido de hierro, en el muestreo III este tratamiento consigue aumentar en un 27% el contenido de hierro en la hoja (Figura IV.1.3.2.2).

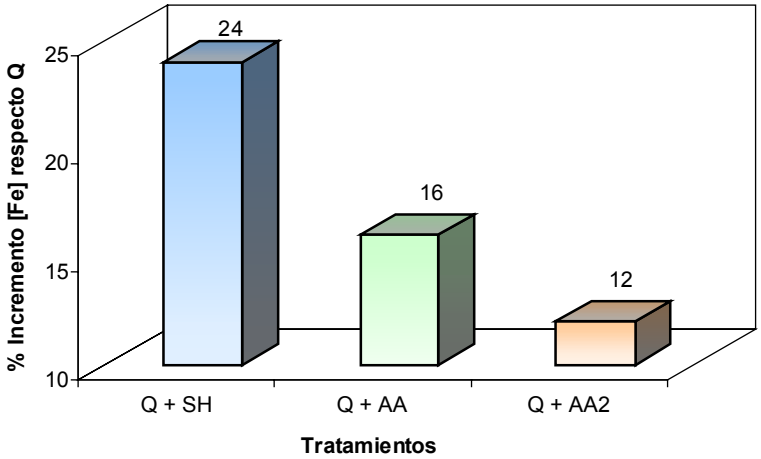


Figura IV.1.3.2.1. Mejora en la concentración de hierro con la aplicación de quelato más sustancias húmicas o aminoácidos en uva de mesa.

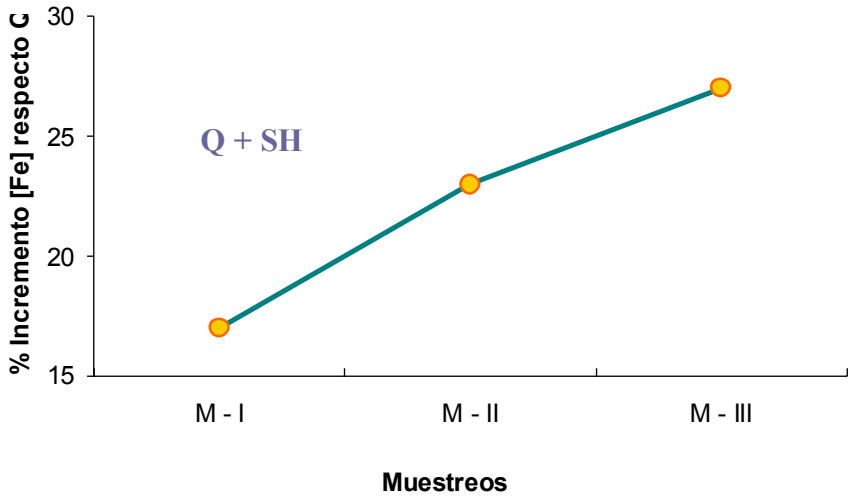


Figura IV.1.3.2.2. Evolución en el tiempo de los incrementos producidos por la aplicación de quelato más sustancias húmicas en uva de mesa.

IV.1.3.3. Relaciones entre nutrientes.

IV.1.3.3.1. Relaciones del hierro con otros elementos.

Las diferencias que encontramos en los muestreos III y II para las relaciones K/Fe y Ca/Fe respectivamente, también se reflejan en el análisis de medidas repetidas (Tabla IV.1.3.3.1.1), por lo que podemos considerar que la aplicación de Q + SH favorece la toma de hierro frente al potasio y al calcio, sin que por este motivo las concentraciones de estos elementos considerados individualmente difieran estadísticamente con el tratamiento control (Tabla IV.1.3.1.1); la aplicación de Q + AA2 dio lugar a valores más pequeños de la relación Ca/Fe en el muestreo II y con el análisis de medidas repetidas, este comportamiento con el análisis de medidas repetidas se observó también con la aplicación de Q + AA, por lo que la toma de hierro fue

favorecida en las plantas tratadas con aminoácidos comparada con la toma de calcio, también debemos señalar que la concentración de calcio en estas plantas así tratadas no fue menor que en las plantas control.

Tabla IV.1.3.3.1.1. Relaciones entre el hierro y otros nutrientes. Ensayo Introductorio en Uva de mesa.

K/Fe	Muestreo I	Muestreo II	Muestreo III	Medidas repetidas
Q (CTRL)	182a	45a	52b	93b
Q + SH	149a	37a	**38a**	**74a**
Q + AA	157a	43a	42ab	81ab
Q + AA2	160a	37a	49b	82ab
Niv. significativo	ns	ns	*	*
Ca/Fe				
Q (CTRL.)	223a	186b	177a	195b
Q + SH	198a	**144a**	149a	**164a**
Q + AA	203a	159ab	147a	**170a**
Q + AA2	192a	**148a**	171a	**170a**
Niv. significativo	ns	*	ns	*
P/Fe				
Q (CTRL)	115a	18a	13b	49a
Q + SH	103a	18a	**10a**	44a
Q + AA	92a	19a	**10a**	40a
Q + AA2	102a	18a	13b	44a
Niv. significativo	ns	ns	**	ns
Mn/Fe				
Q (CTRL)	2,5a	1,9b	1,5a	2,0a
Q + SH	2,3a	**1,5a**	1,3a	1,7a
Q + AA	2,2a	**1,6a**	1,3a	1,7a
Q + AA2	2,3a	1,7ab	1,5a	1,8a
Niv. significativo	ns	*	ns	ns
Zn/Fe x 10^{-1}				
Q (CTRL)	5,7a	2,1a	2,0a	3,3a
Q + SH	5,1a	2,0a	1,6a	2,9a
Q + AA	4,9a	2,2a	1,6a	2,9a
Q + AA2	5,9a	2,1a	2,0a	3,3a
Niv. significativo	ns	ns	ns	ns
Cu/Fe				
Q (CTRL)	0,26a	0,11a	0,09a	0,15a
Q + SH	0,21a	0,10a	0,08a	0,13a
Q + AA	0,23a	0,10a	0,09a	0,14a
Q + AA2	0,22a	0,09a	0,10a	0,14a
Niv. significativo	ns	ns	ns	ns

ns: 0,05 < sig; * 0,01 < sig < 0,05; ** 0,001 < sig < 0,01; *** sig < 0,001

Al estudiar las relaciones P/Fe y Mn/Fe (Tabla IV.1.3.3.1.1) observamos que en los muestreos III y II respectivamente, la aplicación de Q + SH y Q + AA mejoraron la toma de hierro comparada con la concentración de fósforo y manganeso. Sin embargo esas diferencias no aparecieron en el análisis de medidas repetidas En la bibliografía podemos encontrar resultados que indican que en hojas cloróticas el cociente P/Fe suele ser superior que en hojas sanas (Thomas et al., 1998). Respecto al manganeso la acumulación de este micronutriente en las hojas puede inducir deficiencias de hierro (Kaus et al., 1998, Mengel, 1987).

Las plantas que presentan clorosis férrica inducida por fósforo, pueden tener una concentración normal de hierro en los tejidos, pero una relación P/Fe mayor de lo normal (Dekock et al., 1960), lo que indica que algo más que la absorción y translocación está implicado en la clorosis férrica. Dekock et al. (1960) considera que el metabolismo del hierro y el fósforo están íntimamente relacionados, ya que el hierro se encuentra unido a fosfoproteínas como Fe^{3+}, mientras otro hierro está presente como Fe^{2+}. Así, la relación P/Fe puede ser una medida del equilibrio entre Fe^{3+} y Fe^{2+} en las células, síntesis hemo y de clorofilas. La relación P/Fe y el contenido de Fe^{2+} en hojas parecen estar inversamente correlacionados.

La inducción por altas concentraciones de manganeso, de deficiencias de hierro en las plantas, ha recibido distintas interpretaciones. Tiffin (1967) considera que depende de efectos competitivos en el proceso de absorción y transporte de hierro, mientras Hewitt et al. (1976) creen que se trata de una competición por los lugares funcionales de unión con el hierro. Mataix et al. (1987)

consideraban que el rango adecuado de la relación Mn/Fe era de 0,42-0,53; los valores que obtuvimos en este ensayo son muy superiores a los marcados por los autores debido a los elevados contenidos de manganeso durante la experiencia (Tabla IV.1.3.2.1).

Las relaciones Zn/Fe y Cu/Fe (Tabla IV.1.3.3.1.1) no fueron diferentes entre los tratamientos en ninguno de los muestreos, ni con el tratamiento de medidas repetidas.

En las Figura IV.1.3.3.1.1 y IV.1.3.3.1.2 hemos representado la evolución en el tiempo de las relaciones del hierro con el potasio, calcio, fósforo y manganeso para el tratamiento Q + SH que es el que muestra una mayor regularidad en su comportamiento. El hecho que se repite en todos estos cocientes es que los descensos en las relaciones elemento/hierro coinciden con el aumento en la concentración hierro. Por otro lado, esos descensos en las relaciones K/Fe y P/Fe coinciden con los menores valores de potasio y el fósforo en la hoja, mientras que para los cocientes Ca/Fe y Mn/Fe, los descensos en estas relaciones se producen en los momentos en los que estos elementos aumentan su contenido en la planta; importante es señalar por tanto que aunque calcio y manganeso aumentan su presencia en la planta, el hierro lo hace en mayor medida dirigiendo la relación que guarda con estos elementos a su favor, no produciendo estos cationes ningún antagonismo con el hierro.

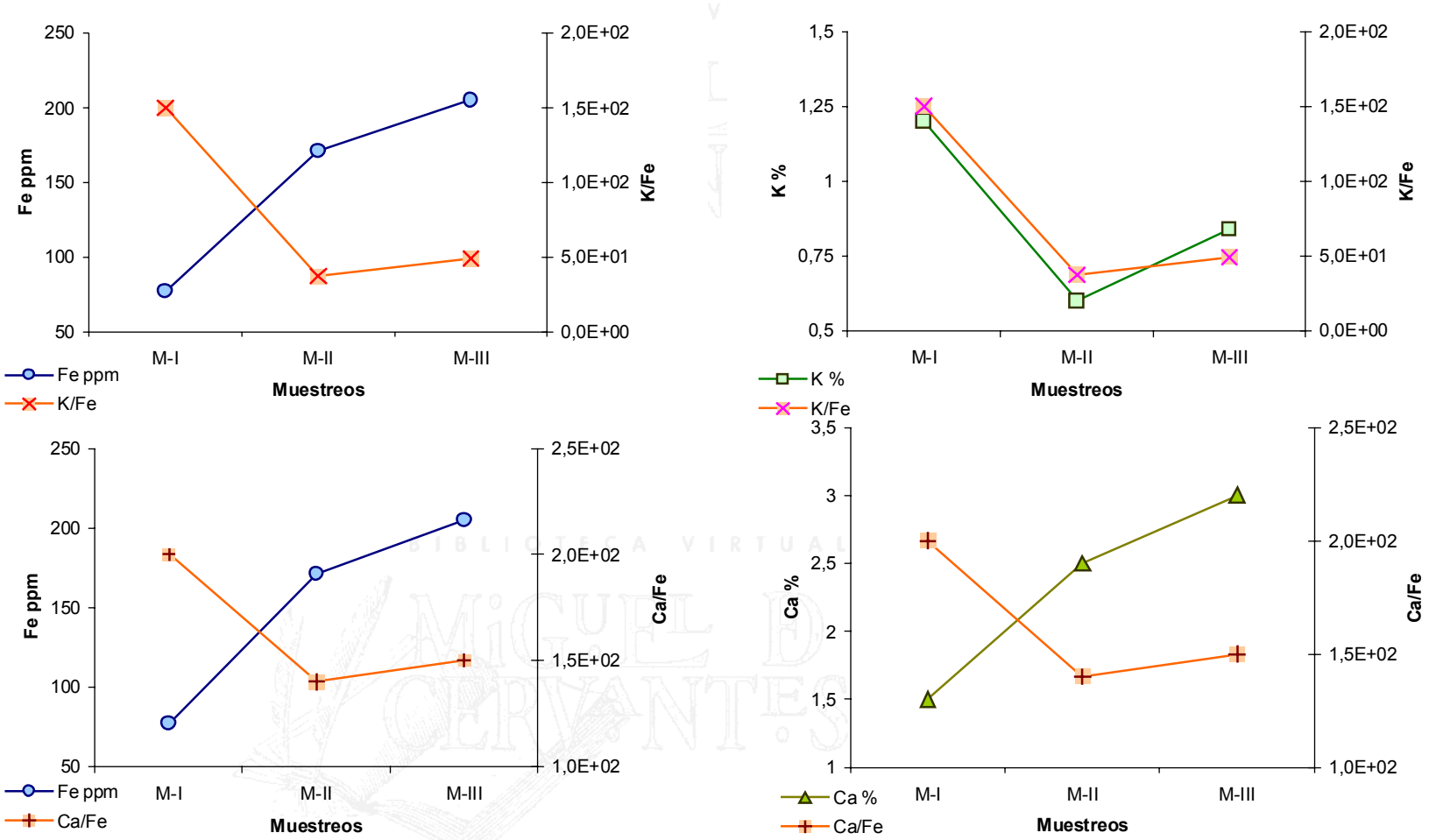


Figura IV.1.3.3.1.1. Evolución en el tiempo de las relaciones K/Fe y Ca/Fe comparadas con la de los elementos implicados.

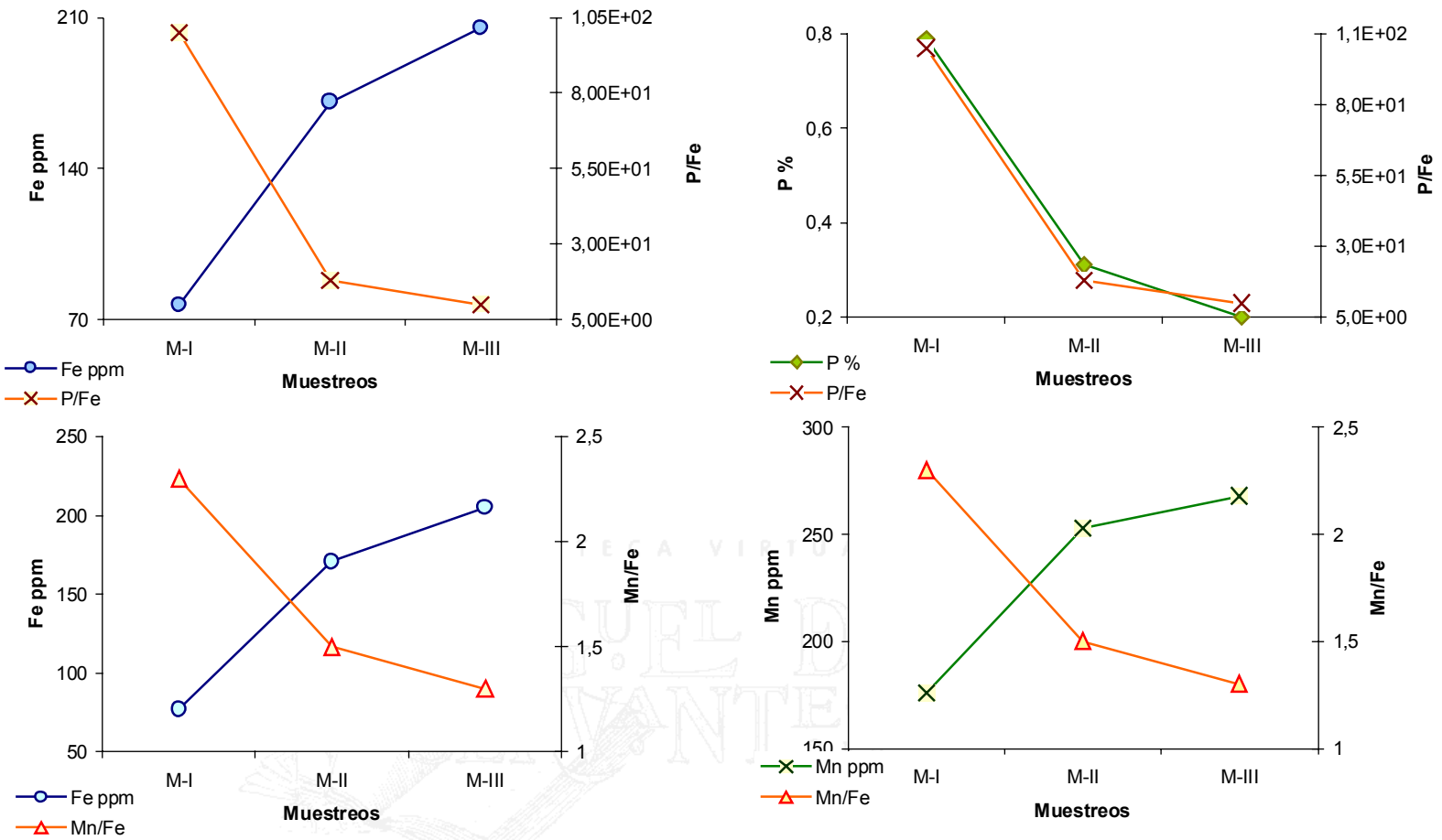


Figura IV.1.3.3.1.2. Evolución en el tiempo de las relaciones P/Fe y Mn/Fe comparadas con la de los elementos implicados.

IV.1.3.3.2. Relaciones entre nutrientes distintos al hierro.

Cuando estudiamos los valores obtenidos para el resto de relaciones que pueden provocar algún antagonismo (Tabla IV.1.3.3.2.1), observamos que no existen diferencias significativas entre los tratamientos en ningún muestreo, ni en el análisis de medidas repetidas.

Tabla IV.1.3.3.2.1. Relaciones entre elementos. Ensayo introductorio en Uva de mesa.

K/Mg	M-I	M-II	M-III	MR	$Na/Cax10^{-2}$	M-I	M-II	M-III	MR
Q (CTRL)	2,7a	1,0a	1,2a	1,6a	Q (CTRL)	2,5a	4,9a	13a	6,7a
Q + SH	2,6a	1,0a	1,1a	1,6a	Q + SH	2,7a	4,9a	10a	5,7a
Q + AA	2,7a	1,1a	1,2a	1,7a	Q + AA	4,5a	5,0a	12a	7,3a
Q + AA2	2,6a	1,0a	1,3a	1,6a	Q + AA2	6,0a	5,3a	11a	7,4a
Niv. signif.	ns	ns	ns	ns	Niv. signif.	ns	ns	ns	ns
$K/Ca \times 10^{-1}$					P/Zn				
Q (CTRL)	**8,2a**	**2,4a**	**3,0a**	4,5a	Q (CTRL)	219a	90a	64a	124a
Q + SH	7,7a	2,6a	2,6a	4,3a	Q + SH	221a	87a	62a	123a
Q + AA	7,9a	2,7a	2,9a	4,5a	Q + AA	199a	86a	62a	116a
Q + AA2	8,4a	2,5a	2,9a	4,6a	Q + AA2	187a	83a	66a	112a
Niv. signif.	ns	ns	ns	ns	Niv. signif.	ns	ns	ns	ns
K/Na					$Cu/Mnx10^{-2}$				
Q (CTRL)	36a	4,9a	2,4a	15a	Q (CTRL)	10a	5,8a	6,2a	7,4a
Q + SH	50a	5,2a	2,8a	19a	Q + SH	9a	6,6a	5,8a	7,2a
Q + AA	33a	5,4a	2,9a	14a	Q + AA	11a	6,2a	7,6a	8,2a
Q + AA2	32a	4,8a	2,8a	13a	Q + AA2	10a	5,4a	6,5a	7,2a
Niv. signif.	ns	ns	ns	ns	Niv. signif.	ns	ns	ns	ns
Ca/Mg					$Cu/Znx10^{-1}$				
Q (CTRL)	3,3a	3,9a	4,2a	3,8a	Q (CTRL)	4,8a	5,2a	4,7a	4,9a
Q + SH	3,3a	4,0a	4,4a	3,9a	Q + SH	4,4a	4,9a	5,2a	4,8a
Q + AA	3,4a	4,0a	4,2a	3,8a	Q + AA	5,1a	4,5a	5,8a	5,1a
Q + AA2	3,1a	3,7a	4,4a	3,7a	Q + AA2	4,2a	4,2a	5,0a	4,5a
Niv. signif.	ns	ns	ns	ns	Niv. signif.	ns	ns	ns	ns
Mn/Zn					$Mn/Cax10^{-2}$				
Q (CTRL)	4,8a	9,0a	7,5a	7,1a	Q (CTRL)	1,1a	1,0a	0,85a	1,0a
Q + SH	5,0a	7,4a	8,6a	7,0a	Q + SH	1,2a	1,0a	0,90a	1,0a
Q + AA	4,8a	7,3a	7,8a	6,6a	Q + AA	1,1a	1,0a	0,88a	1,0a
Q + AA2	4,2a	7,9a	7,7a	6,6a	Q + AA2	1,2a	1,2a	0,88a	1,1a
Niv. signif.	ns	ns	ns	ns	Niv. signif.	ns	ns	ns	ns

ns: 0,05 < sig; * 0,01 < sig < 0,05; ** 0,001 < sig < 0,01; *** sig < 0,001

Podemos encontrar en la bibliografía valores de referencia para el cociente K/Mg. Ribereau-Gayon et al. (1982) afirman que relaciones

K/Mg inferiores a 1 o 2 indican deficiencia de potasio en la planta, mientras que cocientes de 3 a 7 corresponden a vides bien alimentadas en potasio y magnesio; Levy (1971) afirma que valores de K/Mg inferiores a 1,5 se deben a carencias de potasio, mientras que el intervalo que va de 2,0 a 10,0 corresponde a hojas sanas; cuando el cociente K/Mg supera el valor 12,0 la vid se encuentra con carencias de Mg. Martínez (1985) afirma que la relación K/Mg debe encontrarse en un rango de 1,81-1,90. Los valores para la relación K/Mg que nosotros hemos obtenido (Tabla IV.1.3.3.2.1) indicarían deficiencia de potasio en los muestreos II y III según Ribereau-Gayon et al. (1982) y Levy (1971); por el contrario según Martínez (1985), en el muestreo I el cociente K/Mg estaría por encima de lo idóneo, mientras en los muestreos II y III estarían por debajo. Considerando las medidas repetidas, los valores K/Mg estarían por debajo de lo adecuado para Ribereau-Gayon et al. (1982), Levi (1971) y Martínez (1985). Esta deficiencia generalizada de potasio para todos los tratamientos ya la pudimos observar cuando considerábamos a este elemento independientemente (Tabla IV.1.3.1.1). Esto parece indicar la necesidad de una mayor fertilización potásica del cultivo.

Los valores de normalidad para la relación K/Ca según Martínez (1985) son de 0,18-0,29; los valores que obtuvimos en el primer muestreo (Tabla IV.1.3.3.2.1) están muy por encima de estos valores, Cuesta (1994) afirma que altos valores en la relación K/Ca pueden ser debidos a un defecto de calcio y magnesio, mientras que Mataix et al. (1987) afirman que altos contenidos de sodio podrían provocar altos valores en la relación K/Ca. En el muestreo II, la relación K/Ca se mantiene en valores normales si consideramos los marcados por Martínez (1985), mientras que en el muestreo III y con el análisis de

medidas repetidas, los valores del cociente K/Ca vuelven a estar por encima de los índices normales de Martínez (1985).

Para Martínez (1985) el rango de normalidad de la relación K/Na es 16,8-19,8; observamos en nuestros resultados dos comportamientos bien distintos según los muestreos (Tabla IV.1.3.3.2.1); mientras que en el muestreo I los valores obtenidos para esta relación son muy superiores a los establecidos por Martínez (1985) como normales, en los muestreos II y III el cociente K:Na disminuye hasta valores muy por debajo de los señalados por Martínez; este comportamiento se debe a la acumulación de sodio que, como ya hemos mencionado (Tabla IV.1.3.1.1) se produce con el tiempo y el descenso que la concentración de potasio sufre en el muestreo II y III respecto al muestreo I (Tabla IV.1.3.1.1)

Mataix et al. (1987) señalaron como valores normales en la relación Mn/Zn en vid, los que van de 2,1 a 2,5. En todos los muestreos (Tabla IV.1.3.3.2.1) los valores que obtuvimos fueron superiores debido al alto contenido en manganeso.

Las relaciones Na/Ca que Mataix et al. (1987) establecen como normales pertenecen al intervalo 0,010-0,011. Los valores que obtuvimos (Tabla IV.1.3.3.2.1) estuvieron por encima de los anteriores debido a la acumulación de sodio que se produce con el tiempo.

En resumen, podemos decir que de las distintas relaciones entre nutrientes estudiadas, sólo presentan diferencias significativas entre tratamientos, las relaciones del hierro con: potasio, calcio, fósforo y manganeso; en esos casos siempre se ve favorecida la toma de hierro,

cuando se aplica junto con el quelato algún tipo de materia orgánica. Para el resto de nutrientes no se encuentran situaciones de antagonismo o sinergismo que favorezca o perjudique la toma de un nutriente en favor de otro cuando aplicamos un tratamiento determinado.

IV.1.3.4. Parámetros de calidad de los frutos.

La influencia de los tratamientos en los parámetros de calidad de los frutos es uno de los temas más importantes a la hora de abordar esta investigación ya que el objetivo final de los agricultores es conseguir rendimientos altos en sus cosechas y que éstas tengan unas adecuadas propiedades organolépticas.

En este estudio no encontramos diferencias entre tratamientos en las propiedades físicas medidas en los granos de uva (diámetro ecuatorial (ϕ_e), polar (ϕ_p), esfericidad (ϕ_e/ϕ_p), peso), tampoco encontramos diferencias en el rendimiento (número de racimos por cepa), ni en el nivel de sólidos solubles (Tabla IV.1.3.4.1). Si comparamos los valores que nosotros hemos obtenido con los que podemos encontrar en la bibliografía, llegamos a la conclusión de que el peso por baya que hemos obtenido está por encima del estimado por Pérez-Camacho (1984) que lo establece entre 7,14 y 8,21 g para cultivares similares a la varidedad *Italia*; el diámetro ecuatorial de nuestros granos o bayas está por encima del valor obtenido por Winkler et al. (1974) en uva cv Thompson Seedless y que oscila entre 15-17 mm, mientras que el diámetros polar y el contenido en sólidos solubles estarían en los mismos intervalos de valores que los obtenidos por

Winkler et al. (1974) en uva cv Thompson Seedless (18 – 26 mm para el diámetro polar y 15,2-21,3 º Brix para sólidos solubles totales).

Tabla IV.1.3.4.1. Parámetros de calidad medidos en uva cv Italia. Ensayo introductorio.

TRAT.	ϕ_e (mm)	ϕ_p (mm)	ϕ_e/ϕ_p	Gr/grano	Racimos cepa	S.S.T (º Brix)
Q	20a	23a	0,88a	8,1a	16a	19a
Q + SH	20a	25a	0,83a	9,1a	17a	19a
Q + AA	20a	26a	0,76a	8,9a	17a	18a
Q + AA2	21a	24a	0,88a	8,6a	18a	19a
Niv. sig.	**ns**	**ns**	**ns**	**ns**	**ns**	**ns**

ns: 0,05 < sig; * 0,01 < sig < 0,05; ** 0,001 < sig < 0,01; *** sig < 0,001

Este tercer ensayo, en el que comparamos la eficacia en uva de mesa de los quelatos de hierro con la aplicación de estos mezclados en la misma proporción con sustancias húmicas y aminoácidos, sólo nos proporcionó diferencias significativas en los micronutrientes, y en especial para el hierro. Las concentraciones de los distintos macronutrientes y los parámetros de calidad medidos en el fruto no difirieron entre los tratamientos. Al estudiar las relaciones, también son los cocientes en los que participa el hierro en los que se observan algunas diferencias, en estos casos el contenido de hierro siempre sale beneficiado al añadir junto con el quelato férrico algún tipo de materia orgánica.

Recordemos que las dos aplicaciones de los tratamientos se hicieron en Marzo de 1999, cuando en las cepas aparecían los primeros brotes. El primer muestreo foliar fue en Abril de ese mismo año, el segundo en la época de envero (Junio de 1999) y el tercero en época de recolección (Septiembre de 1999).

Los resultados de este primer bloque de experiencias demuestran que la aplicación de quelato férrico con sustancias húmicas y aminoácidos dan lugar, en general, a un mejor estado nutricional del vegetal y mejores calidades de cosecha.

De las tres materias orgánicas estudiadas, la que mejores resultados proporcionó fueron las sustancias húmicas:

- **La aplicación de Q + SH llevó consigo, en ciertos momentos de las experiencias, la disminución de los contenidos de sodio, evitando los daños que la salinidad podía provocar en el desarrollo del cultivo.**
- **En los cultivos ensayados, la aplicación de quelatos y sustancias húmicas mejoraron los niveles de macronutrientes como magnesio, fósforo o calcio.**
- **El suministro de Q + SH aumentó además del contenido de hierro en las plantas, las concentraciones de otros micronutrientes (cobre, manganeso y zinc).**
- **Los tratamientos ensayados no produjeron ningún tipo de antagonismo entre los nutrientes.**
- **La aplicación de sustancias húmicas mejoró la calidad de los limones al afectar positivamente a algunos parámetros como vitamina C o peso de los frutos.**

Señalar también que en los resultados, pudimos observar que un cultivo de ciclo corto, como el tomate, tuvo más respuesta a los tratamientos que los dos cultivos de ciclo largo con los que trabajamos (limón y uva de mesa).

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

Los resultados positivos obtenidos con la aplicación de sustancias húmicas nos condujeron a la segunda parte de la tesis, donde abordamos el objetivo de sustituir parte del quelato aplicado por sustancias húmicas, de manera proporcional.

IV.2. Ensayos de dosis.

Afrontamos la segunda parte de la tesis con la intención de sustituir parte del quelato aplicado a los cultivos por sustancias húmicas, sin producir descensos en los contenidos de micro y macronutrientes y sin perjudicar el rendimiento ni la calidad de las cosechas.

Recordemos que en este segundo bloque de ensayos estudiamos los efectos que sobre la nutrición vegetal y la calidad de los frutos produce la sustitución por sustancias húmicas, de diversos porcentajes (17, 33, 50 y 67%) del quelato férrico aplicado.

Los trabajos realizados por el profesor Carpena en 1966, ya indicaron que la adición periódica de quelatos de hierro es la principal manera de solucionar el difícil problema de la deficiencia de hierro; afirmaba el profesor Carpena que el efecto de estos productos se intensifica incorporándolos con materia orgánica.

En estos ensayos de dosis, como ya aclaramos en *Materiales y Métodos* además del tratamiento estadístico basado en el test de comparación múltiple de Duncan que considera los tratamientos de manera cualitativa, de forma que compara los tratamientos entre sí como si fueran de diferente tipo o clase, también vamos a estudiar los resultados considerando los tratamientos cuantitativamente. Tendremos en cuenta si los efectos sobre los nutrientes o parámetros de calidad de los frutos pueden ajustarse a un modelo determinado con los tratamientos, al aumentar el contenido de sustancias húmicas en éstos.

IV.2.1. Ensayo de dosis en tomate.

IV.2.1.1. Contenido en macronutrientes.

La salinidad en general y más concretamente la sodicidad es uno de los principales problemas que sufre el cultivo de tomate en el sureste de España. El desarrollo de variedades que pueden crecer en un medio con una alta concentración de sales ha permitido que este cultivo se implante en lugares donde las características del suelo o del agua de riego son pésimas. A pesar de que estas variedades pueden completar su ciclo biológico en estas condiciones adversas, los efectos de la salinidad a veces son visibles en la planta, por ejemplo en este ensayo al igual que en el introductorio, pudimos comprobar como la elevada concentración de sales en el agua de riego y en el suelo afectaban a la turgencia de las hojas. Debemos por tanto prestar atención a los parámetros en los que va influir la salinidad como por ejemplo la concentración foliar de **sodio**. Cadahía (1988) encontró que en tomate cultivado sobre distintos sustratos se producía una acumulación con el tiempo de sodio en las hojas, en nuestro caso (Tabla IV.2.1.1.1) no se produce esa acumulación de manera tan clara.

En el muestreo II (Tabla IV.2.1.1.1), el tratamiento control (100% quelato) mostró un contenido de sodio en la hoja superior si lo comparamos con los contenidos obtenidos cuando incluimos las sustancias húmicas en los tratamientos. Ramos (2000) y Cuesta (1994) también encontraron descensos en los niveles de sodio en planta cuando se aplicaban sustancias húmicas en tomate. En el muestreo III (Tabla IV.2.1.1.1) aunque al tratamiento control le corresponde el contenido más alto de sodio, esta concentración no difiere significativamente del resto de tratamientos, excepto cuando

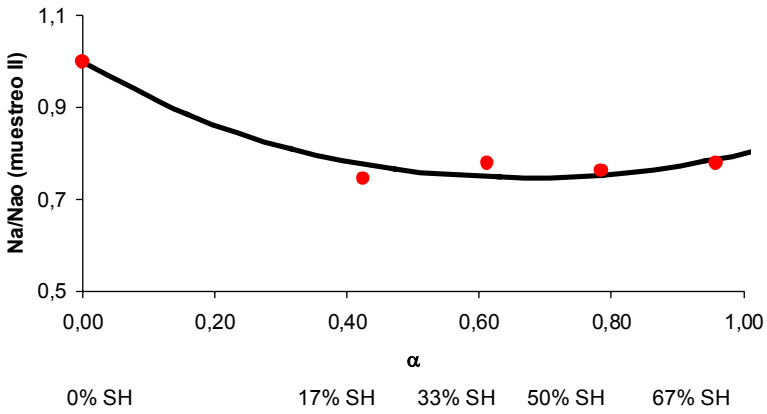
sustituimos un 67% de quelato por sustancias húmicas en cuyo caso se obtiene un descenso significativo en la concentración de sodio. Cuando los resultados los tratamos a través de las medidas repetidas no obtenemos diferencias significativas.

Tabla IV.2.1.1.1. Contenido en macronutrientes en tomate cv Daniela. Ensayo de dosis.

SODIO %	MUESTREO I	MUESTREO II	MUESTREO III	MEDIDAS REPETIDAS
100% Q (ctrl..)	0,50a	0,63b	0,55b	0,55a
83% Q + 17% SH	0,51a	**0,47a**	0,50ab	0,49a
67% Q + 33% SH	0,49a	**0,49a**	0,54b	0,51a
50% Q + 50% SH	0,46a	**0,48a**	0,49ab	0,48a
33% Q + 67% SH	0,47a	**0,49a**	**0,46a**	0,47a
Nivel significación	ns	**	*	ns
POTASIO %				
100% Q (ctrl..)	1,6a	1,8a	2,0a	1,8a
83% Q + 17% SH	1,5a	1,7a	1,9a	1,7a
67% Q + 33% SH	1,6a	1,8a	1,9a	1,7a
50% Q + 50% SH	1,6a	1,7a	2,0a	1,8a
33% Q + 67% SH	1,5a	1,8a	1,9a	1,7a
Nivel significación	ns	ns	ns	ns
CALCIO %				
100% Q (ctrl..)	6,2a	6,3b	6,1a	6,2b
83% Q + 17% SH	6,1a	5,9a	6,1a	6,0a
67% Q + 33% SH	6,1a	6,4b	**6,7b**	6,4bc
50% Q + 50% SH	6,1a	6,6b	**6,7b**	**6,4c**
33% Q + 67% SH	6,4a	6,4b	**6,7b**	**6,5c**
Nivel significación	ns	*	***	***
MAGNESIO %				
100% Q (ctrl..)	0,71a	0,75a	0,72a	0,73a
83% Q + 17% SH	0,70a	0,67a	0,73a	0,70a
67% Q + 33% SH	0,68a	0,70a	**0,82b**	0,73a
50% Q + 50% SH	0,68a	0,71a	0,74a	0,71a
33% Q + 67% SH	0,73a	0,71a	0,69a	0,71a
Nivel significación	ns	ns	*	ns
FÓSFORO %				
100% Q (ctrl..)	0,40a	0,36a	0,38a	0,39a
83% Q + 17% SH	0,39a	0,39ab	0,38a	0,38a
67% Q + 33% SH	0,41a	**0,43b**	0,40a	0,41a
50% Q + 50% SH	0,41a	**0,43b**	0,43a	0,42a
33% Q + 67% SH	0,40a	**0,42b**	0,39a	0,40a
Nivel significación	ns	*	ns	ns

ns: 0,05 < sig; * 0,01 < sig < 0,05; ** 0,001 < sig < 0,01; *** sig < 0,001

El estudio de los datos desde el punto de vista cuantitativo permite obtener para el muestreo II, a través del análisis de regresión, una ecuación exponencial (Figura IV.2.1.1.1) que indica que la sustitución de parte del quelato por sustancias húmicas, da lugar a una reducción en el contenido de sodio entorno al 26%, que alcanzaría su mínimo cuando sustituyéramos el 39% del quelato por sustancias húmicas. Según ésta ecuación porcentajes mayores de sustancias húmicas en los tratamientos aumentarían el contenido de sodio en la planta, aunque estos seguirían siendo inferiores a los obtenidos con el tratamiento control. En la Figura IV.2.1.1.2 representamos las concentraciones de sodio medias de los tres muestreos frente a los tratamientos, podemos observar que en este caso conforme aumenta la presencia de las sustancias húmicas en los tratamientos menor es el contenido de sodio; con el tratamiento 33%Q + 67% SH las plantas tratadas tienen un 15% menos de sodio en la hoja que el tratamiento control.



Ecuación	B	Desv. típica al 95%	c	Desv. típica al 95%	R^2
$y = \exp(b \cdot x + c \cdot x^2)$	-0,9	± 0,1	0,6	± 0,1	0,956

Figura IV.2.1.1.1. Comportamiento de la concentración de sodio con los tratamientos. Ensayo de dosis en tomate cv Daniela. Muestreo II.

Las gráficas IV.2.1.1.1 y IV.2.1.1.2 muestran como la incorporación de sustancias húmicas en la formulación del quelato férrico disminuye el contenido de sodio en la planta.

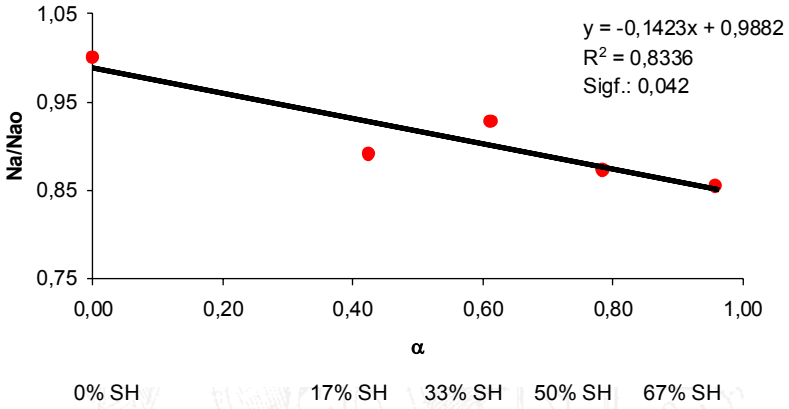


Figura IV.2.1.1.2. Comportamiento de la concentración de sodio con los tratamientos. Ensayo de dosis en tomate cv Daniela. Medias de los tres muestreos.

Los niveles de **potasio** en toda la experiencia se mantuvieron bajos si tenemos en cuenta los niveles de referencia señalados por Cadahía et al. (1988), Bennett (1993), Bergmann (1992), Domínguez (1994) e IFA (1992) que establecen como normal el porcentaje de potasio que oscila entre 3,0-6,0 %. No obtuvimos diferencias significativas entre los tratamientos en ningún muestreo, ni con el análisis de medidas repetidas cuando tratamos los resultados con el test de Duncan. Observamos que con el tiempo se produce una acumulación de potasio en la hoja, Cadahía (1988) también observó esa acumulación de potasio en el tiempo, en tomate cultivado en lana de roca o turba. Según Marschner (1995) cuando el potasio es deficiente en la planta, el crecimiento es retardado y si esa deficiencia se prolonga, las hojas y el tallo pueden volverse cloróticas y necróticas,

este mismo autor afirma que cuando el suministro de agua a la planta está limitado y existe una deficiencia de potasio se produce una pérdida de turgencia y un marchitamiento en las plantas. Este hecho lo podríamos relacionar con lo que afirmábamos anteriormente al referirnos a la circunstancia de que las plantas de la experiencia presentaran esta pérdida de turgencia, que puede estar relacionada con una dificultad por parte del vegetal para tomar agua debido a la salinidad del medio.

BIBLIOTECA VIRTUAL

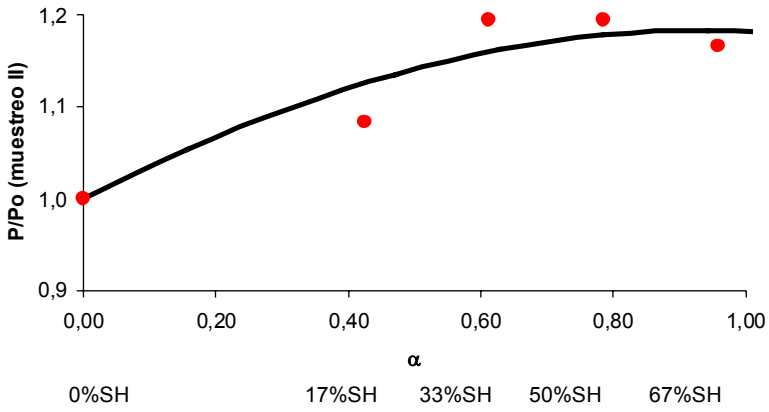
Si comparamos los niveles de **calcio** (Tabla IV.2.1.1.1) con los valores de referencias señalados por Cadahía et al. (1988) y Bergmann (1992), que consideran normales los porcentajes de calcio que oscilan entre 2,5-4,0 para hojas superiores en pleno desarrollo y primera fructificación, podemos afirmar que estos niveles van a estar por encima de lo normal durante toda la experiencia, sin embargo IFA (1992) considera normales los valores de calcio que entran en el intervalo 2,4-7,2% con lo que siguiendo este criterio los valores de calcio obtenidos serían normales. Cuando sometimos los resultados a la comparación de medias con el test de Duncan, en el muestreo II (Tabla IV.2.1.1.1) con el tratamiento 83%Q + 17%SH, el nivel de calcio disminuyó respecto al control, recuperándose cuando incrementamos la presencia de sustancias húmicas en detrimento del quelato. En el muestreo III (Tabla IV.2.1.1.1), cuando sustituimos un 33% o más del quelato de hierro por sustancias húmicas, la concentración de calcio aumentó respecto al control. Con las medidas repetidas, es decir, considerando todos los muestreos conjuntamente, obtuvimos que la aplicación de 83% Q + 17% SH producía un nivel más bajo de calcio en la hoja que el resto de tratamientos, la sustitución de un 50 y 67% del

quelato por sustancias húmicas produjo sin embargo aumentos en la concentración de calcio en la planta.

Los valores de **magnesio** obtenidos en este ensayo superaron los valores que marca Cadahía et al. (1988) como normales en plantas de tomate y que oscilan entre 0,4 y 0,6%. Si consideramos otros autores como Bergmann (1992) e IFA (1992) para los que los valores normales de magnesio son los que varían entre 0,35 y 0,9% las concentraciones de magnesio serían adecuadas. Cuando consideramos los tratamientos como si fueran de distinto tipo o clase (Tabla IV.2.1.1.1) únicamente encontramos diferencias significativas en el muestreo III donde la aplicación de 67% Q + 33% SH produjo en las plantas un aumento en la concentración foliar de este elemento, en el análisis de medidas repetidas tampoco obtuvimos diferencias significativas. Cadahía (1988) observó que en general se produce un ligero aumento en los contenidos de magnesio en las plantas de tomate con el tiempo, la aplicación de 67% Q + 33% SH y de 50% Q + 50% SH produjo la misma evolución en el tiempo de este nutriente.

Los valores de **fósforo** (Tabla IV.2.1.1.1) fueron normales durante toda la experiencia si los comparamos con los valores señalados por Cadahía et al. (1988), Bergmann (1992) e IFA (1992). Según Cadahía (1988) los valores de fósforo en la hoja deben ser inferiores al final del ciclo de cultivo, este hecho lo observamos en los tratamientos con un 17%, 33% y un 67% de SH. Aplicando el test de Duncan (Tabla IV.2.1.1.1) vemos en el muestreo II que la incorporación de más del 33% del quelato de hierro por sustancias húmicas produce mejoras en el contenido de este elemento en la hoja. En el análisis de medidas repetidas no obtuvimos diferencias significativas. Pudimos

ajustar las concentraciones de fósforo obtenidas con los tratamientos a una función exponencial (Figura IV.2.1.1.3) en el muestreo II, en ella podemos observar que al aumentar la presencia de sustancias húmicas en los tratamientos se incrementa la concentración de fósforo en la planta alcanzando un máximo cuando las sustancias húmicas sustituyen en un 64% al quelato de hierro; en este caso la concentración foliar de fósforo será un 18% superior a la obtenida con el tratamiento control. Por otro lado, hemos tenido ocasión de mencionar numerosas pruebas que atestiguan la mejor nutrición fosfórica de la planta cuando se aplican sustancias húmicas (Guminski et al., 1983; Gaur, 1964; Cooper et al. (1998). También en trabajos anteriores realizados en el Departamento de Agroquímica y Bioquímica de la Universidad de Alicante se han observado mejoras en los contenidos de fósforo al aplicar sustancias húmicas a las plantas (Bermúdez et al., 1993).



Ecuación	b	Desv. típica al 95%	c	Desv. típica al 95%	R^2
$y = \exp(b \cdot x + c \cdot x^2)$	0,4	± 0,1	-0,2	± 0,1	0,878

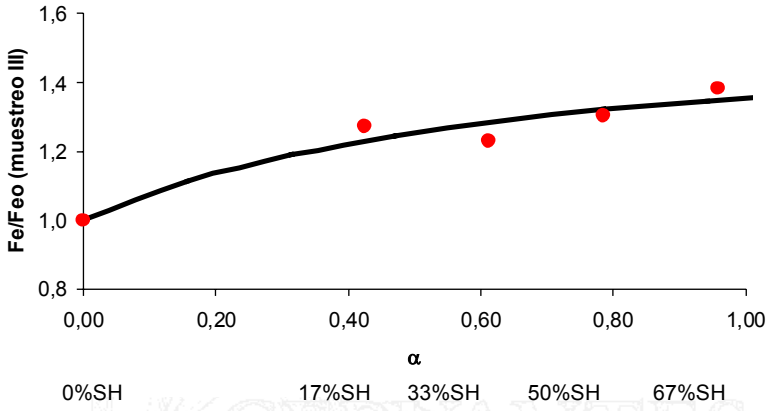
Figura IV.2.1.1.3. Comportamiento de la concentración de fósforo con los tratamientos. Ensayo de dosis en tomate cv Daniela. Muestreo II.

IV.2.1.2. Contenido en micronutrientes.

Los niveles de **hierro** (Tabla IV.2.1.2.1) obtenidos en los sucesivos muestreos fueron normales según los valores de referencias marcados por Cadahía et al. (1988), Welch (1995) e IFA (1992). Cuando hacemos una comparación de medias aplicando el test de Duncan sobre los resultados obtenidos (Tabla IV.2.1.2.1), podemos ver como la incorporación de sustancias húmicas al quelato férrico mejoró los contenidos de hierro en las hojas de las plantas tratadas. En el muestreo I, la aplicación de 67% Q + 33% SH fue el tratamiento que mejoró los contenidos de hierro comparado con el control; en el muestreo II esa mejoría la produjo el tratamiento 50% Q + 50% SH, mientras que en el muestreo III y con el análisis de medidas repetidas fueron todos los tratamientos que incluían sustancias húmicas los que mejoraron el contenido de hierro en la planta.

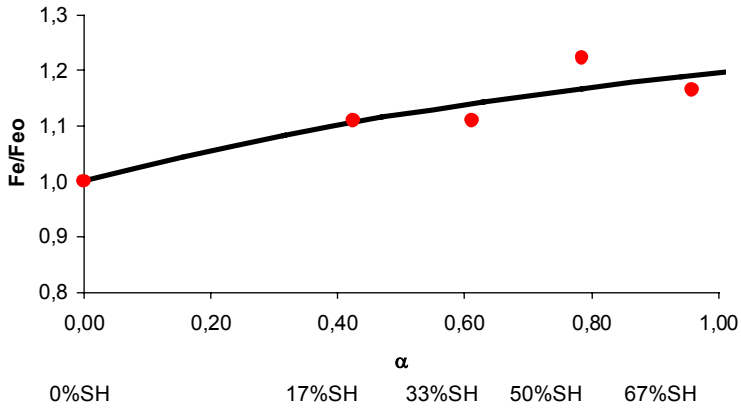
Cuando tratamos los resultados desde el punto de vista cuantitativo, intentando correlacionar los resultados con la presencia de sustancias húmicas en los tratamientos, encontramos en el muestreo III (Figura IV.2.1.2.1) un comportamiento hiperbólico entre la concentración de hierro y el porcentaje de sustancias húmicas aplicado, según el cual la aplicación de sustancias húmicas a las plantas produciría un aumento de entre el 27 y el 38% en el nivel foliar de hierro cuando las sustancias húmicas están presentes en los tratamientos. En la Figura IV.2.1.2.2 observamos también un aumento hiperbólico, donde las concentraciones de hierro aumentan conforme es mayor la presencia de las sustancias húmicas en los tratamientos. Cuando hacemos las medias en los tres muestreos de los contenidos

de hierro para cada tratamiento, el incremento producido oscila entre el 11 y el 16% respecto al tratamiento control.



Ecuación	b	Desv. típica al 95%	c	Desv. típica al 95%	R^2
y = 1 + [b·x/(c+x)]	0,6	± 0,3	0,7	± 0,7	0,928

Figura IV.2.1.2.1. Comportamiento de la concentración de hierro con los tratamientos. Ensayo de dosis en tomate cv Daniela. Muestreo III.



Ecuación	b	Desv. típica al 95%	c	Desv. típica al 95%	R^2
y = 1 + [b·x/(c+x)]	0,5	± 0,8	2	± 4	0,827

Figura IV.2.1.2.2. Comportamiento de la concentración de hierro con los tratamientos. Ensayo de dosis en tomate cv Daniela. Media de los tres muestreos.

Cadahía (1988), en tomate cultivado sobre distintos sustratos, observó un aumentó de las partes por millón de hierro con el tiempo, este comportamiento también lo observamos nosotros en los tratamientos 83%Q + 17%SH y 33%Q + 67%SH (Tabla IV.2.1.2.1).

Tabla IV.2.1.2.1. Contenido en macronutrientes en tomate cv Daniela. Ensayo de dosis.

HIERRO ppm	MUESTREO I	MUESTREO II	MUESTREO III	MEDIDAS REPETIDAS
100% Q (ctrl)	157a	193a	165a	176a
83% Q + 17% SH	171ab	204a	**210bc**	**195b**
67% Q + 33% SH	**188b**	206a	**203b**	**195b**
50% Q + 50% SH	176ab	**253b**	**215bc**	**215c**
33% Q + 67% SH	172ab	214a	**228c**	**205bc**
Nivel significación	*	*	***	**
COBRE ppm				
100% Q (ctrl)	24a	15a	25a	21a
83% Q + 17% SH	22a	16a	28a	22a
67% Q + 33% SH	23a	14a	28a	21a
50% Q + 50% SH	22a	**20b**	24a	22a
33% Q + 67% SH	23a	**18b**	22a	21a
Nivel significación	ns	ns	ns	ns
MANGANESO ppm				
100% Q (ctrl)	62a	59a	71a	64a
83% Q + 17% SH	51a	49a	67a	56a
67% Q + 33% SH	57a	54a	62a	58a
50% Q + 50% SH	60a	56a	63a	60a
33% Q + 67% SH	63a	59a	58a	60a
Nivel significación	ns	ns	ns	ns
ZINC ppm				
100% Q (ctrl)	35a	29a	28a	31a
83% Q + 17% SH	35a	26a	26a	29a
67% Q + 33% SH	32a	29a	36a	32a
50% Q + 50% SH	33a	35a	37a	35a
33% Q + 67% SH	34a	29a	31a	31a
Nivel significación	ns	ns	ns	ns

ns: 0,05 < sig; * 0,01 < sig < 0,05; ** 0,001 < sig < 0,01; *** sig < 0,001

Los niveles de **cobre** (Tabla IV.2.1.2.1) durante toda la experiencia y prácticamente para todos los tratamientos se mantuvieron en unos niveles altos. Los valores que indican Cadahía et

al. (1988), Bergmann (1992), Welch (1995) e IFA (1992) como normales oscilan entre 7-16 ppm; únicamente las plantas tratadas con 100%Q, 83%Q + 17%SH y 67%Q + 33%SH en el muestreo II tuvieron unos contenidos adecuados de cobre, en el resto de la experiencia los niveles fueron altos. En el muestreo II cuando sustituimos cantidades importantes de quelatos por sustancias húmicas (50% y 67%) obtuvimos diferencias significativas cuando comparamos las medias mediante el test de Duncan, en estos dos tratamientos se produjo un incremento en la concentración respecto al resto de tratamientos. La evolución en el tiempo de los contenidos de cobre se asemeja a la observada por Cadahía (1988).

Si estudiamos los niveles de **manganeso** obtenidos (Tabla IV.2.1.2.1), según los niveles marcados por Welch (1995) como adecuados (70-400 ppm), las concentraciones estarían por debajo de la normalidad. IFA (1992) señala como concentración normal de manganeso en plantas de tomate las pertenecientes al intervalo 55-220 ppm, con lo que únicamente la concentración obtenida en las plantas tratadas con 83%Q + 17%SH en los muestreos I y II y con 67%Q + 33%SH en el muestreo II estarían por debajo de lo normal. Cadahía et al. (1988) fija como contenido normal en manganeso los valores que varían entre 60 y 350 ppm, mientras que Bergmann (1992) establece como intervalo de normalidad para hojas superiores en pleno desarrollo los valores 40-100 ppm. Cuando tratamos los tratamientos cualitativamente, haciendo una comparación de medias entre los tratamientos considerándolos a estos como de distinta clase, no obtenemos diferencias significativas; con el análisis de medidas repetidas tampoco obtenemos comportamientos diferentes entre los tratamientos. La evolución en el tiempo de las concentraciones de

manganeso no coinciden con las obtenidas por Cadahía (1988) en tomate cultivado en turba o enarenado aunque sí en tomate cultivado en lana de roca.

El estudio cuantitativo, mostró en el muestreo III que las concentraciones de manganeso disminuyen de forma lineal con la presencia de sustancias húmicas en los tratamientos, siendo el menor valor de Mn el obtenido con la aplicación de 33%Q + 67%SH que será un 18% inferior al obtenido con el tratamiento control (Figura IV.2.1.2.3).

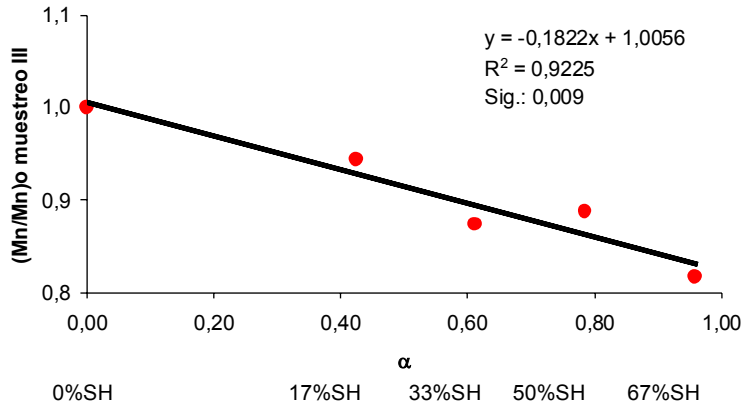


Figura IV.2.1.2.3. Comportamiento de la concentración de manganeso con los tratamientos. Ensayo de dosis en tomate cv Daniela. Muestreo III.

Los contenidos de **zinc** (Tabla IV.2.1.2.1) se mantuvieron en los valores normales señalados por Cadahía et al. (1988), Bergmann (1992) e IFA (1992) que son los comprendidos entre 20-85 ppm, Welch indica unos valores normales muy distintos a los anteriores (65-200 ppm), según estos contenidos de referencia las concentraciones encontradas fueron bajas. No encontramos diferencias significativas al comparar las medias mediante el test de Duncan (Tabla IV.2.1.2.1).

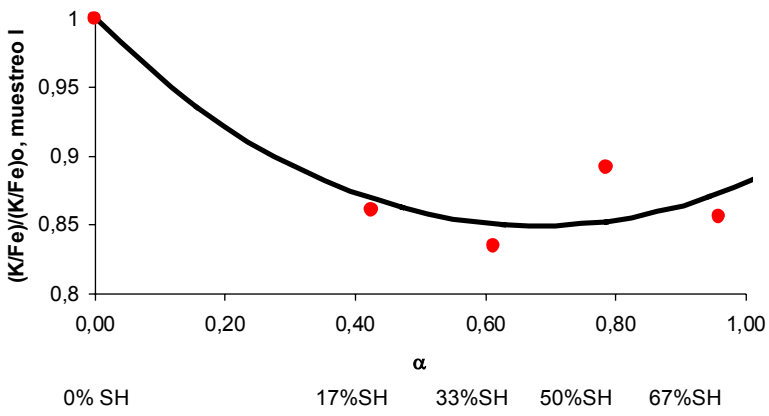
Las evoluciones en los contenidos de zinc en plantas de tomate obtenidas por Cadahía (1988) son muy distintas según el sustrato sobre el que se desarrollan las plantas, en nuestro ensayo tampoco encontramos un comportamiento único en el tiempo para los distintos tratamientos.

IV.2.1.3. Relaciones entre nutrientes.

IV.2.1.3.1. Relaciones del hierro con otros elementos.

En la relación **K/Fe** (Tabla IV.2.1.3.1.1), en los dos primeros muestreos no encontramos diferencias significativas cuando comparamos mediante el test de Duncan las medias obtenidas, sin embargo en el muestreo III y tratando los resultados como medidas repetidas, observamos que cuando sustituimos un porcentaje del quelato por sustancias húmicas disminuye el cociente potasio:hierro, viéndose favorecida la toma de hierro, lo que está de acuerdo con los incrementos que las sustancias húmicas producen en los contenidos foliares de hierro (Tabla IV.2.1.2.1). En el muestreo I observamos un descenso exponencial en la relación K/Fe (Figura IV.2.1.3.1.1) en el que se alcanzaría el mínimo cuando el quelato de hierro es sustituido por un 39% por sustancias húmicas, siendo el cociente K/Fe, en ese caso, un 15% menor respecto al control. En el muestreo III (Figura IV.2.1.3.1.2) podemos comprobar como al incorporar sustancias húmicas al quelato de hierro sustituyéndolo en distintos porcentajes, se produje un descenso en la relación K/Fe, de manera que los valores obtenidos se ajustan a una curva hiperbólica. El descenso observado oscila entre el 25% para el tratamiento 83%Q + 17%SH y el 31% para el tratamiento 33%Q + 67%SH. En la Figura IV.2.1.3.1.2 podemos ver

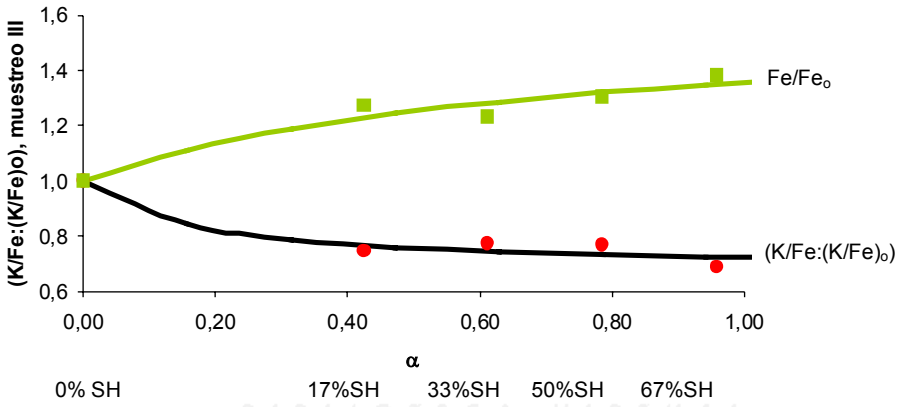
que el descenso en la relación K/Fe es paralelo al aumento en la concentración de hierro en la planta. Loué (1988) afirma que la interacción entre el potasio y el hierro presenta aspectos contradictorios, por un lado afirma el autor que a menudo los órganos cloróticos presentan contenidos elevados de potasio, mientras que en otras ocasiones la deficiencia de potasio es a veces considerada como susceptible de favorecer (o acompañar) la clorosis de hierro. En una planta deficiente en potasio y clorótica, la clorosis se incrementa con el aumento de la absorción de potasio.



Ecuación	b	Desv. típica al 95%	c	Desv. típica al 95%	R^2
$y = \exp(b \cdot x + cx^2)$	-0,5	± 0,1	0,4	± 0,1	0,874

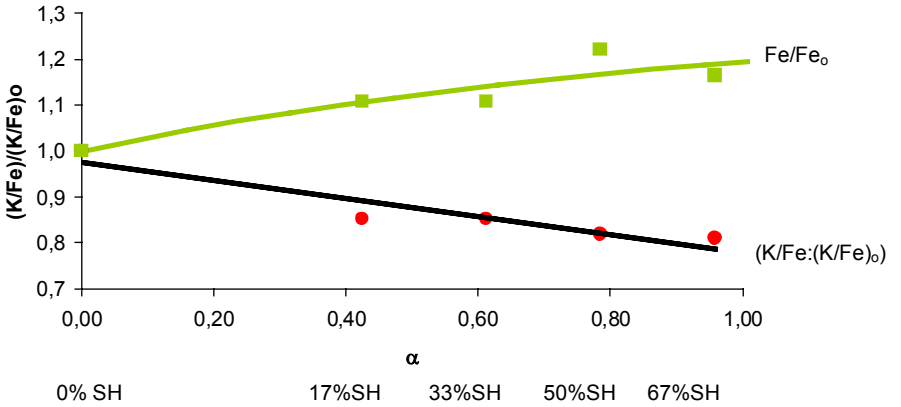
Figura IV.2.1.3.1.1. Comportamiento de la relación K/Fe con los tratamientos. Ensayo de dosis en tomate cv Daniela. Muestreo I.

Analizando las medias de los tres muestreos, también obtuvimos un descenso en el cociente K/Fe con la cantidad de sustancias húmicas presentes en los tratamientos, pero en esta ocasión lineal (Figura IV.2.1.3.1.3). En este caso, también podemos encontrar cierto paralelismo entre el aumento del nivel de hierro en la planta con las sustancias húmicas y los menores valores de la relación K/Fe obtenidas al ser mayor la cantidad de sustancias húmicas aplicadas.



	Ecuación	b	Desv. típica al 95%	c	Desv. típica al 95%	R^2
Fe	y = 1 + [b·x/(c+x)]	0,6	± 0,3	0,7	± 0,7	0,928
K/Fe	y = 1 - [b·x/(c+x)]	0,3	± 0,1	0,2	± 0,2	0,936

Figura IV.2.1.3.1.2. Comportamiento de la relación K/Fe con los tratamientos. Ensayo de dosis en tomate cv Daniela. Muestreo III.



	Ecuación	b	Desv. típica al 95%	c	Desv. típica al 95%	R^2
Fe	y = 1 + [b·x/(c+x)]	0,5	± 0,8	2	± 4	0,827
K/Fe	y = b·x +c	-0,196		0,976		0,884 (Sigf.: 0,017)

Figura IV.2.1.3.1.3. Comportamiento de la relación K/Fe con los tratamientos. Ensayo de dosis en tomate cv Daniela. Media de los tres muestreos.

Cuando estudiamos la relación **Ca:Fe** (Tabla IV.2.1.3.1.1) desde el punto de vista cualitativo observamos en el muestreo I y III y con el

análisis de medidas repetidas, que la incorporación de sustancias húmicas a los tratamientos favorecía el cociente calcio/hierro hacia el hierro debido a los incrementos de este elemento en las plantas tratadas con sustancias húmicas (Tabla IV.2.1.2.1). En el muestreo I fueron los tratamientos 67% Q + 33% SH y 50% Q + 50% SH los que produjeron las relaciones más bajas, mientras que en el muestreo III el tratamiento 67% Q + 33% SH fue el único que no fue diferente del control. Considerando el análisis de medidas repetidas todos los tratamientos que incluían sustancias húmicas en su formulación fueron diferentes al tratamiento control.

Según Loué (1988), en las plantas que presentan una clorosis de hierro inducida por cantidades elevadas de P en el medio, los contenidos de Fe se ven poco afectados, pero la relación P/Fe es muy superior. Los valores de la relación **P/Fe** que obtuvimos en nuestra experiencia (Tabla IV.2.1.3.1.1.) sólo mostraron diferencias significativas con el test de Duncan en el muestreo III, en ese caso la sustitución de un 17% y un 67% de quelato por sustancias húmicas produjo menores valores en el cociente fósforo:hierro, donde las concentraciones de fósforo obtenidas en las plantas con estos tratamientos no mejoraron (Tabla IV.2.1.1.1), pero los contenidos de hierro sí (Tabla IV.2.1.2.1).

Tabla IV.2.1.3.1.1. Relaciones entre el hierro y otros nutrientes. Ensayo de dosis en Tomate.

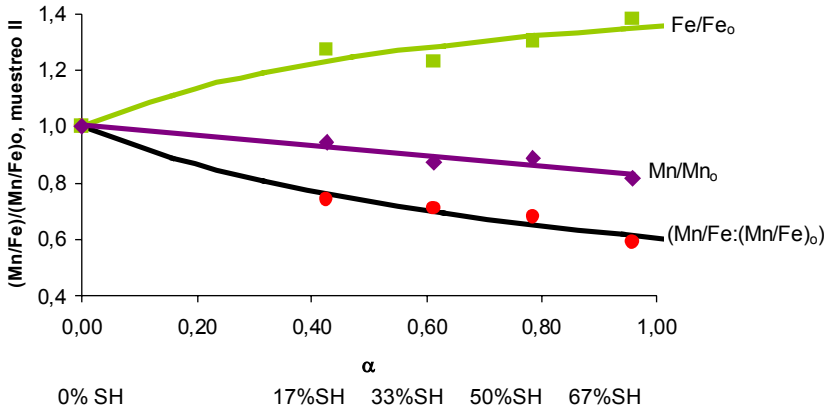
K/Fe	Muestreo I	Muestreo II	Muestreo III	Medidas repetidas
100% Q (ctrl)	100a	93a	119b	104b
83% Q + 17% SH	86a	83a	**91a**	**87a**
67% Q + 33% SH	83a	88a	**92a**	**88a**
50% Q + 50% SH	93a	69a	**95a**	**85a**
33% Q + 67% SH	89a	86a	**95a**	**86a**
Niv. significat.	ns	ns	***	**
Ca/Fe x 10^{2}				
100% Q (ctrl)	4,0c	3,3a	3,7c	3,7b
83% Q + 17% SH	3,6abc	2,9a	**2,9a**	**3,1a**
67% Q + 33% SH	**3,3a**	3,2a	3,3bc	**3,3a**
50% Q + 50% SH	**3,5ab**	2,6a	**3,1ab**	**3,1a**
33% Q + 67% SH	3,7bc	3,1a	**2,9ab**	**3,2a**
Niv. significat.	*	ns	**	**
P/Fe				
100% Q (ctrl)	25a	19a	23b	22a
83% Q + 17% SH	23a	20a	**18a**	20a
67% Q + 33% SH	22a	21a	20ab	21a
50% Q + 50% SH	23a	17a	20ab	20a
33% Q + 67% SH	23a	20a	**17a**	20a
Niv. significat.	ns	ns	**	ns
Mn/Fe x 10^{-1}				
100% Q (ctrl)	4,0a	3,1b	4,3c	3,8b
83% Q + 17% SH	3,0a	**2,4a**	**3,2b**	**2,9a**
67% Q + 33% SH	3,0a	2,7ab	**3,1ab**	**2,9a**
50% Q + 50% SH	3,5a	**2,2a**	**2,9ab**	**2,9a**
33% Q + 67% SH	3,7a	2,8ab	**2,5a**	**3,0a**
Niv.significat	ns	*	***	**
Zn/Fe x 10^{-1}				
100% Q (ctrl)	2,2c	1,5a	1,7a	1,8a
83% Q + 17% SH	2,0bc	1,3a	1,2a	1,5a
67% Q + 33% SH	**1,7a**	1,5a	1,8a	1,7a
50% Q + 50% SH	**1,9ab**	1,4a	1,7a	1,7a
33% Q + 67% SH	2,0abc	1,4a	1,4a	1,6a
Niv. significat	*	ns	ns	ns
Cu/Fe x 10^{-1}				
100% Q (ctrl)	1,5a	0,80a	1,5c	1,3a
83% Q + 17% SH	1,3a	0,79a	1,4bc	1,1a
67% Q + 33% SH	1,2a	0,66a	1,4bc	1,1a
50% Q + 50% SH	1,3a	0,77a	**1,1ab**	1,1a
33% Q + 67% SH	1,3a	0,89a	**0,95a**	1,1a
Niv. significat	ns	ns	**	ns

ns: 0,05 < sig; * 0,01 < sig < 0,05; ** 0,001 < sig < 0,01; *** sig < 0,001

Si estudiamos la relación **Mn/Fe** (Tabla IV.2.1.3.1.1) considerando los tratamientos como de diferente clase o tipo, vemos que las diferencias entre los tratamientos comparando las medias no aparecen hasta el muestreo II, en este caso la sustitución de un 17% y un 50% de quelato por sustancias húmicas disminuyó la relación

Mn:Fe, favoreciendo por tanto al hierro cuyo contenido en las plantas es superior (Tabla IV.2.1.2.1); en este caso recordemos que las concentraciones de manganeso no fueron diferentes entre los tratamientos (Tabla IV.2.1.2.1); en el muestreo III y considerando la experiencia en su conjunto (medidas repetidas), en todos los tratamientos que incluían sustancias húmicas, el cociente manganeso:hierro fue menor comparado con el valor encontrado para el tratamiento control. Cuando estudiamos los resultados desde el punto de vista cuantitativo, intentando encontrar una tendencia entre los valores de las relaciones encontrados con el incremento en la proporción de las sustancias húmicas en los tratamientos, encontramos diferentes comportamientos. En la Figura IV.2.1.3.1.4 que representa el comportamiento de la relación Mn/Fe en el muestreo III con los tratamientos, observamos que el cociente Mn/Fe va a ser cada vez más pequeño conforme aumenta la presencia de las sustancias húmicas en los tratamientos, siguiendo un comportamiento hiperbólico. El tratamiento 33%Q + 67%SH produjo un descenso del 41% en dicho cociente comparado con el tratamiento control. En la Figura IV.2.1.3.1.4, podemos comprobar como la disminución del cociente Mn:Fe con los tratamientos, va ser producido por el aumento en los niveles de hierro, y el descenso en los contenidos de manganeso al incrementar la cantidad de sustancias húmicas aplicadas por tratamiento. Cuando consideramos las medias de todos los muestreos (Figura IV.2.1.3.1.5) y las representamos frente a los tratamientos, observamos en este caso que la relación Mn/Fe va a responder a una ecuación exponencial de segundo grado en la que se alcanzaría un mínimo si sustituyéramos un 42% del quelato por sustancias húmicas, en ese mínimo la relación Mn/Fe sería un 22% menor que en el tratamiento control.

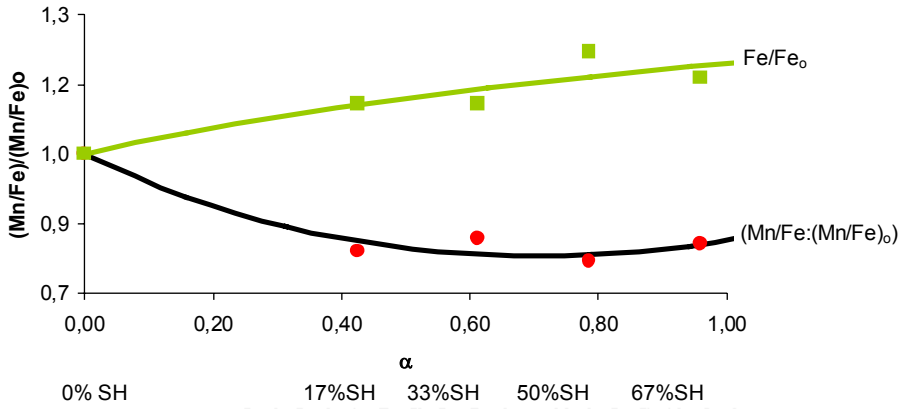
Cantidades demasiado elevadas de manganeso en el medio nutritivo en relación al hierro pueden inducir síntomas de clorosis férrica (Olsen, 1972). Loué (1988) afirma que el antagonismo Fe-Mn no es a nivel de la absorción sino al de la actividad enzimática de hierro. El manganeso es competitivo con el hierro en las localizaciones metabólicas ocupadas normalmente por el hierro (Mengel et al., 1982).



	Ecuación	b	Desv. típica al 95%	c	Desv. típica al 95%	R^2
Fe	y = 1 + [b·x/(c+x)]	0,6	± 0,3	0,7	± 0,7	0,928
Mn	y = b·x +c	-0,182		1,006		0,923 (Sigf.: 0,009)
Mn/Fe	y = 1- [b·x/(c+x)]	0,8	± 0,2	0,9	± 0,5	0,980

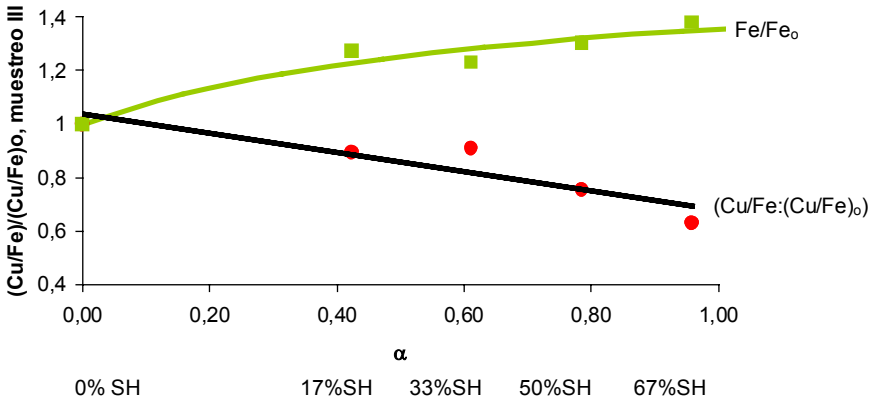
Figura IV.2.1.3.1.4. Comportamiento de la relación Mn/Fe con los tratamientos. Ensayo de dosis en tomate cv Daniela. Muestreo III.

En la relación **Zn/Fe**, cuando comparamos las medias mediante el test de Duncan (Tabla IV.2.1.3.1.1), sólo encontramos diferencias significativas entre los tratamientos en el muestreo I, donde la aplicación de 67%Q + 33%SH y 50%Q + 50%SH produjo menores valores en la relación Zn/Fe.



	Ecuación	b	Desv. típica al 95%	c	Desv. típica al 95%	R^2
Fe	y = 1 + [b·x/(c+x)]	0,5	± 0,8	2	± 4	0,827
Mn/Fe	y = exp (b·x + c·x^2)	-0,7	± 0,1	0,5	± 0,1	0,946

Figura IV.2.1.3.1.5. Comportamiento de la relación Mn/Fe con los tratamientos. Ensayo de dosis en tomate cv Daniela. Media de los tres muestreos.



	Ecuación	B	Desv. típica al 95%	c	Desv. típica al 95%	R^2
Fe	y = 1 + [b·x/(c+x)]	0,6	± 0,3	0,7	± 0,7	0,928
Cu/Fe	y = b·x + c·	-0,546		1,568		0,839 (Sigf. 0,029)

Figura IV.2.1.3.1.4. Comportamiento de la relación Cu/Fe con los tratamientos. Ensayo de dosis en tomate cv Daniela. Muestreo III.

Los valores obtenidos en los tres muestreos para la relación **Cu/Fe** las podemos ver en la Tabla IV.2.1.3.1.1. Comparando las

medias a través del test de Duncan sólo encontramos diferencias significativas en el muestreo III, en ese caso, a la aplicación de 50%Q + 50%SH y 33%Q + 67%SH le corresponden los menores valores del cociente Cu/Fe, siendo significativamente diferentes al control. Desde el punto de vista cuantitativo, cuando consideramos el contenido creciente de sustancias húmicas en los tratamientos e intentamos ajustarlo a un modelo determinado con las relaciones Cu/Fe obtenidas, pudimos comprobar que en el muestreo III (Figura IV.2.1.3.1.4), el comportamiento observado fue una disminución paulatina en los valores de la relación Cu/Fe, conforme aumentaba la presencia de las sustancias húmicas en los tratamientos, de manera que la aplicación de 33%Q + 67%SH daba lugar a un cociente Cu/Fe un 35% inferior al obtenido con el tratamiento control, con lo que en este caso, la aplicación de sustancias húmicas favorece la toma de hierro comparada con la de cobre.

IV.2.1.3.2. Relaciones entre nutrientes distintos al hierro.

La comparación de medias mediante el test de Duncan en las relaciones **K/Mg**, **K/Ca** y **K/Na** (Tabla IV.2.1.3.2.1), no ofreció ninguna diferencia significativa entre los tratamientos comparados en cada muestreo, ni considerando las medias a lo largo de toda la experiencia mediante el análisis de medidas repetidas.

En los muestreo I y II, los tratamientos no difirieron en sus efectos en la interacción **Ca-Mg** (Tabla IV.2.1.3.2.1). Cuando comparábamos las medias mediante el test de Duncan, en el muestreo III, el tratamiento 33%Q + 67%SH produce los mayores valores de la relación comparado con los otros tratamientos, en este caso la

sustitución de 67% de quelato por sustancias húmicas favorece la toma de calcio, recordamos que en ese muestreo y para el tratamiento en cuestión la concentración de calcio obtenida es superior a la del control y la concentración de magnesio no difiere del tratamiento control (Tabla IV.2.1.1.1). Con el análisis de medidas repetidas no observamos diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

Tabla IV.2.1.3.2.1. Relaciones entre elementos. Ensayo de dosis en tomate.

K/Mg	M-I	M-II	M-III	MR	Na/Ca x 10^{-2}	M-I	M-II	M-III	MR
100%Q (CTRL)	2,2a	2,4a	2,8a	2,5a	100% Q (CTRL)	8,1a	9,9b	9,0c	9,0b
83%Q + 17%SH	2,1a	2,5a	2,6a	2,4a	83%Q + 17%SH	8,2a	**7,9a**	8,3bc	8,2ab
67%Q + 33%SH	2,3a	2,6a	2,3a	2,4a	67%Q + 33%SH	8,1a	**7,7a**	8,1bc	**7,9a**
50%Q + 50%SH	2,4a	2,4a	2,8a	2,5a	50%Q + 50%SH	7,6a	**7,4a**	**7,3ab**	**7,4a**
33%Q + 67%SH	2,1a	2,5a	2,8a	2,5a	33%Q + 67%SH	7,5a	**7,6a**	**6,9a**	**7,3a**
Niv. significativo	ns	ns	ns	ns	Niv. significativo	ns	**	**	**
K/Ca x 10^{-1}					P/Zn x 10^{-2}				
100%Q (CTRL)	2,5a	2,8a	3,2a	2,9a	100%Q (CTRL)	1,2a	1,2a	1,4a	1,3a
83%Q + 17%SH	2,4a	2,8a	3,1a	2,8a	83%Q + 17%SH	1,1a	1,5a	1,5a	1,4a
67%Q + 33%SH	2,6a	2,8a	2,8a	2,7a	67%Q + 33%SH	1,3a	1,6a	1,1a	1,3a
50%Q + 50%SH	2,7a	2,6a	3,0a	2,8a	50%Q + 50%SH	1,3a	1,3a	1,3a	1,3a
33%Q + 67%SH	2,4a	2,8a	2,0a	2,7a	33%Q + 67%SH	1,2a	1,5a	1,3a	1,3a
Niv. significativo	ns	ns	ns	ns	Niv. significativo	ns	ns	ns	ns
K/Na					Cu/Mn x10^{-1}				
100%Q (CTRL)	3,2a	2,9a	3,6a	3,2a	100%Q (CTRL)	4,0a	2,6a	3,6a	3,4a
83%Q + 17%SH	2,9a	3,6a	3,8a	3,5a	83%Q + 17%SH	4,5a	3,4a	4,2a	4,1a
67%Q + 33%SH	3,3a	3,6a	3,5a	3,5a	67%Q + 33%SH	4,0a	2,5a	4,5a	3,7a
50%Q + 50%SH	3,5a	3,6a	4,2a	3,8a	50%Q + 50%SH	3,7a	3,5a	4,0a	3,8a
33%Q + 67%SH	3,2a	3,7a	4,2a	3,7a	33%Q + 67%SH	3,6a	3,2a	3,8a	3,5a
Niv. significativo	ns	ns	ns	ns	Niv. significativo	ns	ns	ns	ns
Ca/Mg					Cu/Zn x 10^{-1}				
100%Q (CTRL)	8,8a	8,6a	8,6ab	8,6a	100%Q (CTRL)	6,9a	5,3a	9,0a	7,1a
83%Q + 17%SH	8,8a	8,9a	8,4a	8,7a	83%Q + 17%SH	6,3a	6,2a	11,0a	7,8a
67%Q + 33%SH	9,1a	9,3a	7,1a	8,8a	67%Q + 33%SH	7,1a	5,1a	8,2a	6,8a
50%Q + 50%SH	9,0a	9,2a	9,2bc	9,1a	50%Q + 50%SH	6,7a	5,7a	7,3a	6,6a
33%Q + 67%SH	8,8a	9,0a	**9,7c**	9,2a	33%Q + 67%SH	6,7a	6,5a	7,2a	6,8a
Niv. significativo	ns	ns	**	ns	Niv. significativo	ns	ns	ns	ns
Mn/Zn					Mn/Ca x 10^{-4}				
100%Q (CTRL)	1,8a	2,1a	2,5b	2,1a	100%Q (CTRL)	10,1a	9,4a	11,5c	10,3a
83%Q + 17%SH	1,5a	1,9a	2,6b	2,0a	83%Q + 17%SH	8,2a	8,2a	11,2bc	9,2a
67%Q + 33%SH	1,8a	2,0a	**1,8a**	1,8a	67%Q + 33%SH	9,4a	8,4a	**9,2ab**	9,0a
50%Q + 50%SH	1,8a	1,7a	**1,8a**	1,8a	50%Q + 50%SH	10,0a	8,5a	9,4abc	9,3a
33%Q + 67%SH	1,9a	2,1a	**1,9a**	1,9a	33%Q + 67%SH	9,9a	9,1a	**8,7a**	9,2a
Niv. significativo	ns	ns	ns	ns	Niv. significativo	ns	ns	ns	ns

ns: 0,05 < sig; * 0,01 < sig < 0,05; ** 0,001 < sig < 0,01; *** sig < 0,001

El tratamiento cualitativo de los valores obtenidos para la relación **Mn/Zn** (Tabla IV.2.1.3.2.1) para cada tratamiento a lo largo de la experiencia, no mostró diferencias estadísticamente significativas hasta el muestreo III, donde la aplicación de 67%Q + 33%SH, 50%Q + 50%SH y 33%Q + 67%SH favorecieron la toma de zinc. El análisis de medidas repetidas, que nos da una visión general de los efectos de los tratamientos sobre la determinación en cuestión, tampoco ofreció diferencias significativas.

BIBLIOTECA VIRTUAL

La relación **Na/Ca** en el muestreo II (Tabla IV.2.1.3.2.1) es menor cuando los tratamientos incluyen sustancias húmicas. En el muestreo III, este efecto se produce en los tratamientos que tienen un 50 y un 67% de sustancias húmicas. Con el análisis de medidas repetidas, el cociente sodio:calcio disminuye para los tratamientos 67%Q + 33%SH, 50%Q + 50%SH, 33%Q + 67%SH. En todos estos casos se favorece la toma de calcio, no produciendo el sodio ningún antagonismo con los niveles de calcio en la planta debido a que los tratamientos con sustancias húmicas son los que producen las concentraciones más bajas de sodio en la planta (Tabla IV.2.1.1.1).

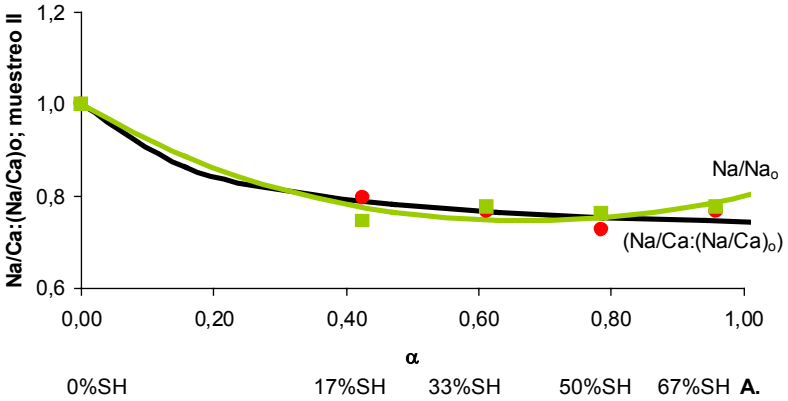
Considerando la relación **Na/Ca** desde el punto de vista cuantitativo, pudimos ajustar en cada muestreo las relaciones obtenidas para cada tratamiento a un modelo determinado. En el muestreo II (Figura IV.2.1.3.2.1) la disminución que provocan las sustancias húmicas en la relación Na/Ca describe una curva hiperbólica en la que la aplicación de sustancias húmicas disminuye el cociente Na/Ca entre un 20% para el tratamiento 83%Q + 17%SH y un 23% para el tratamiento 33%Q + 67%SH, además podemos comprobar como la curva descrita por el cociente Na/Ca y el nivel de

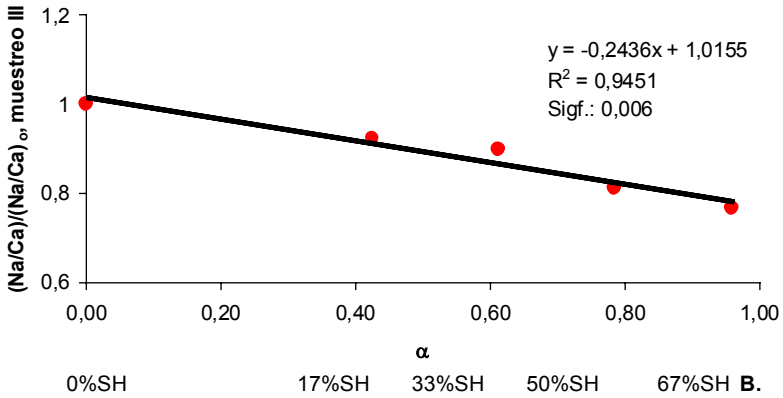
sodio en este muestreo II es muy similar. En el muestreo III y considerando las medias de los tres muestreos (Figura IV.2.1.3.2.1), observamos un comportamiento común: conforme aumenta la cantidad de las sustancias húmicas en los tratamientos, menor es la relación Na/Ca y más se favorece al calcio.

En las relaciones P/Zn, Cu/Mn y Cu/Zn (Tabla IV.2.1.3.2.1) no encontramos diferencias significativas durante los muestreos, ni en el análisis de medidas repetidas.

En la relación **Mn/Ca**, comparando las medias con el test de Duncan (Tabla IV.2.1.3.2.1) obtenemos diferencias significativas en el muestreo III, donde a la aplicación de 67%Q + 33%SH y 33%Q + 67%SH le corresponden los menores valores del cociente Mn:Ca, favoreciendo por tanto la toma de calcio. En estos casos los tratamientos no mejoran la concentración de manganeso en la planta (Tabla IV.2.1.2.1), pero sí la de calcio (Tabla IV.2.1.1.1).

El comportamiento obtenido con el estudio cuantitativo de los tratamientos con la relación Mn/Ca en el muestreo III (Figura IV.2.1.3.2.2) fue una disminución lineal en la relación Mn/Ca conforme aumentaba la presencia de las sustancias húmicas en los tratamientos, siendo la relación más baja la obtenida con el tratamiento con más sustancias húmicas (67%), la cual es un 24% inferior a la que corresponde al tratamiento control, de manera que se favorecía al calcio. Podemos comprobar que la tendencia mostrada por la relación Mn/Ca era similar a la desarrollada por el manganeso.





	Ecuación	b	Desv. típica al 95%	c	Desv. típica al 95%	R^2
Na	$y = \exp[b \cdot x + c \cdot x^2]$	0,9	± 0,1	0,6	± 0,1	0,956
Na/Ca	$y = 1 - [b \cdot x/(c+x)]$	0,3	± 0,1	0,2	± 0,2	0,975

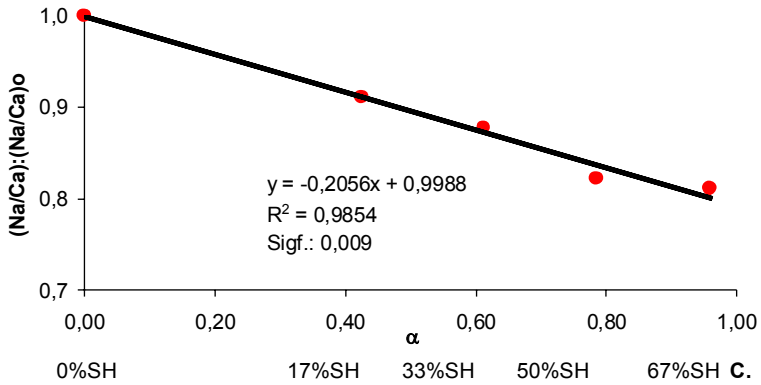


Figura IV.2.1.3.2.1. Comportamiento de la relación Na/Ca con los tratamientos. Ensayo de dosis en tomate cv Daniela. ***A.*** *Muestreo II.* ***B.*** *Muestreo III.* ***C.*** *Media de los tres muestreos.*

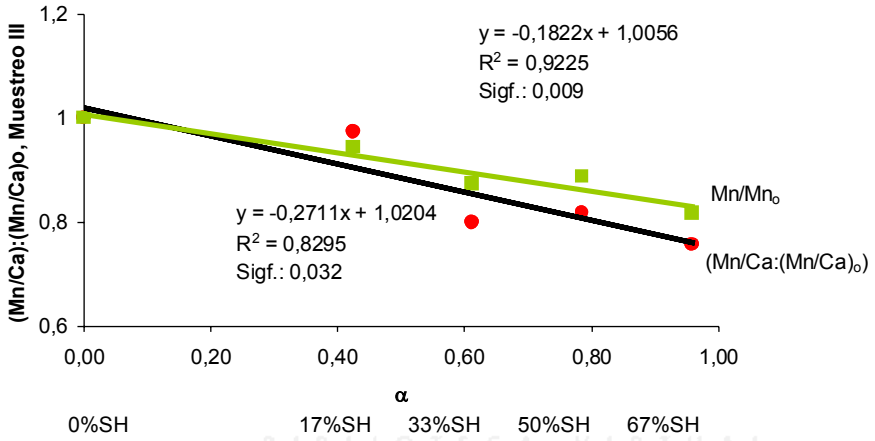


Figura IV.2.1.3.2.2. Comportamiento de la relación Mn/Ca con los tratamientos. Ensayo de dosis en tomate cv Daniela. Muestreo III.

Los bajos valores de manganeso bajos durante la experiencia pueden explicar que el cociente Mn:Ca favorezca en ciertos momentos al calcio. Bergmann (1992) indica que altos contenidos de calcio pueden provocar clorosis debido a la deficiencia de manganeso. A pesar de esta afirmación y de los resultados obtenidos, debemos decir que no se observaron síntomas visuales de clorosis.

IV.2.1.4. Parámetros de calidad de los frutos.

Afrontamos a continuación el estudio de la influencia de los tratamientos en distintos parámetros de calidad de los frutos (Tabla IV.2.1.4.1). Como en las experiencias anteriores, hemos seleccionado parámetros físicos como peso del fruto, diámetros, dureza, y parámetros nutricionales como azúcares, ácido cítrico o vitamina C.

Si comparamos las medias obtenidas para el **peso del fruto** con el test de Duncan (Tabla IV.2.1.4.1), obtenemos que en el muestreo II,

los frutos a cuyas plantas se les aplicó 50%Q + 50%SH tenían un mayor peso que el resto; en el muestreo III este efecto se observa en los frutos obtenidos de las plantas tratadas con 83%Q + 17%SH y con 50%Q + 50% SH. Con el análisis de medidas repetidas, que nos da una perspectiva global de la experiencia, obtenemos que a las aplicaciones de 83%Q + 17%SH y 50%Q + 50%SH le corresponden los frutos con mayor peso.

Tabla IV.2.1.4.1. Parámetros de calidad del fruto. Ensayo de dosis en tomate.

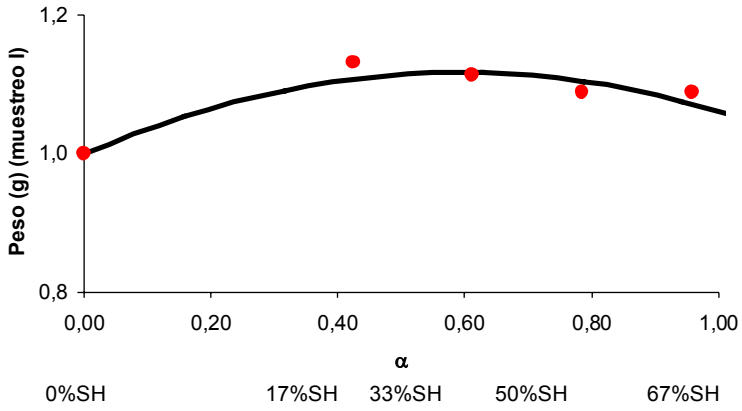
g/fruto	M-I	M-II	M-III	MR
100%Q (CTRL)	115a	123a	149a	129a
83%Q + 17%SH	130a	132a	**179b**	**147bc**
67%Q + 33%SH	128a	131a	152a	137ab
50%Q + 50%SH	125a	**153b**	**178b**	**152c**
33%Q + 67%SH	125a	140ab	157ab	**141abc**
Niv. significativo	ns	*	*	**
ϕ_e (mm)				
100%Q (CTRL.)	62a	61a	66a	63a
83%Q + 17%SH	64a	64a	64a	64a
67%Q + 33%SH	65a	62a	64a	63a
50%Q + 50%SH	64a	65a	63a	64a
33%Q + 67%SH	62a	63a	63a	63a
Niv. significativo	ns	ns	ns	ns
ϕ_p (mm)				
100%Q (CTRL.)	45a	48a	48a	47a
83%Q + 17%SH	45a	50a	47a	47a
67%Q + 33%SH	47a	48a	48a	48a
50%Q + 50%SH	44a	49a	48a	47a
33%Q + 67%SH	46a	49a	49a	48a
Niv. significativo	ns	ns	ns	ns
ϕ_e / ϕ_p				
100%Q (CTRL.)	1,4a	1,3a	1,4a	1,33ab
83%Q + 17%SH	1,4a	1,3a	1,4a	**1,36b**
67%Q + 33%SH	1,4a	1,3a	1,3a	1,33ab
50%Q + 50%SH	1,4a	1,3a	1,3a	**1,36b**
33%Q + 67%SH	1,4a	1,3a	1,3a	1,32a
Niv. significativo	ns	ns	ns	*
Dureza (Kg)				
100%Q (CTRL)	2,6a	3,6a	3,5a	3,3a
83%Q + 17%SH	3,5a	**4,7b**	3,8a	**4,0bc**
67%Q + 33%SH	**6,3c**	3,4a	**4,4b**	**4,7d**
50%Q + 50%SH	**5,5bc**	3,8a	3,9a	**4,4cd**
33%Q + 67%SH	4,0ab	3,4a	3,5a	3,6ab
Niv. significativo	**	*	**	***

Sol.Sol. Tot. (ºBrix)	M-I	M-II	M-III	MR
100% Q (CTRL)	4,5a	5,0a	5,5a	5,0a
83%Q + 17%SH	4,8a	5,1a	5,8a	5,2a
67%Q + 33%SH	4,6a	5,0a	5,6a	5,1a
50%Q + 50%SH	4,4a	5,1a	5,8a	5,1a
33%Q + 67%SH	4,3a	5,2a	5,6a	5,0a
Niv. significativo	ns	ns	Ns	ns
pH				
100%Q (CTRL)	3,8a	3,6a	3,9a	3,8a
83%Q + 17%SH	3,6a	3,6a	3,8a	3,7a
67%Q + 33%SH	3,6a	3,7a	3,9a	3,7a
50%Q + 50%SH	3,7a	3,7a	3,9a	3,7a
33%Q + 67%SH	3,7a	3,7a	3,8a	3,7a
Niv. significativo	ns	ns	Ns	ns
Ac. Cítrico (mg/ml)				
100%Q (CTRL)	6,9a	6,5a	6,9a	6,8a
83%Q + 17%SH	8,3a	6,5a	8,3a	**7,7b**
67%Q + 33%SH	7,7a	**7,9b**	7,6a	**7,8b**
50%Q + 50%SH	6,0a	**7,3b**	7,3a	6,9a
33%Q + 67%SH	7,2a	6,6a	7,1a	7,0a
Niv. significativo	ns	**	Ns	*
Vit. C (mg/100ml)				
100%Q (CTRL)	7,9a	10a	11a	9,4a
83%Q + 17%SH	6,5a	11a	11a	9,7a
67%Q + 33%SH	7,2a	12a	13a	10,5a
50%Q + 50%SH	8,1a	10a	11a	9,9a
33%Q + 67%SH	8,3a	11a	11a	9,8a
Niv. significativo	ns	ns	ns	ns

ns: 0,05 < sig
* 0,01 < sig < 0,05
** 0,001 < sig < 0,01
*** sig < 0,001

En el muestreo I, podemos ajustar a una curva exponencial de segundo orden el comportamiento que el peso del fruto guarda con la presencia de las sustancias húmicas en los tratamientos (Figura IV.2.1.4.1). En este caso podemos ver gráficamente que las plantas tratadas con quelato de hierro y sustancias húmicas producen frutos de mayor peso respecto al tratamiento control. Según esta curva obtendríamos un máximo cuando sustituimos un 31% de quelato por sustancias húmicas, este máximo produciría un incremento del 12% en el peso del fruto. Todos los tratamientos con sustancias húmicas mejoraron el peso de los frutos alrededor del 10% con respecto al tratamiento control.

El **diámetro ecuatorial (ϕ_e)** (Tabla IV.2.1.4.1) no difiere en los frutos con distinto tratamiento cuando comparamos las medias con el test de Duncan.



Ecuación	b	Desv. típica al 95%	c	Desv. típica al 95%	R^2
$y = \exp[b \cdot x + c \cdot x^2]$	0,4	± 0,1	-0,3	± 0,1	0,895

Figura IV.2.1.4.1. Comportamiento del peso del fruto con los tratamientos. Ensayo de dosis en tomate cv Daniela. Muestreo I.

El **diámetro polar (ϕ_p)** no se vio afectado por los tratamientos, no observándose diferencias estadísticamente significativas cuando comparamos las medias con el test de Duncan (Tabla IV.2.1.4.1).

Otra propiedad de los frutos que estudiamos fue la **esfericidad (ϕ_e / ϕ_p)** (Tabla IV.2.1.4.1). Desde el punto de vista cualitativo no obtuvimos diferencias significativas entre las medias encontradas, aunque considerando la experiencia en su globalidad, obtenemos ligeras diferencias cuando en los tratamientos sustituimos un 17% y un 50% del quelato por sustancias húmicas, en estos casos los frutos se alejan más de la esfericidad.

La **dureza** del fruto es un parámetro de calidad en alza, tal y como recoge Euroagro (2000), la causa es que un fruto firme puede viajar a gran distancia sin ser alterado de una u otra forma, por ello es deseable un fruto con alto valor de dureza. Euroagro (2000) presenta unos valores que oscilan entre 4,4 y 6,5 Kg. El tratamiento control nunca conduce a estos niveles de dureza, sin embargo los incrementos que provocan los tratamientos con sustancias húmicas sí logran alcanzar los valores antes mencionados. En el muestreo I (Tabla IV.2.1.4.1), la sustitución del quelato en un porcentaje comprendido entre el 33–50% por sustancias húmicas da lugar a frutos con una dureza dentro de los valores establecidos por Euroagro (2000), con valores estadísticamente diferentes respecto al control; en los muestreos II y III (Tabla IV.2.1.4.1) la incorporación del 17 y del 33% de sustancias húmicas respectivamente a los tratamientos, produjo el mismo efecto sobre la dureza. El análisis de medidas repetidas (Tabla IV.2.1.4.1) nos permite concluir que la aplicación de 83%Q + 17%SH,

67%Q + 33%SH y 50%Q + 50%SH mejora la firmeza del fruto, aumentando su resistencia durante el transporte.

Los **sólidos solubles totales** expresados de ºBrix son un valor que en los mercados internacionales, sobre todo, está cobrando una validez importante, junto con otros parámetros como el contenido en ácido cítrico (acidez valorable) y pH que veremos más adelante, constituye uno de los componentes esenciales que mejora las propiedades organolépticas. Euragro señala como valores medios los que oscilan entre 4,4 y 6,6 º Brix, mientras Herrera (2002) marca un rango de sólidos solubles entre 5 y 7 ºBrix. Los valores que hemos obtenidos en los distintos muestreos (Tabla IV.2.1.4.1) entran en los intervalos señalados, no encontramos diferencias significativas cuando comparamos las medias con el test de Duncan.

Los valores de **pH** obtenidos en esta experiencia, (Tabla IV.2.1.4.1) no difirieron entre sí cuando comparamos las medías, considerando los tratamientos de manera cualitativa. Ya hemos tenido ocasión de mencionar la importancia del pH como componente esencial del tomate que mejora sus propiedades organolépticas, esta propiedad se utiliza también como índice de acidez. Herrera (2002) afirma que el rango más característicos en las distintas variedades de tomate oscila entre 4,21-4,59, con lo que los valores obtenidos van a estar por debajo de los señalados como referencia.

El contenido en **ácido cítrico** o acidez valorable es una de las propiedades que determina la calidad del fruto en los mercados internacionales, Euroagro (2000) indica unos valores de acidez que se mueven entre 4,4 y 5,4 mg/ml. Los valores obtenidos (Tabla IV.2.1.4.1)

son superiores, sin embargo debemos tener en cuenta que el rango indicado por Euroagro (2000) es general y por tanto, puede ser distinto según las variedades. El análisis estadístico cualitativo indicó que en el muestreo II, la incorporación de un 33% y un 50% de sustancias húmicas en los tratamientos mejoró el contenido de ácido cítrico en los frutos, mientras que considerando la experiencia en su totalidad con las medidas repetidas, obtenemos que la aplicación del 83% Q + 17%SH y 67%Q + 33%SH mejora la cantidad de ácido cítrico presente en el fruto.

BIBLIOTECA VIRTUAL

La **vitamina C** es uno de los constituyentes que destacan en el tomate, sobre todo cuando se consume en fresco, ya que las conservas de tomate suelen tener un menor contenido de esta vitamina. Los resultados obtenidos (Tabla IV.2.1.4.1), muestran que la aplicación de sustancias húmicas junto con los quelatos de hierro no influye en la concentración de esta vitamina en el fruto, no obtuvimos diferencias significativas entre las medias comparando los valores con el test de Duncan.

A modo de resumen, en el ensayo de dosis en tomate hemos obtenido los siguientes resultados:

- *Los tratamientos que incorporan sustancias húmicas sustituyendo al quelato de hierro producen descensos en las concentraciones de sodio foliar, protegiendo a la planta de la salinidad (Tabla IV.2.1.1.1).*
- *Los tratamientos con un porcentaje de sustancias húmicas superior al 17% producen, al menos en alguno de los muestreos, mejoras nutricionales de los macronutrientes calcio, magnesio y fósforo (Tabla IV.2.1.1.1).*
- *La sustitución del quelato de hierro por sustancias húmicas se reflejó en un claro aumento de la concentración de hierro foliar (TablaIV.2.1.2.1). Se reducía así la posibilidad de que la planta sufriera clorosis. Del resto de micronutrientes, sólo el cobre en el muestreo II registró un incremento cuando se sustituían cantidades importantes de quelato por sustancias húmicas (50 y 67%) (Tabla IV.2.1.2.1).*
- *Respecto a las relaciones entre los nutrientes y el hierro, cuando éstas se modifican reflejan la mayor toma relativa de hierro (Tabla IV.2.1.3.1.1).*
- *El peso de los frutos, el ácido cítrico y la dureza de los frutos, mejoran con la aplicación de quelato y sustancias húmicas en distintas proporciones (Tabla IV.2.1.4.1).*

IV.2.2. Ensayo de dosis en limón.

IV.2.2.1. Contenido en macronutrientes.

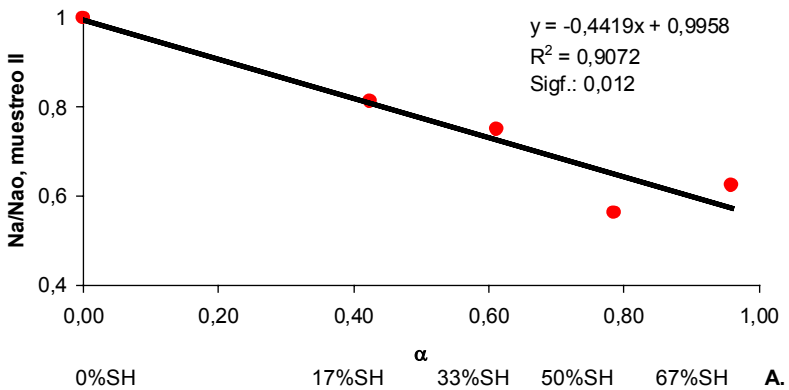
Los únicos valores de referencia para los contenidos de **sodio** foliar en cítricos son los señalados por Bennett (1993), según este autor el porcentaje foliar de sodio debe variar entre 0,01 y 0,15%; los valores obtenidos a lo largo de los cuatro muestreos (Tabla IV.2.2.1.1), para los distintos tratamientos entraban en este intervalo. En el muestreo I, tal y como esperábamos no obtuvimos diferencias significativas entre los tratamientos, ya que todavía no había tenido lugar ninguna aplicación de los tratamientos. En los muestreos sucesivos, sin embargo si existen diferencias en las concentraciones de sodio obtenidas cuando comparamos las medias mediante el test de Duncan. En el muestreo II, la incorporación de 50% y un 67% de sustancias húmicas a los tratamientos va a significar un descenso de los contenidos de sodio, manteniéndolos en niveles normales. En el muestreo III también la sustitución de parte del quelato por sustancias húmicas va a disminuir los contenidos de sodio en la planta, en estos dos casos, la disminución tiene lugar independientemente de la cantidad de quelato sustituido por sustancias húmicas. En el muestreo IV, son los tratamientos que contienen mayor porcentaje de sustancias húmicas (50%Q + 50%SH, 33%Q + 67%SH) los que producen niveles de sodio más bajos comparados con el tratamiento control. El análisis de medidas repetidas (Tabla IV.2.2.1.1) también mostró que la sustitución de quelato por sustancias húmicas conllevaba un descenso en los contenidos de sodio en la planta; señalar que el menor nivel de sodio en la planta lo produjo el tratamiento con el mayor contenido de sustancias húmicas.

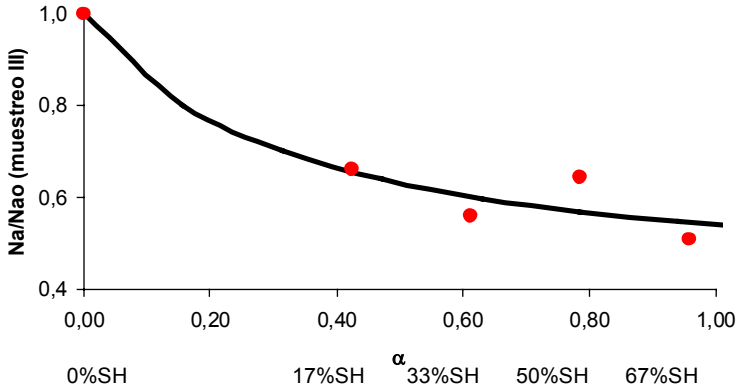
Considerando los tratamientos de manera cuantitativa, en los muestreos II, III IV y teniendo en cuenta las medias de estos tres muestreos observamos que conforme aumenta la cantidad de sustancias húmicas en los tratamientos se produce un descenso en la concentración de sodio (Figura IV.2.2.1.1); en los muestreos II y IV se produce un descenso lineal en el porcentaje de sodio con los tratamientos, la aplicación de 33%Q + 67%SH produce la concentración más baja de sodio en la planta, siendo respectivamente un 63% y un 55% menor que la concentración obtenida con el tratamiento control, en el muestreo III el descenso en la concentración de sodio en la planta sigue una trayectoria hiperbólica en la que el tratamiento 33%Q + 67%SH produce una concentración de sodio un 49% inferior a la obtenida por el tratamiento control en ese muestreo, con la media de los tres muestreos obtenemos un comportamiento exponencial entre el porcentaje de sodio y la cantidad de sustancias húmicas de los tratamientos; el tratamiento 33%Q + 67%SH vuelve a ser el que produce la concentración de sodio más baja en la planta, siendo un 46% inferior a la obtenida por la aplicación de 100%Q.

Tabla IV.2.2.1.1. Contenido en macronutrientes en limón cv Fino. Ensayo de dosis.

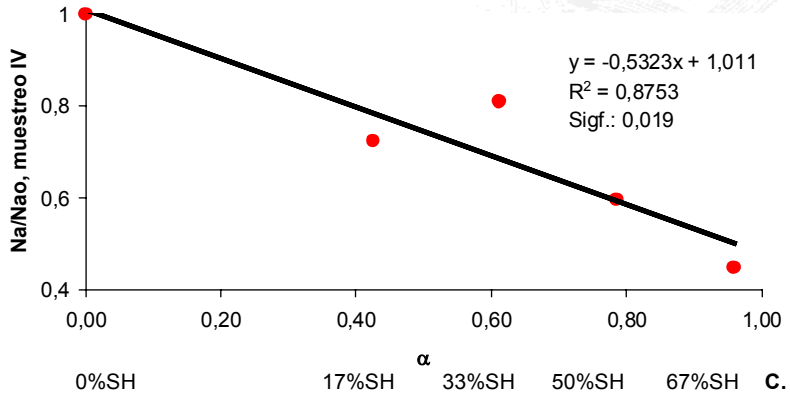
SODIO %	MUESTREO I (antes de aplicar los tratamientos)	MUESTREO II	MUESTREO III	MUESTREO IV	MEDIDAS REPETIDAS
100% Q (ctrl)	0,027a	0,064b	0,059b	0,047c	0,056c
83% Q + 17% SH	0,021a	0,052ab	**0,039a**	0,034abc	**0,041b**
67% Q + 33% SH	0,024a	0,048ab	**0,033a**	0,038bc	**0,039ab**
50% Q + 50% SH	0,032a	**0,036a**	**0,038a**	**0,028ab**	**0,035ab**
33% Q + 67% SH	0,027a	**0,040a**	**0,030a**	**0,021a**	**0,030a**
Niv. significativo	ns	*	**	*	*
POTASIO %					
100% Q (ctrl)	0,79a	0,98a	1,4a	1,6b	1,3a
83% Q + 17% SH	0,84a	0,91a	1,4a	1,6b	1,3a
67% Q + 33% SH	0,89a	0,90a	1,2a	1,7b	1,3a
50% Q + 50% SH	0,79a	0,87a	1,4a	1,4a	1,2a
33% Q + 67% SH	0,84a	0,78a	1,3a	1,6b	1,2a
Niv. significativo	ns	ns	ns	*	ns
CALCIO %					
100% Q (ctrl)	3,0a	3,6a	3,4a	3,1a	3,3a
83% Q + 17% SH	3,2a	3,7a	3,2a	3,0a	3,3a
67% Q + 33% SH	3,1a	3,8a	4,0a	2,9a	3,6a
50% Q + 50% SH	3,2a	4,0a	4,1a	3,1a	3,7a
33% Q + 67% SH	3,2a	4,0a	4,1a	3,2a	3,8a
Niv. significativo	ns	ns	ns	ns	ns
MAGNESIO %					
100% Q (ctrl)	0,19a	0,19a	0,19a	0,33a	0,24a
83% Q + 17% SH	0,21a	0,17a	0,18a	0,31a	0,22a
67% Q + 33% SH	0,20a	0,17a	0,17a	0,33a	0,22a
50% Q + 50% SH	0,21a	0,17a	0,19a	0,28a	0,21a
33% Q + 67% SH	0,21a	0,17a	0,20a	0,31a	0,23a
Niv. significativo	ns	ns	ns	ns	ns
FÓSFORO %					
100% Q (ctrl)	0,13a	0,11a	0,19a	0,16a	0,15a
83% Q + 17% SH	0,14a	0,11a	**0,25b**	0,17ab	**0,17b**
67% Q + 33% SH	0,14a	0,11a	**0,26b**	**0,18bc**	**0,18c**
50% Q + 50% SH	0,14a	0,11a	**0,29c**	0,17ab	**0,19c**
33% Q + 67% SH	0,15a	0,12a	**0,30c**	**0,18c**	**0,20d**
Niv. significativo	ns	ns	***	*	***

ns: 0,05 < sig; * 0,01 < sig < 0,05; ** 0,001 < sig < 0,01; *** sig < 0,001





	Ecuación	b	Desv. típica al 95%	c	Desv. típica al 95%	R^2
Na	y =1-b·x/(c+x)	0,6	± 0,2	0,3	± 0,3	0,940



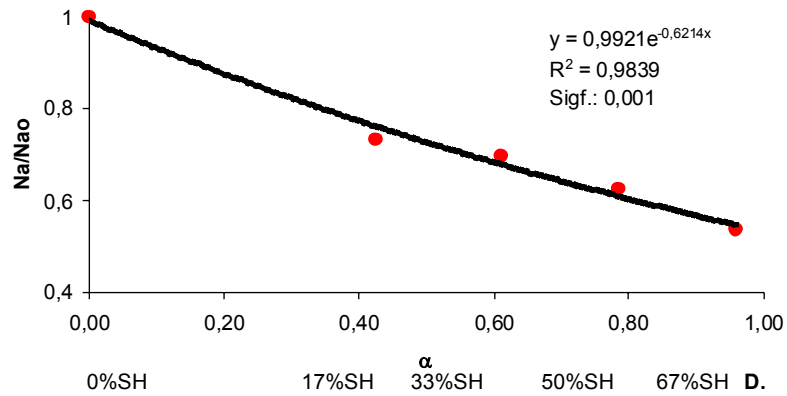


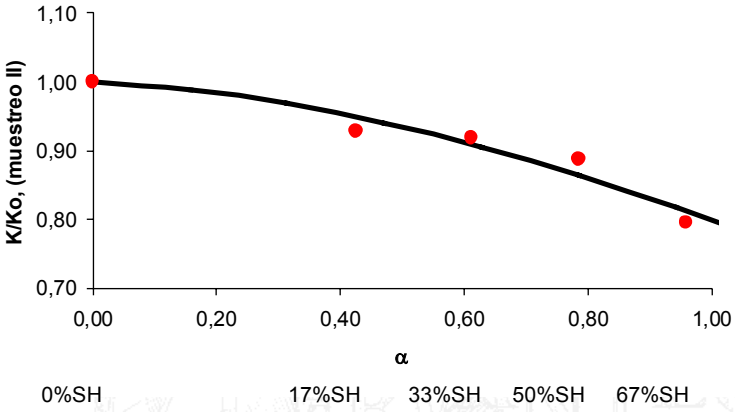
Figura IV.2.2.1.1. Comportamiento del contenido de sodio foliar con los tratamientos. Ensayo de dosis en limón cv Fino. Media de los tres muestreos. ***A.*** *Muestreo II.* ***B.*** *Muestreo III.* ***C.*** *Muestreo IV.* ***D.*** *Media de los tres muestreos.*

Los niveles de **potasio** (Tabla IV.2.2.1.1) obtenidos en el muestreo I (antes de iniciar la aplicación de los tratamientos) estaban por debajo de la normalidad si tomamos en cuenta los valores de referencia señalados por Bergmann (1992): 1,20-2,00%; Bennett (1993) marca como valores normales los que se mueven entre 0,8-1,7%, por lo tanto según este autor los valores de potasio obtenidos en el muestreo I estarían muy cerca de la normalidad; IFA (1992) señala que un intervalo adecuado de potasio en la planta sería 1,20-1,7%, por consiguiente según estos autores considerarían un nivel bajo de potasio el obtenido en el muestreo I. En el muestreo II, aunque los niveles se recuperan algo para la mayoría de los tratamientos, estos seguirían siendo bajos según IFA (1992) y Bergmann (1992), mientras que Bennett (1993) los consideraría adecuados. En los muestreo III y IV, los valores alcanzan la normalidad según los distintos autores. Los valores obtenidos de la media de los tres últimos muestreos se pueden considerar también normales según IFA (1992), Bergmann (1992) y Bennett (1993).

Comparando las medias con el test de Duncan, considerando pues los tratamientos como de distinta clase o tipo, no obtenemos diferencias significativas, salvo en el muestreo IV donde los árboles a los que se les aplicó 50%Q + 50%SH tiene el nivel más bajo de potasio foliar comparado con el resto de tratamientos, aunque debemos remarcar que la concentración continuó siendo normal. El análisis de medidas repetidas tampoco mostró diferencias significativas entre los tratamientos.

En el muestreo II, encontramos un comportamiento exponencial de segundo orden entre la concentración de potasio obtenida y la

cantidad de sustancias húmicas en los tratamientos (Figura IV.2.2.1.2); en este caso, la cantidad de potasio en la planta disminuirá al aumentar la presencia de las sustancias húmicas, de forma que el tratamiento 33%Q + 67%SH produce el nivel más bajo de potasio siendo un 20% inferior al obtenido con el tratamiento control.



Ecuación	b	Desv. típica al 95%	c	Desv. típica al 95%	R^2
$y = \exp[b \cdot x + c \cdot x^2]$	-0,05	± 0,08	-0,2	± 0,1	0,939

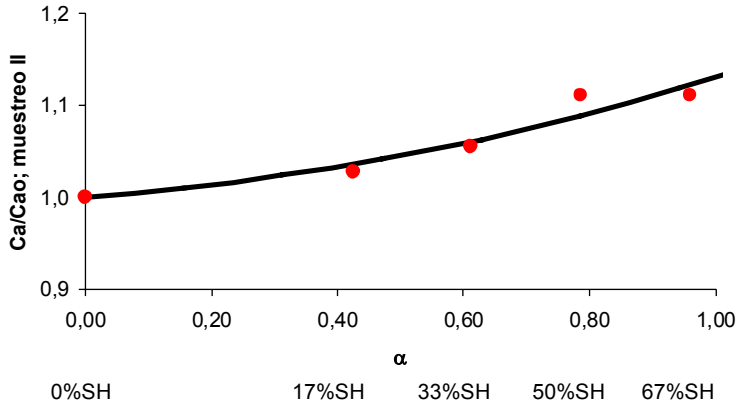
Figura IV.2.2.1.2. Comportamiento del contenido de potasio foliar con los tratamientos. Ensayo de dosis en limón cv fino. Muestreo II.

El **calcio** foliar (Tabla IV.2.2.1.1) en esta experiencia se mantuvo en niveles de normalidad, independientemente del autor que tomemos como referencia. Bennett (1993) marca como niveles normales los pertenecientes al intervalo 2,6-5,0%, Bergmann (1992) señala que un porcentaje adecuado de calcio en limón debe oscilar entre 3,0 y 8,0%, por último IFA (1992) fija como intervalo de normalidad el que se mueve entre 3,00 y 4,90%.

Si estudiamos estadísticamente los resultados de calcio obtenidos, podemos comprobar que cuando comparamos las medias de cada tratamiento mediante el test de Duncan (Tabla IV.2.2.1.1) no

obtenemos diferencias significativas entre los tratamientos. Cuando consideramos las medias de los tres últimos muestreos que son sobre los que van a influir la aplicación de los tratamientos, tampoco obtenemos diferencias significativas.

En el muestreo II, si consideramos los tratamientos cuantitativamente, encontramos un comportamiento exponencial entre éstos y la concentración de calcio (Figura IV.2.2.1.3). Observamos un crecimiento en los niveles de calcio, que para los tratamientos con altos porcentajes de sustancias húmicas (50% y 67%) llega a ser del 10% aproximadamente superior al obtenido con el tratamiento control.



Ecuación	b	Desv. típica al 95%	c	Desv. típica al 95%	R^2
$y = \exp[b \cdot x + c \cdot x^2]$	0,06	± 0,05	0,07	± 0,06	0,927

Figura IV.2.2.1.3. Comportamiento del contenido de calcio foliar con los tratamientos. Ensayo de dosis en limón cv fino. Muestreo II.

Los niveles de **magnesio** que fija Bennett (1993) como normales son 0,19-0,50%, Bergmann (1992) establece un intervalo de normalidad muy semejante: 0,20-0,50%, IFA (1992) afirma que un contenido adecuado de magnesio en la planta debe ser entre un 0,30-

0,49%. Según todo esto, los valores que hemos obtenido (Tabla IV.2.2.1.1) serían normales según Bennett (1993) durante toda la experiencia a excepción del muestreo II, donde los tratamientos con sustancias húmicas muestran un nivel inferior al normal. Para Bergmann (1992) los valores serían bajos en los tres primeros muestreos, a excepción del muestreo I para los tratamientos que incluyeran SH en su formulación, en el muestreo IV el nivel sería normal para todos los muestreos. Si seguimos el criterio de IFA (1992) los niveles obtenidos en los tres primeros muestreos estarían por debajo de lo óptimo, mientras que en el muestreo IV los niveles serían adecuados.

La comparación de medias mediante el test de Duncan (Tabla IV.2.2.1.1) no mostró diferencias significativas entre los tratamientos en ninguno de los muestreos, ni aplicando las medidas repetidas.

Para Bennett (1993) en las hojas de limón una concentración de **fósforo** normal sería entre 0,10-0,17%, Bergmann considera adecuado un nivel entre 0,15-0,30%, IFA (1992) establece un estrecho margen de normalidad 0,12-0,16%. Los valores encontrados en los muestreos I y II (Tabla IV.2.2.1.1) serían normales según Bennett (1993), sin embargo para Bergmann (1992) estarían por debajo de lo considerado como óptimo. Según IFA (1992) los valores del muestreo I serían normales, pero los del muestreo II serían algo escasos excepto para el tratamiento 50%Q + 50%SH que sería normal. Las concentraciones del muestreo III (Tabla IV.2.2.1.1) serían normales para Bergmann (1992), pero para IFA (1992) y Bennett (1993) estarían un poco altas. Los valores del muestreo IV (Tabla IV.2.2.1.1) serían normales según el criterio de Bergmann (1992), para IFA (1992) los valores obtenidos con

los tratamientos con sustancias húmicas serían algo elevados, mientras para el tratamiento control la concentración de P sería normal, para Bennett (1993) a excepción de los tratamientos 67%Q + 33%SH y 33%Q + 67%SH que tendrían un nivel de fósforo un poco elevado, para el resto de los tratamientos el nivel de fósforo obtenido sería normal.

Estudiando los tratamientos desde el punto de vista cualitativo, considerándolos de diferente clase, obtenemos que en el muestreo III la aplicación de sustancias húmicas y quelatos mejora los niveles de fósforo, siendo los tratamientos que contienen más sustancias húmicas los que mayor incremento producen (50%Q + 50%SH y 33%Q + 67%SH); en el muestero IV son los tratamientos 67%Q + 33%SH y 33%Q + 67%SH los que producen una concentración más alta de fósforo siendo estos valores estadísticamente diferentes del resto. El análisis de medidas repetidas mostró que todos los tratamientos Q + SH mejoraron la concentración de fósforo en los limoneros tratados, siendo el tratamiento 33%Q + 67%SH el que produce una mayor concentración de fósforo, seguido por los tratamientos 50%Q + 50%SH 67%Q + 33%SH y, el tratamiento 83%Q + 17%SH también mejoró las concentración del tratamiento control, pero no de la misma manera que el resto de tratamientos.

Cuando tenemos en cuenta la cantidad de sustancias húmicas que lleva cada tratamiento y estudiamos estadísticamente los resultados, intentando encontrar un modelo de regresión, que correlacione las concentraciones de fósforo obtenidas con el porcentaje de SH en cada tratamiento, observamos en el muestreo III y con la media de los tres muestreos (Figura IV.2.2.1.4) que conforme aumenta la presencia de las sustancias húmicas, mayor es la concentración

foliar de fósforo en los tratamientos, de tal manera que en el muestreo III, la incorporación de sustancias húmicas en los tratamientos va a incrementar entre un 30 y 58% el contenido de fósforo en la planta, mientras que con las medias de los tres muestreos, los tratamientos en los que sustituimos quelato por sustancias húmicas mejoran entre un 13 y un 27% el contenido de fósforo.

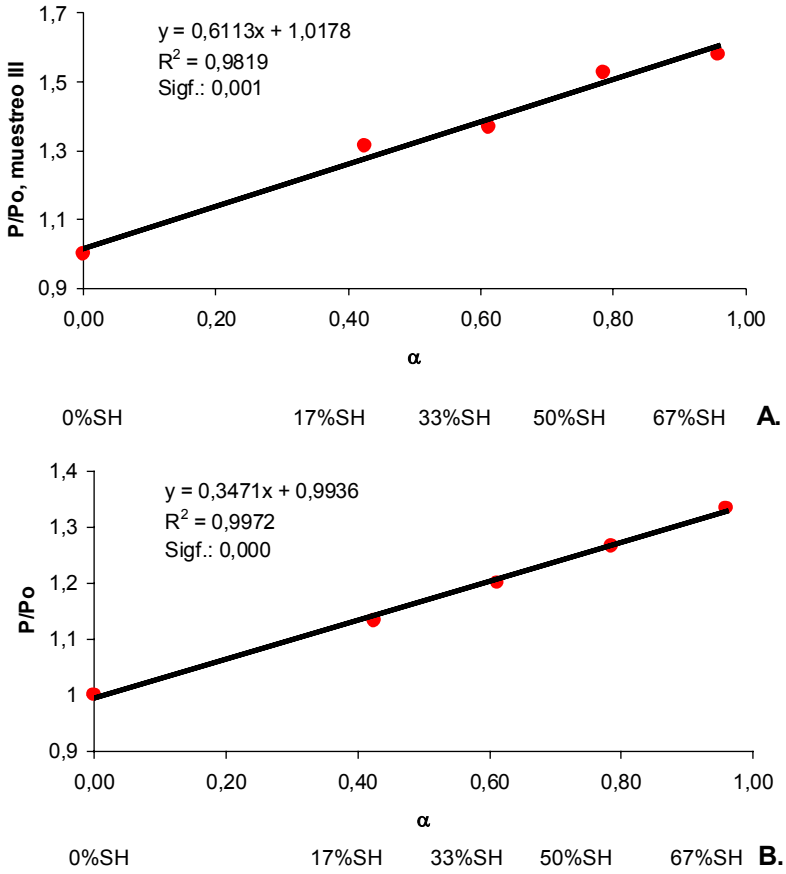


Figura IV.2.2.1.4. Comportamiento del contenido de fósforo foliar con los tratamientos. Ensayo de dosis en limón cv Fino. ***A.*** *Muestreo III.* ***B.*** *Media de los tres muestreos.*

Para finalizar con el fósforo, debemos señalar que según Amoros Castañer (1991) es el tercer elemento después del potasio en necesidades de la planta. Interviene en la formación de las raíces y flores y en la maduración de la cosecha, su escasez da frutos pequeños, de mala calidad y poca cosecha, los frutos son huecos (separación de los segmentos del fruto en la zona centro) y disminuye el contenido en zumo y aumenta la acidez.

IV.2.2.2. Contenido en micronutrientes.

BIBLIOTECA VIRTUAL

Los niveles de **hierro** foliar que autores como Bennett (1993) e IFA (1992) estiman como normales en cítricos son respectivamente, 35-130 ppm y 60-120 ppm. Por tanto, en el muestreo I y II (Tabla IV.2.2.2.1) aunque para algunos tratamientos la concentración es un poco alta, podemos afirmar que los niveles se ajustan bastante a lo que la bibliografía considera un nivel adecuado de hierro foliar. En los muestreos III y IV (Tabla IV.2.2.2.1) la normalidad es absoluta en todos los tratamientos.

En el muestreo I, tal y como era de esperar no obtuvimos diferencias significativas entre los tratamientos cuando los comparamos usando el test de Duncan, ya que en ese momento todavía no se había hecho ninguna aplicación de los tratamientos. En el muestreo II, la aplicación de sustancias húmicas, a excepción del tratamiento 67%Q + 33%SH produjo una concentración foliar de hierro estadísticamente mayor que el tratamiento control. En el muestreo III, el único tratamiento que produjo una concentración de hierro foliar estadísticamente superior a la del tratamiento control fue el tratamiento 33%Q + 67%SH; la concentración de Fe producida por este tratamiento

no fue estadísticamente diferente de las concentraciones obtenidas por la aplicación de 67%Q + 33%SH y 50%Q + 50%SH. En el muestreo IV, los tratamientos no produjeron concentraciones diferentes entre sí; el análisis de medidas repetidas tampoco mostró diferencias significativas entre los tratamientos cuando comparamos las medias con el test de Duncan.

Al hacer una estimación curvilínea entre los tratamientos y las concentraciones de hierro intentando ajustar los resultados a un modelo definido, hemos tenido éxito considerando la media de los tres muestreos sobre los que influyen los tratamientos. El comportamiento observado es un incremento de la concentración de hierro entre el 3 y el 11%, al aumentar la presencia de las sustancias húmicas en los tratamientos. Ese crecimiento lo ajustamos a un modelo lineal con las medias de los tres muestreos (Figura IV.2.2.2.1).

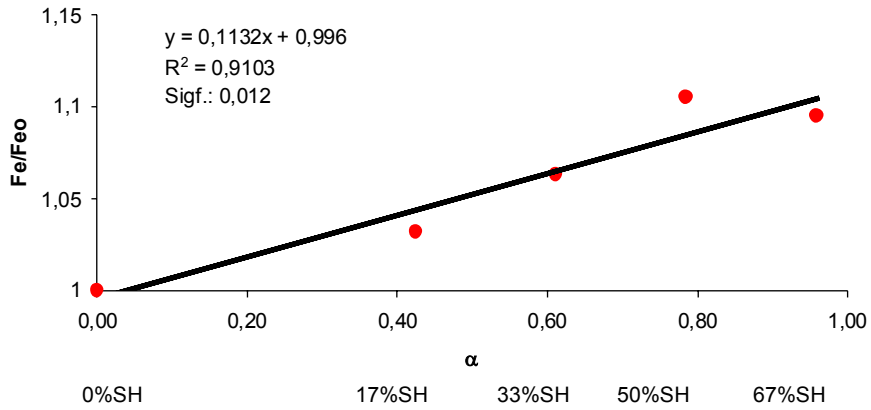


Figura IV.2.2.2.1. Comportamiento del contenido de hierro foliar con los tratamientos. Ensayo de dosis en limón cv Fino. Media de los tres muestreos.

Tabla IV.2.2.2.1. Contenido en micronutrientes en limón cv Fino. Ensayo de dosis.

HIERRO ppm	MUESTREO I (antes de aplicar los tratamientos)	MUESTREO II	MUESTREO III	MUESTREO IV	MEDIDAS REPETIDAS
100% Q (ctrl)	119a	116a	94ab	72a	95a
83% Q + 17% SH	120a	**127b**	85a	84a	98a
67% Q + 33% SH	139a	115a	104abc	84a	101a
50% Q + 50% SH	132a	**135b**	107bc	76a	105a
33% Q + 67% SH	132a	**130b**	**115c**	73a	104a
Niv. significativo	ns	**	*	ns	ns
COBRE ppm					
100% Q (ctrl)	7,4a	10ab	4,3a	9a	7,7a
83% Q + 17% SH	7,9a	9ab	4,5a	17a	10,4a
67% Q + 33% SH	8,6a	8a	3,7a	15a	8,9a
50% Q + 50% SH	7,6a	10b	4,8a	10a	8,5a
33% Q + 67% SH	7,9a	**13c**	5,0a	10a	9,4a
Niv. significativo	ns	***	ns	ns	ns
MANGANESO ppm					
100% Q (ctrl)	50a	99a	70a	76a	81a
83% Q + 17% SH	63a	105a	75ab	113a	97a
67% Q + 33% SH	58a	106a	**90b**	103a	100a
50% Q + 50% SH	58a	108a	86ab	88a	94a
33% Q + 67% SH	53a	103a	**92b**	100a	98a
Niv. significativo	ns	ns	*	ns	ns
ZINC ppm					
100% Q (ctrl)	45a	52a	44a	47a	48a
83% Q + 17% SH	47a	48a	39a	56a	47a
67% Q + 33% SH	45a	48a	53a	53a	51a
50% Q + 50% SH	47a	46a	47a	45a	46a
33% Q + 67% SH	43a	50a	54a	52a	52a
Niv. significativo	ns	ns	ns	ns	ns

ns: 0,05 < sig; * 0,01 < sig < 0,05; ** 0,001 < sig < 0,01; *** sig < 0,001

Las concentraciones de **cobre** obtenidas en los muestreos I y II (Tabla IV.2.2.2.1) fueron normales si tenemos en cuenta los valores que Bennett (1993), Bergmann (1992) e IFA (1992) establecen como adecuados. Estos autores proponen un intervalo de normalidad de 5-16 ppm. En el muestreo III, la concentración de cobre para los tratamientos 100% Q y 67%Q + 33%SH era ligeramente inferior a la normal, sin embargo debemos señalar que esas concentraciones no difirieron estadísticamente de las obtenidas para el resto de tratamientos que sí entraban en el intervalo de normalidad. En el muestreo IV, la aplicación de 83%Q + 17%SH produjo una concentración media de cobre que excedía ligeramente la normalidad, pero tampoco en esta ocasión se diferenció de las concentraciones obtenidas según los tratamientos que eran del todo adecuadas. La comparación mediante el test de Duncan de las concentraciones medias de cobre sólo mostró diferencias significativas entre tratamientos en el muestreo II. En ese caso, el tratamiento 33%Q + 67% SH condujo a la mayor concentración de cobre, que además se diferenciaba estadísticamente del resto de tratamientos. En los árboles donde se aplicó 67%Q + 33%SH la concentración media de cobre fue menor que para el resto de tratamientos, aunque no fue estadísticamente diferente de la obtenida mediante la aplicación de 100%Q y 83%Q + 17%SH, si fue inferior de manera significativa de las obtenidas de la aplicación de 50%Q + 50%SH y 33%Q + 67%SH.

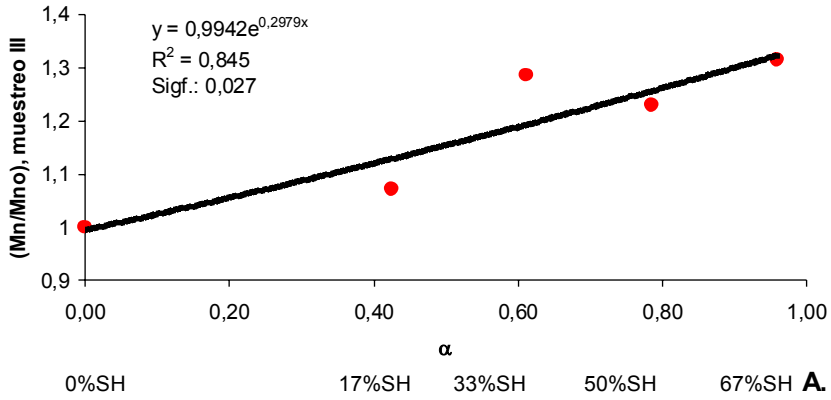
Con respecto a las concentraciones foliares de **manganeso**, autores como Bergmann (1992) e IFA (1992) establecen como intervalo óptimo: 25-100 ppm, Bennett (1993) amplia un poco más este intervalo: 25-150 ppm. Si consideramos a este último autor, las concentraciones de manganeso obtenidas en los cuatro muestreos (Tabla IV.2.2.2.1)

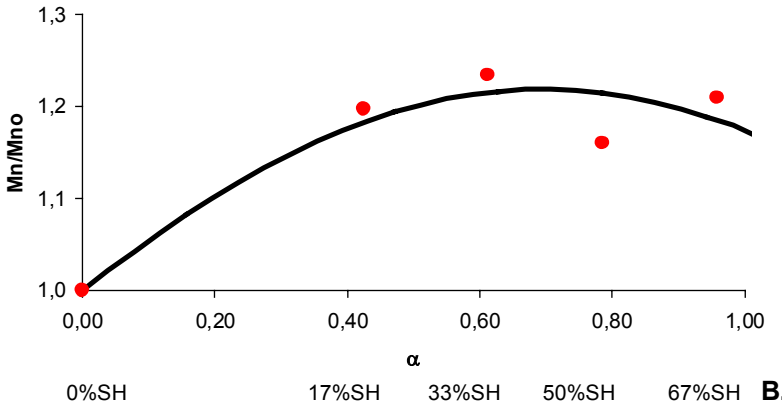
serían adecuadas para un óptimo desarrollo de la planta. Si tenemos en cuenta a Bergmann (1992) e IFA (1992), en los muestreos I y II los niveles de cobre obtenidos serían normales, pero en el muestreo III la aplicación de quelato más sustancias húmicas llevaba a niveles que, aunque muy próximos a la normalidad la excederían ligeramente. En el muestreo IV únicamente la aplicación de 83%Q + 17%SH y 67%Q + 33%SH produjeron concentraciones que superaron lo considerado por los autores como adecuado; remarcar que a pesar de esto, estas concentraciones no fueron diferentes estadísticamente del resto de tratamientos, que produjeron niveles absolutamente normales de manganeso en la hoja (Tabla IV.2.2.2.1).

El análisis estadístico cualitativo comparando las medias mediante el test de Duncan mostró diferencias significativas en el muestreo III; en ese muestreo la aplicación de 67%Q + 33%SH y de 33%Q + 67%SH mejoraron significativamente las concentraciones de manganeso en la hoja con respecto al control; esas mejoras no fueron significativas con las concentraciones de manganeso producidas por el resto de tratamientos que contenían sustancias húmicas. El análisis de medidas repetidas tampoco ofreció diferencias significativas entre los tratamientos.

El estudio estadístico con el que intentábamos encontrar un comportamiento curvilíneo entre los valores de manganeso obtenidos y la cantidad creciente de sustancias húmicas en los tratamientos, nos mostró dos tendencias diferentes en el muestreo III y con las medias de los tres muestreos. En el muestreo III (Figura IV.2.2.2.2.A), observamos un crecimiento exponencial de los valores de manganeso encontrados y el porcentaje de sustancias húmicas presente en los tratamientos,

alcanzando con el tratamiento 33%Q + 67%SH, una concentración de manganeso un 41% superior al obtenido con el tratamiento control. Con la media de los tres muestreos (Figura IV.2.2.2.2.B.), encontramos otro comportamiento diferente: en este caso la inclusión de las sustancias húmicas en los tratamientos mejoró la concentración foliar de manganeso, describiendo una trayectoria exponencial, según la cual la máxima concentración de manganeso la obtendríamos cuando sustituyéramos un 41% de quelato férrico por sustancias húmicas.





Ecuación	b	Desv. típica al 95%	c	Desv. típica al 95%	R^2
$y = \exp[b \cdot x + c \cdot x^2]$	0,6	± 0,1	-0,4	± 0,1	0,881

Figura IV.2.2.2.2. Comportamiento del contenido de manganeso foliar con los tratamientos. Ensayo de dosis en limón cv Fino. ***A.*** *Muestreo III.* ***B.*** *Media de los tres muestreos.*

Según Amoros Castañer (1991) el manganeso es un elemento que influye notoriamente en la producción. En la deficiencias de manganeso el tamaño de la hoja es normal y las manchas entre nervios son más oscuras y no llegan al borde foliar. Este mismo autor señala que los ácidos húmicos y fúlvicos tienen mayor poder secuestrante de cationes del suelo, Fe, Cu, Zn y Mn, movilizándolos y dejándolos a disposición de la planta.

Estudiamos por último el **zinc** (Tabla IV.2.2.2.1). Los valores obtenidos en los diversos muestreos se pueden considerar normales. Los niveles que señala Bennett (1993) como idóneos oscilan entre 19-50 ppm. Bergmann (1992) afirma que dicho intervalo debe ser 20-60 ppm, por último IFA (1992) amplía este intervalo desde 25 a 100 ppm.

Cuando estudiamos las concentraciones de zinc, comparando las medias mediante el test de Duncan no obtuvimos ninguna diferencia significativa entre los tratamientos en ninguno de los muestreos, ni con el análisis de medidas repetidas.

La deficiencia de zinc, al igual que la de manganeso también influye en la producción (Amoros Castañer, 1991). La falta de este elemento da hojas alargadas, estrechas y de menor tamaño que las normales. Se observan zonas amarillo-pálidas entre los nervios secundarios de la hoja y normalmente estas zonas llegan hasta el borde de la hoja.

IV.2.2.3. Relaciones entre nutrientes.

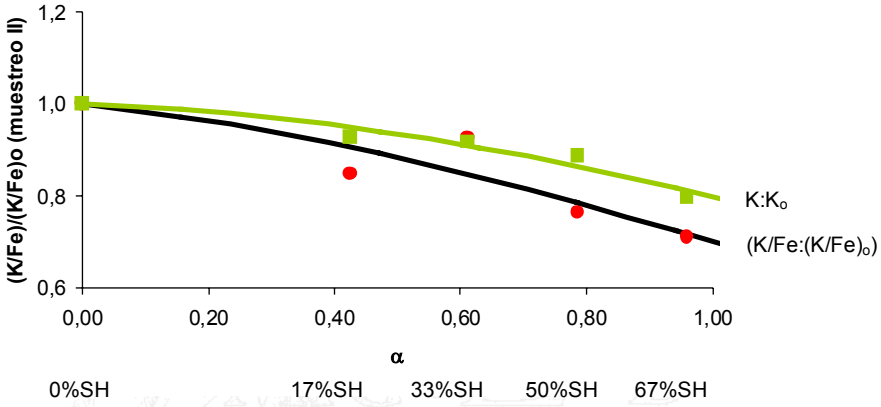
IV.2.2.3.1. Relaciones entre el hierro y otros nutrientes.

Siguiendo la metodología establecida en cada experiencia, a continuación estudiamos las relaciones que guardan los elementos entre sí. Consideramos primero, las relaciones que mantiene el hierro con el resto de nutrientes de la planta (Tabla IV.2.2.3.1.1).

Los valores de las relaciones K/Fe encontrados (Tabla IV.2.2.3.1.1) no mostraron diferencias significativas cuando en cada muestreo comparamos los tratamientos entre sí; la excepción sería el muestreo II, donde los tratamientos 50%Q + 50%SH y 33%Q + 67%SH producen un cociente K:Fe inferior al tratamiento control; aunque la relación K/Fe obtenida por el tratamiento 50%Q + 50%SH no se diferenció significativamente del resto de tratamientos, debemos tener en cuenta que estos tratamientos coinciden con los que presentan mayor contenido de hierro foliar (Tabla IV.2.2.2.1). El análisis de medidas repetidas no mostró diferencias significativas entre los tratamientos.

Cuando estudiamos cuantitativamente los resultados, observamos en el muestreo II (Figura IV.2.2.3.1.1) que la relación K/Fe disminuye su valor conforme aplicamos más sustancias húmicas, con los tratamientos siguiendo un comportamiento exponencial, de manera que la relación K/Fe para el tratamiento 33%Q +67%SH es un 29% menor que para la obtenida con el tratamiento control, favoreciendo la toma de hierro, este comportamiento viene predicho por la tendencia

observada en el contenido de potasio en la hoja al aumentar la cantidad de sustancias húmicas en los tratamientos.



	Ecuación	b	Desv. típica al 95%	c	Desv. típica al 95%	R^2
K	$y = \exp(b \cdot x + c \cdot x^2)$	-0,05	± 0,08	-0,2	± 0,1	0,939
K/Fe	$y = \exp(b \cdot x + c \cdot x^2)$	0,1	± 0,2	-0,2	± 0,3	0,816

Figura IV.2.2.3.1.1. Comportamiento de la relación K/Fe con los tratamientos. Ensayo de dosis en limón cv Fino. Muestreo II.

Los valores de la relación Ca/Fe (Tabla IV.2.2.3.1.1) obtenidos en cada muestreo no mostraron diferencias significativa cuando los tratamientos eran comparados considerándolos como de diferente tipo o clase. El análisis de medidas repetidas tampoco mostró diferencias significativas entre los tratamientos.

Tabla IV.2.2.3.1.1. Relaciones entre el hierro y otros nutrientes. Ensayo de dosis en limón.

K/Fe x 10^{1}	Muestreo I	Muestreo II	Muestreo III	Muestreo IV	Medidas repetidas
100% Q (ctrl)	6,7a	8,5c	14a	23a	15a
83% Q + 17% SH	7,2a	7,2abc	17a	19a	14a
67% Q + 33% SH	6,4a	7,9bc	12a	20a	13a
50% Q + 50% SH	6,0a	**6,5ab**	13a	19a	13a
33% Q + 67% SH	6,4a	**6,0a**	12a	22a	13a
Niv. significat.	ns	**	ns	ns	ns
Ca/Fe x 10^{2}					
100% Q (ctrl)	2,5a	3,1a	3,6a	4,3a	3,6a
83% Q + 17% SH	2,7a	2,9a	3,8a	3,6a	3,5a
67% Q + 33% SH	2,3a	3,3a	3,8a	3,5a	3,6a
50% Q + 50% SH	2,4a	3,0a	3,9a	4,1a	3,6a
33% Q + 67% SH	2,4a	3,1a	3,6a	4,4a	3,7a
Niv. significat.	ns	ns	ns	ns	ns
P/Fe					
100% Q (ctrl)	11a	9,7a	20a	22a	17,4a
83% Q + 17% SH	12a	8,7a	29b	20a	19,2ab
67% Q + 33% SH	10a	9,6a	25ab	21a	18,6ab
50% Q + 50% SH	11a	7,9a	28b	22a	19,3b
33% Q + 67% SH	11a	9,0a	27b	25a	20,4b
Niv. significat.	ns	ns	*	ns	*
Mn/Fe x 10^{-1}					
100% Q (ctrl)	4,3a	8,5a	8,0a	11a	9,0a
83% Q + 17% SH	5,3a	8,3a	8,2a	13a	10,0a
67% Q + 33% SH	4,2a	9,2a	8,7a	15a	10,0a
50% Q + 50% SH	4,4a	8,0a	8,0a	12a	9,3a
33% Q + 67% SH	4,0a	7,9a	8,2a	14a	9,9a
Niv.significat	ns	ns	ns	ns	ns
Zn/Fe x 10^{-1}					
100% Q (ctrl)	3,9ab	4,5c	4,7a	6,5a	5,2a
83% Q + 17% SH	4,0b	**3,8ab**	4,6a	6,6a	5,0a
67% Q + 33% SH	3,2a	4,2bc	5,1a	6,3a	5,2a
50% Q + 50% SH	3,6ab	**3,4a**	4,4a	6,0a	4,6a
33% Q + 67% SH	3,3a	**3,8ab**	4,7a	7,1a	5,2a
Niv. significat	*	**	ns	ns	ns
Cu/Fe x 10^{-2}					
100% Q (ctrl)	6,3a	8,3a	4,6a	13a	8,5a
83% Q + 17% SH	6,7a	7,3a	5,2a	20a	11,0a
67% Q + 33% SH	6,2a	7,3a	3,6a	16a	9,1a
50% Q + 50% SH	5,7a	7,8a	4,6a	14a	8,7a
33% Q + 67% SH	5,9a	10,2b	4,5a	14a	9,5a
Niv. significat	ns	***	ns	ns	ns

*ns: 0,05 < sig; * 0,01 < sig < 0,05; ** 0,001 < sig < 0,01; *** sig < 0,001*

Cuando estudiamos las relaciones del hierro con los nutrientes de la planta es imprescindible considerar la interacción que mantiene el hierro con el fósforo. En el muestreo III (Tabla IV.2.2.3.1.1), la aplicación de sustancias húmicas, a excepción del tratamiento 67%Q +

33%SH, produjo un aumento de la relación P/Fe respecto al tratamiento control, favoreciendo en este caso al fósforo. El análisis de medidas repetidas (Tabla IV.2.2.3.1.1) mostró que la aplicación de altas concentraciones de sustancias húmicas (50%Q + 50%SH y 33%Q + 67%SH) daba lugar a un mayor valor del cociente P/Fe respecto al control, siendo estadísticamente significativo. Recordemos que en el muestreo III, los tratamientos con sustancias húmicas mejoraron significativamente la concentración de fósforo en la planta (Tabla IV.2.2.1.1), mientras que la concentración de hierro sólo aumenta de forma significativa cuando aplicamos 33%Q + 67%SH (Tabla IV.2.2.2.1).

Es imprescindible considerar la relación Mn/Fe a la hora de estudiar los posibles antagonismos que pueden existir entre los nutrientes que contiene la planta. En la Tabla IV.2.2.3.1.1, los valores medios encontrados en cada muestreo y para cada tratamiento fueron comparados utilizando el test de Duncan, estudiando los tratamientos de manera cualitativa, comparándolos como si fueran de diferente clase o tipo. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en ningún muestreo, tampoco con el análisis de medidas repetidas observamos diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

De acuerdo con Loué (1988), debe existir un equilibrio entre las concentraciones de hierro y zinc. Cuando comparamos las medias obtenidas para la relación Zn/Fe en cada muestreo, mediante el test de Duncan (Tabla IV.2.2.3.1.1), obtenemos diferencias significativas entre los tratamientos en el muestreo II; en este caso la aplicación de 83%Q + 17%SH, de 50%Q + 50%SH y de 33%Q + 67%SH produjo valores de

la relación Zn/Fe inferiores al control, favoreciendo en este caso al hierro, lo que podemos comprobar observando como estos tratamientos incrementan el contenido de hierro en la planta, pero no los de zinc en el muestreo II (Tabla IV.2.2.2.1). El análisis de medidas repetidas no mostró diferencias significativas entre los tratamientos.

Terminamos con la última relación que nos queda de esta serie. Al comparar la medias de la relación Cu/Fe (Tabla IV.2.2.3.1.1) sólo encontramos diferencias significativas en el muestreo II, donde a la aplicación de 33%Q + 67%SH le corresponden los mayores valores de la relación, favoreciendo por tanto al cobre. El análisis de medidas repetidas no mostró diferencias significativas entre los tratamientos.

IV.2.2.3.2. Relaciones entre nutrientes distintos al hierro.

Amorós Castañer (1991) afirma que la asimilación de magnesio, entre otros elementos, se ve impedida por el exceso de potasio en la planta. La comparación de las medias obtenidas para la relación K/Mg en cada muestreo para los distintos tratamientos utilizando el test de Duncan, no mostró diferencias estadísticamente significativas en ningún momento, el análisis de medidas repetidas tampoco ofreció diferencias entre los tratamientos.

Cuando hablamos del antagonismo entre el potasio y el magnesio, también debemos incluir al calcio, según Amoros Castañer (1991), grandes cantidades de potasio en las hojas de limonero impiden la asimilación de calcio y viceversa. Los resultados que obtuvimos (Tabla IV.2.2.3.2.1), comparando las medias mediante el

test de Duncan, no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos en los sucesivos muestreos, ni trabajando con las medidas repetidas.

Tabla IV.2.2.3.2.1. Relaciones entre elementos. Ensayo de dosis en limón.

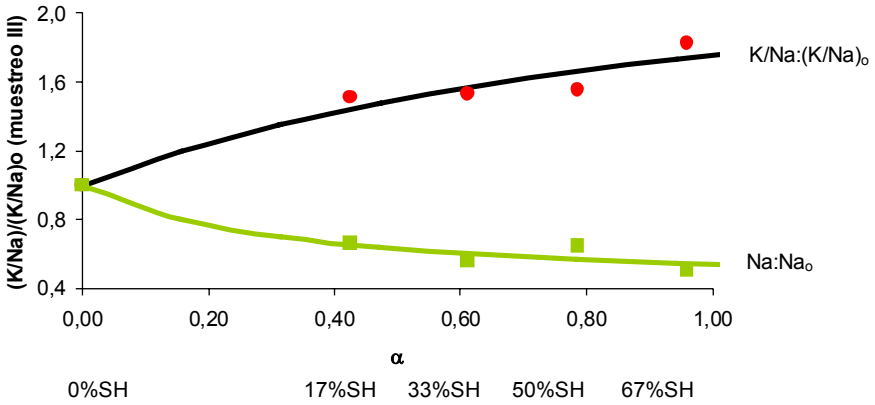
K/Mg	M-I	M-II	M-III	M-IV	MR	Na/Ca x 10^{-3}	M-I	M-II	M-III	M-IV	MR
100%Q (CTRL)	4,1a	5,2a	7,4a	5,1a	5,9a	100%Q (CTRL)	9,5a	18b	19,0b	15c	17c
83%Q + 17%SH	4,1a	5,4a	7,7a	5,2a	6,1a	83%Q + 17%SH	6,6a	14ab	12,2ab	11abc	**13b**
67%Q + 33%SH	4,5a	5,3a	7,2a	5,2a	5,9a	67%Q + 33%SH	7,8a	**12a**	**8,4a**	13bc	**11ab**
50%Q + 50%SH	3,8a	5,2a	7,1a	5,2a	5,9a	50%Q + 50%SH	10,0a	**10a**	**9,5a**	**9ab**	**10ab**
33%Q + 67%SH	3,9a	4,6a	6,3a	5,4a	5,4a	33%Q + 67%SH	8,6a	**10a**	**7,3a**	**7a**	**8a**
Niv. significativo	ns	ns	ns	ns	ns	Niv. significativo	ns	**	*	**	***
K/Ca x 10^{-1}						P/Zn					
100%Q (CTRL)	2,7a	2,8a	4,1a	5,4a	4,1a	100%Q (CTRL)	29a	22a	44a	35a	34a
83%Q + 17%SH	2,6a	2,5a	4,4a	5,3a	4,1a	83%Q + 17%SH	30a	23a	64a	32a	40a
67%Q + 33%SH	2,9a	2,4a	3,0a	5,7a	3,7a	67%Q + 33%SH	31a	23a	50a	33a	35a
50%Q + 50%SH	2,5a	2,2a	3,6a	4,7a	3,5a	50%Q + 50%SH	31a	23a	67a	37a	42a
33%Q + 67%SH	2,7a	2,0a	3,2a	5,0a	3,4a	33%Q + 67%SH	34a	24a	59a	36a	39a
Niv. significativo	ns	ns	ns	ns	ns	Niv. significativo	ns	ns	ns	ns	ns
K/Na						Cu/Mn x 10^{-1}					
100%Q (CTRL)	30a	15a	25a	38a	26a	100%Q (CTRL)	1,5a	0,98b	0,60a	1,3a	0,9a
83%Q + 17%SH	40a	19a	38a	48a	35ab	83%Q + 17%SH	1,3a	0,89ab	0,64a	1,6a	1,0a
67%Q + 33%SH	39a	20a	36a	46a	34ab	67%Q + 33%SH	1,5a	**0,79a**	0,42a	1,4a	0,9a
50%Q + 50%SH	26a	26a	38a	58ab	**40bc**	50%Q + 50%SH	1,3a	0,97b	0,61a	1,2a	0,9a
33%Q + 67%SH	32a	21a	44a	**82b**	**49c**	33%Q + 67%SH	1,5a	**1,29c**	0,55a	1,0a	1,0a
Niv. significativo	ns	ns	ns	*	**	Niv. significativo	ns	***	ns	ns	ns
Ca/Mg						Cu/Zn x 10^{-1}					
100%Q (CTRL)	15a	19a	18a	10a	16a	100%Q (CTRL)	1,6a	1,9ab	1,0a	2,0a	1,6a
83%Q + 17%SH	16a	**22,0b**	18a	10a	17ab	83%Q + 17%SH	1,7a	2,0ab	1,1a	3,1a	**2,1b**
67%Q + 33%SH	16a	**22,4bc**	24a	9a	**18,5bc**	67%Q + 33%SH	1,9a	1,8a	0,7a	2,6a	1,7a
50%Q + 50%SH	15a	**24,1c**	21a	11a	**18,8c**	50%Q + 50%SH	1,6a	**2,3bc**	1,1a	2,3a	1,9ab
33%Q + 67%SH	15a	**23,3bc**	21a	11a	**18,3bc**	33%Q + 67%SH	1,8a	**2,7c**	1,0a	2,0a	1,9ab
Niv. significativo	ns	***	ns	ns	**	Niv. significativo	ns	**	ns	ns	*
Mn/Zn						Mn/Ca x 10^{-3}					
100%Q (CTRL)	1,1a	1,9a	1,7a	1,6a	1,75a	100%Q (CTRL)	1,7a	2,8a	2,3a	2,4a	2,5a
83%Q + 17%SH	1,3a	2,2a	1,8a	2,1a	**2,03b**	83%Q + 17%SH	1,9a	2,8a	2,2a	**3,7b**	2,9a
67%Q + 33%SH	1,3a	2,2a	1,7a	1,9a	1,95ab	67%Q + 33%SH	1,9a	2,8a	2,3a	**3,5b**	2,9a
50%Q + 50%SH	1,2a	2,4a	1,9a	1,9a	**2,07b**	50%Q + 50%SH	1,8a	2,7a	2,1a	2,9ab	2,6a
33%Q + 67%SH	1,2a	2,1a	1,8a	1,9a	1,93ab	33%Q + 67%SH	1,7a	2,6a	2,3a	3,1ab	2,6a
Niv. significativo	ns	ns	ns	ns	*	Niv. significativo	ns	ns	ns	*	ns

ns: 0,05 < sig; * 0,01 < sig < 0,05; ** 0,001 < sig < 0,01; *** sig < 0,001

La cuestión de si el sodio puede reemplazar al potasio en los procesos fisiológicos en la planta no pertenece sólo al interés académico, sino que es de importancia práctica (Mengel, 1987). En los valores de la relación K/Na obtenidos en la experiencia (Tabla IV.2.2.3.2.1), comprobamos en el muestreo IV que con el tratamiento 33%Q + 67%SH se obtienen un valor del cociente K:Na significativamente mayor del tratamiento control, y de los tratamientos 83%Q + 17%SH y 33%Q + 67%SH, el análisis de medidas repetidas mostró que los tratamientos con mayor contenido de sustancias húmicas producían los mayores cociente K/Na (50%Q + 50%SH y

33%Q + 67%SH). La justificación de los incrementos en estas relaciones podemos encontrarla en los menores contenidos de sodio que los tratamientos con sustancias húmicas produce en las plantas ya que los contenidos de potasio no se ven afectados por los mismos (Tabla IV.2.2.1.1).

Cuando consideramos cuantitativamente los resultados, en el muestreo III obtenemos un modelo hiperbólico que muestra un aumento de la relación K/Na respecto al control, dicho aumento es paralelo al descenso que sufre el contenido de sodio en el muestreo III con los tratamientos (Figura IV.2.2.3.2.1).



	Ecuación	b	Desv. típica al 95%	c	Desv. típica al 95%	R^2
Na	y = 1 - b·x/(c+x)	0,6	± 0,2	0,3	± 0,3	0,940
K/Na	y = 1 + b·x/(c+x)	2	± 1	1	± 1	0,929

Figura IV.2.2.3.2.1. Comportamiento de la relación K/Na con los tratamientos. Ensayo de dosis en limón cv Fino. Muestreo III.

En el muestreo IV (Figura IV.2.2.3.2.2) se observa un crecimiento exponencial de la relación K/Na con la presencia de las sustancias húmicas en los tratamientos, y podemos ver que dicho crecimiento es debido al descenso en el contenido de sodio en el muestreo IV.

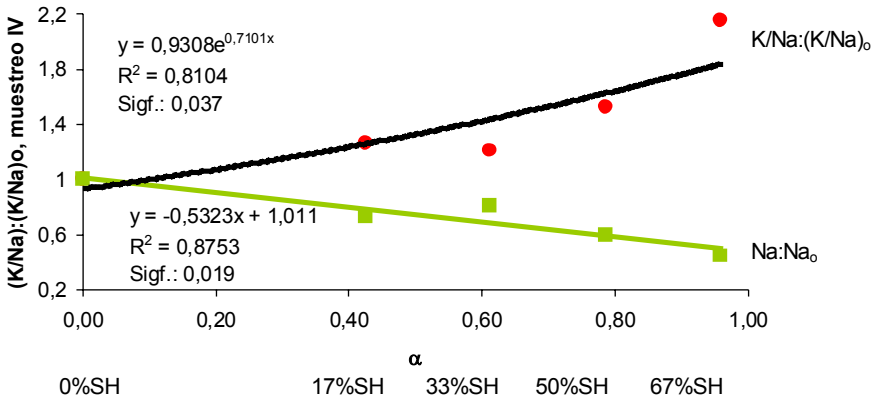


Figura IV.2.2.3.2.2. Comportamiento de la relación K/Na con los tratamientos. Ensayo de dosis en limón cv Fino. Muestreo IV.

Para la media de los tres muestreos (Figura IV.2.2.3.2.3) el crecimiento de la relación K/Na es exponencial con la cantidad de sustancias húmicas presentes en los tratamientos, dicho crecimiento podemos ver que es prácticamente simétrico con el descenso de sodio obtenido.

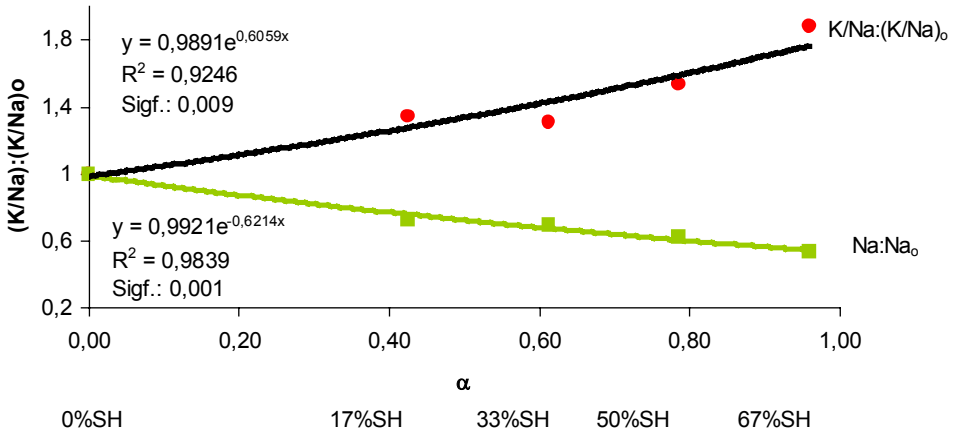


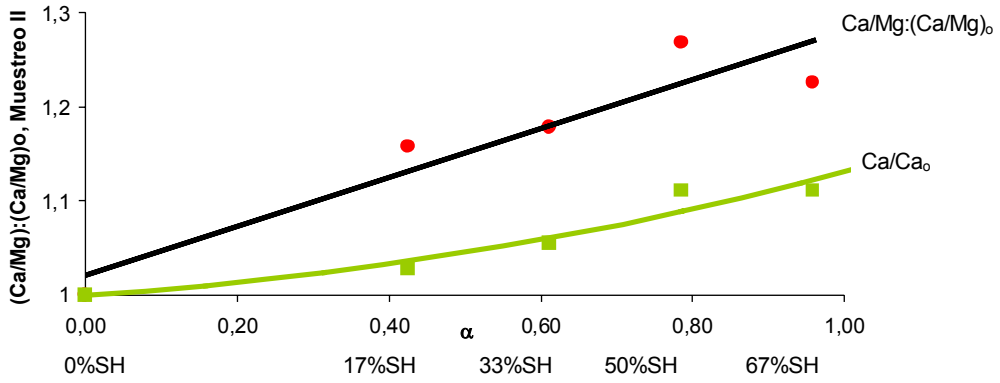
Figura IV.2.2.3.2.3. Comportamiento de la relación K/Na con los tratamientos. Ensayo de dosis en limón cv Fino. Media de los tres muestreos.

El calcio interviene, en la regulación del magnesio, entre otros elementos, según Amoros Castañer (1991) cuando la relación Ca/Mg es superior a 10, la planta encuentra dificultades para la absorción de magnesio. Recordemos que cuando estudiamos el contenido foliar de macronutrientes (Tabla IV.2.2.1.1), observamos que el magnesio foliar durante los tres primeros muestreos estaba por debajo del índice de normalidad señalado por Bergmann (1992) e IFA (1992); en esos tres muestreos la relación Ca/Mg era superior a 10 en todos los tratamientos (Tabla IV.2.2.3.2.1); en el muestreo IV la concentración de magnesio en la planta alcanzó la normalidad, siendo en este caso la relación Ca/Mg muy próxima a 10 para todos los tratamientos (Tabla IV.2.2.3.2.1).

El tratamiento estadístico cualitativo (Tabla IV.2.2.3.2.1) de los resultados mostró en el muestreo II, que la inclusión de sustancias húmicas en los tratamientos producía un aumento de la relación Ca/Mg respecto al control. El tratamiento 50%Q + 50%SH produjo los mayores valores de la relación Ca/Mg. Con el análisis de medidas repetidas, a los tratamientos con sustancias húmicas, a excepción del tratamiento 83%Q + 17%SH, les corresponden los mayores valores del cociente Ca/Mg, siendo estadísticamente superiores a los valores obtenidos de la aplicación del tratamiento control, la aplicación de 50%Q + 50% SH vuelve a ser el tratamiento que produce el mayor valor de la relación Ca/Mg.

El estudio estadístico cuantitativo de los resultados obtenidos para la relación Ca/Mg, mostró en el muestreo II un crecimiento lineal del cociente Ca/Mg (Figura IV.2.2.3.2.4) conforme aumentaba la cantidad de sustancias húmicas en los tratamientos. En este caso el

calcio es el elemento favorecido; podemos ver como el aumento en las concentraciones de calcio con las sustancias húmicas produce, en cierta forma el crecimiento en el cociente Ca/Mg.



	Ecuación	b	Desv. Típ al 95%	c	Desv. Típ. al 95%	R^2
Ca/Mg	$y = b \cdot x + c$	0,261		1,021		0,882 (Sigf.: 0,018)
Ca	$y = \exp(b \cdot x + cx^2)$	0,06	± 0,05	0,07	± 0,06	0,927

Figura IV.2.2.3.2.4. Comportamiento de la relación Ca/Mg en la planta con los tratamientos. Ensayo de dosis en limón cv Fino. Muestreo II.

Los valores de la relación Mn/Zn encontrados (Tabla IV.2.2.3.2.1) no difirieron estadísticamente cuando usamos el test de Duncan para comparar las medias en cada muestreo; con el método de medidas repetidas, sin embargo la aplicación de 83%Q + 17%SH y 50%Q + 50%SH produjo valores de la relación Mn/Zn significativamente superiores a las obtenidas con el tratamiento control.

A lo largo de este estudio, ya hemos tenido ocasión de hacer referencia a la influencia del calcio en la absorción de sodio por parte de la planta, por lo que es necesario incluir el cociente Na/Ca en el estudio de las relaciones. La comparación de los tratamientos desde el punto de vista cualitativo en cada muestreo, en la relación Na/Ca

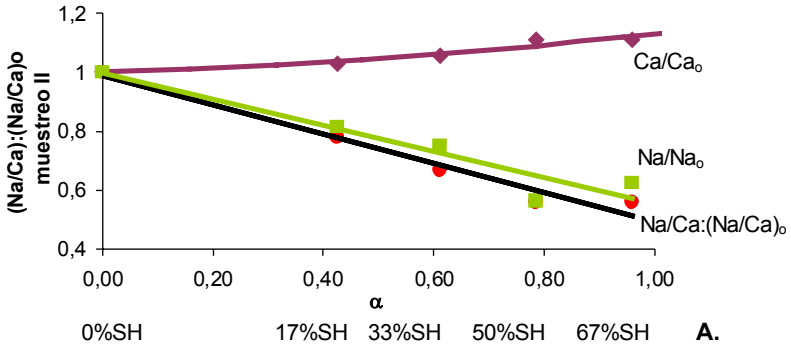
(Tabla IV.2.2.3.2.1), mostró en los muestreo II, III y IV, así como con el análisis de medidas repetidas que, la inclusión de las sustancias húmicas en los tratamientos suponía favorecer al calcio frente al sodio, hecho que ya hemos podido constatar en alguno de los ensayos anteriores. En los muestreo II y III son los tratamientos 67%Q + 33%SH, 50%Q + 50%SH y 33%Q + 67%SH los que producen las relaciones Na/Ca más bajas, siendo los valores significativamente diferentes del control. En el muestreo IV este mismo resultado se obtiene con los tratamientos que más sustancias húmicas contienen (50%Q + 50%SH y 33%Q + 67%SH). En el análisis de medidas son todos los tratamientos que contienen sustancias húmicas los que producen relaciones Na/Ca significativamente más bajas que la obtenida con el tratamiento control. Los menores contenidos de sodio en las plantas tratadas con sustancias húmicas (Tabla IV.2.2.1.1) evidencian el hecho de que estos tratamientos producen menores valores en la relación Na/Ca.

Cuando el análisis estadístico lo hacemos teniendo en cuenta la cantidad de sustancias húmicas presentes en los tratamientos, obtenemos un comportamiento que se repite en aquellos muestreos sobre los que van a influir la aplicación de los tratamientos (Figura IV.2.2.3.2.5), el hecho es que la relación Na/Ca va a disminuir conforme la cantidad de sustancias húmicas que sustituyen al quelato de hierro es mayor. En el muestreo II y considerando la media de los tres muestreos obtenemos un modelo lineal según el cual, la relación Na/Ca va ser menor cuanto mayor es la presencia de las sustancias húmicas en los tratamientos, en el muestreo III también obtenemos esa disminución en la relación Na/Ca con las sustancias húmicas, pero el modelo observado es exponencial. En el muestreo IV el descenso en el

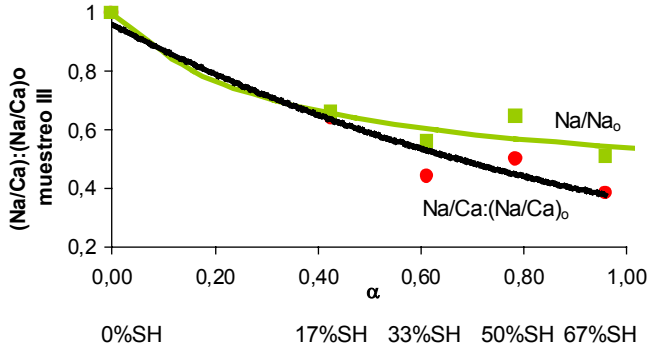
cociente Na/Ca responde a una ecuación exponencial, pero de segundo orden. Encontramos una gran correspondencia entre los descensos en los contenidos de sodio producidos por la sustitución de quelato por sustancias húmicas en los distintos muestreos y los descensos de la relación Na/Ca en los mismos muestreos (Figura IV.2.2.3.2.5); en el muestreo II podemos incluso ver, como el ligero aumento en los contenidos de calcio va a favorecer que la relación Na/Ca disminuya con la presencia de las sustancias húmicas en los tratamientos.

En los cítricos, el exceso de fósforo disminuye la absorción de zinc (Amoros Castañer, 1991). En esta experiencia cuando tratamos cualitativamente los tratamientos no obtenemos diferencias significativas entre ellos cuando estudiamos la relación P/Zn en los sucesivos muestreos, ni realizando el análisis de medidas repetidas. El incremento en el contenido de P producido por los tratamientos con sustancias húmicas en el muestreo III, IV o en las medidas repetidas, (Tabla IV.2.2.1.1) no produjo ningún desequilibrio en la relación P/Zn.

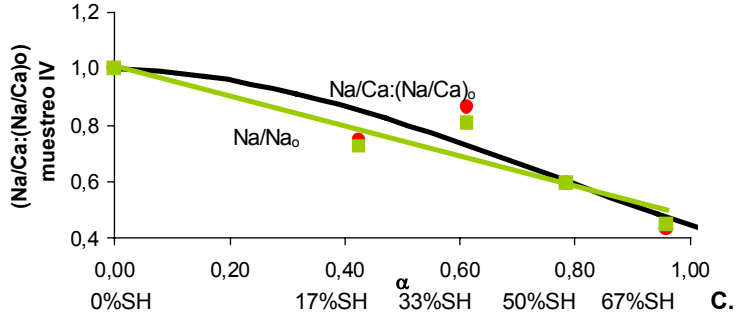
Cuando estudiamos la relación Cu/Mn (Tabla IV.2.2.3.2.1) sólo obtenemos en el muestreo II diferencias estadísticamente significativas comparando los tratamientos mediante el test de Duncan, en este caso con el tratamiento 67%Q + 33%SH se obtiene una relación Cu/Mn inferior a la del tratamiento control. Con el tratamiento 33%Q + 67%SH obtenemos el comportamiento contrario, en este caso la relación Cu/Mn será estadísticamente superior a la del control.



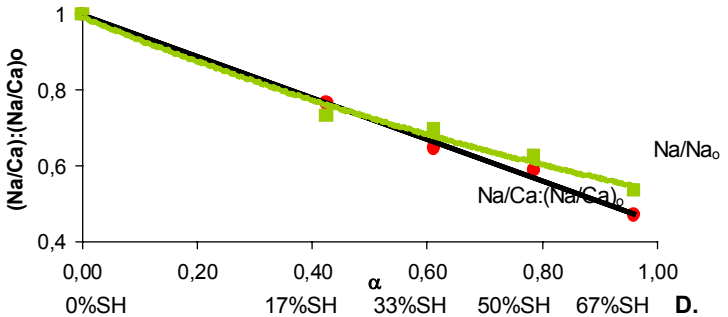
	Ecuación	b	Desv. típica al 95%	c	Desv. típica al 95%	R^2
Na/Ca	y = b·x + c	-0,496		0,987		0,970 (Sigf.: 0,002)
Na	y = b·x + c	-0,442		0,996		0,907 (Sigf. 0,012)
Ca	y = exp(b·x + c·x^2)	0,06	± 0,05	0,07	± 0,06	0,927



	Ecuación	b	Desv. típica al 95%	c	Desv. típica al 95%	R^2
Na	y = 1 - b·x/(c+x)	0,6	± 0,2	0,3	± 0,3	0,940
Na/Ca	y = b·exp (c·x)	0,961		-0,976		0,917 (Sigf.: 0,010)



	Ecuación	b	Desv. típica al 95%	c	Desv. típica al 95%	R^2
Na	y = b·x + c	-0,532		1,011		0,8753 (Sigf.: 0,019)
Na/Ca	y = exp(b·x + c·x^2)	-0,1	± 0,5	-0,8	± 0,6	0,843



	Ecuación	b	Desv. típica al 95%	c	Desv. típica al 95%	R^2
Na	y = b·exp (c·x)	0,992		-0,621		0,984 (Sigf.: 0,001)
Na/Ca	y = b·x + c	-0,544		0,997		0,996 (Sigf. 0,000)

Figura IV.2.2.3.2.5. Comportamiento de la relación Na/Ca con los tratamientos. Ensayo de dosis en limón cv Fino. Media de los tres muestreos. ***A.*** *Muestreo II.* ***B.*** *Muestreo III.* ***C.*** *Muestreo IV.* ***D.*** *Media de los tres muestreo.*

Continuamos estudiando las relaciones entre nutrientes, en este caso estudiamos la relación que mantienen los micronutrientes Cu/Zn (Tabla IV.2.2.3.2.1). El muestreo II fue el único muestreo que ofreció diferencias significativas entre tratamientos cuando comparamos los valores encontrados usando el test de Duncan, en este caso a la aplicación de 33%Q + 67%SH le correspondieron la mayor relación Cu/Zn, siendo estadísticamente diferente del tratamiento control y de los tratamientos 83%Q + 17%SH, 33%Q + 67%SH; este último produjo el cociente Cu/Zn más bajo, siendo estadísticamente inferior a los tratamientos 50%Q + 50% SH y 33%Q + 67%SH.

Ya hemos mencionado en alguna ocasión la influencia del calcio en la toma de otros elementos como el sodio o el potasio, ahora también debemos incluir el manganeso, ya que el calcio influye en la regulación del manganeso según Amorós Castañer (1991). El manganeso tienen propiedades químicas muy parecidas al Ca^{2+}, por lo que este catión puede afectar a la absorción y transporte del manganeso en la planta (Loué, 1988). Cuando comparamos las medias obtenidas para la relación Mn/Ca mediante el test de Duncan, usando la Anova de un factor y estudiamos los tratamientos como de diferente tipo o clase (Tabla IV.2.2.3.2.1), obtenemos en el muestreo IV que la aplicación de 83%Q + 17%SH y 67%Q + 33%SH produce valores superiores al resto y estadísticamente significativos del control, favoreciendo en ese caso al manganeso que no vería impedida su toma por parte de la planta.

IV.2.2.4. Parámetros de calidad de los frutos.

En el ensayo introductorio ya señalamos que las propiedades que determinan la calidad de los frutos están influenciadas por el nivel nutritivo de los limoneros.

En este ensayo de dosis volvemos a ocuparnos del fruto, y medimos los parámetros que se tienen en cuenta para evaluar su calidad. En la Tabla (2.2.4.1) recogemos las características medidas en los frutos de limón, tanto los madurados en cámara (M.C.) como los madurados en árbol (M.A.). En esta tabla se resumen los resultados de comparar las medias mediante el test de Duncan, considerando los tratamientos de distinta clase o tipo.

Tabla IV.2.2.4.1. Parámetros de calidad de limón cv Fino. Ensayo de Dosis.

TRAT	pH		Øe mm		Øp mm		Øe/Øp	
	M.C.	M.A.	M.C.	M.A.	M.C.	M.A.	M.C.	M.A.
100%Q (CTRL)	2,5a	2,2a	52a	64a	77a	93a	0,67a	0,70a
83%Q+17%SH	2,5a	2,2a	51a	**70b**	77a	100a	0,66a	0,71a
67%Q+33%SH	2,6a	2,2a	50a	68ab	76a	101a	0,66a	0,68a
50%Q+50%SH	2,6a	2,2a	51a	68ab	79a	99a	0,65a	0,69a
33%Q+67%SH	2,6a	2,2a	48a	66ab	74a	99a	0,65a	0,67a
Niv. sig.	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns

TRAT	Grosor corteza mm		Vitamina C mg/100ml		Peso g/fruto	
	M.C.	M.A.	M.C.	M.A.	M.C.	M.A.
100%Q (CTRL)	3,5a	6,1a	55a	43a	102a	159a
83%Q+17%SH	**4,6c**	6,2a	**72c**	**68b**	120a	**212b**
67%Q+33%SH	**4,3bc**	6,1a	**65bc**	60ab	117a	**200b**
50%Q+50%SH	3,7ab	6,1a	63ab	57ab	118a	**196b**
33%Q+67%SH	3,9ab	6,1a	57ab	**63b**	112a	181ab
Niv. sig.	**	ns	**	*	ns	**

M.C.: Madurado en cámara; M.A.: Madurado en el árbol.
ns: 0,05 < sig; * 0,01 < sig < 0,05; ** 0,001 < sig < 0,01; *** sig < 0,001

En los frutos madurados en el árbol obtenemos que la aplicación de 83%Q + 17%SH mejora el diámetro ecuatorial (Øe) de los frutos respecto al tratamiento control, aunque las diferencias no son significativas respecto al resto de tratamientos; este aumento no podemos relacionarlo con los niveles foliares de potasio, hierro o zinc ya que las concentraciones de estos elementos no fueron superiores para el tratamiento 83%Q + 17% SH con respecto al resto (Tabla IV.2.2.1.1 y Tabla IV.2.2.2.1). Recordemos que los limones se clasificaban en distintas categorías según su calibre o diámetro. Los limones preferidos para la exportación eran los que pertenecían a la categoría 4 (58-67 mm), en este ensayo de dosis los limones de los distintos tratamientos entrarían en la categoría 6 (48-52 mm), no siendo tan bien considerados; debemos tener en cuenta que a los frutos madurados en árbol no les aplicamos esta clasificación por categorías ya que los limones destinados a la exportación son recolectados antes de que alcancen su madurez en el árbol.

Si nos fijamos ahora en el grosor de corteza (Tabla IV.2.2.4.1), observamos en los frutos madurados en cámara, que aquellos limones procedentes de árboles tratados con 83%Q + 17%SH y 67%Q + 33%SH, tienen un grosor de corteza superior al del resto de tratamientos. Los valores obtenidos son estadísticamente diferentes para el tratamiento control cuando se trata del tratamiento 67%Q + 33%SH, mientras que para el tratamiento 83%Q + 17%SH los valores son estadísticamente diferentes del tratamiento control, del 50%Q + 50%SH y del 67%Q + 33%SH. Como ya dijimos en la anterior experiencia del limón, el grosor de la corteza está relacionada con el contenido de P y Mg, siendo la corteza más gruesa en estados deficientes de fósforo y de exceso de magnesio; en esta ocasión

tampoco podemos explicar el aumento del grosor de la corteza encontrado con el contenido de estos macronutrientes en la hoja ya que los contenidos de magnesio no se ven afectados por los tratamientos, y los niveles de fósforo en la planta son estimulados en ciertos periodos de la experiencia por la aplicación de quelato más sustancias húmicas.

La aplicación de 83%Q + 17%SH mejora estadísticamente el contenido en vitamina C de los frutos respecto al control, tanto en el caso de que el fruto sea madurado en cámara como si es madurado en el árbol (Tabla IV.2.2.4.1). Agustí et al (1991) afirma que el nivel normal de vitamina C en los limones debe ser como mínimo de 50 mg/100ml, en los frutos madurados en cámara. Los frutos de todos los tratamientos alcanzan este nivel, mientras que en el fruto madurado en el árbol, sólo superan los 50 mg/100ml de vitamina C, los frutos obtenidos de los árboles a los que se les aplicó quelato de hierro y sustancias húmicas, siendo estadísticamente diferentes del control los del tratamiento 83%Q + 17%SH, como ya hemos dicho, y los del tratamiento 33%Q + 67%SH.

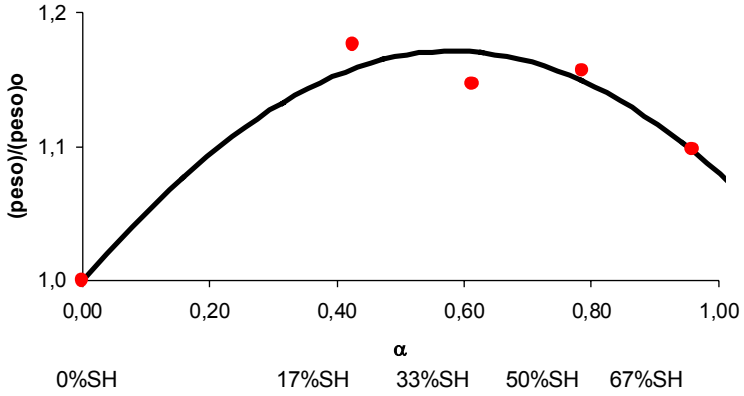
Pasamos por último a considerar el peso del fruto (Tabla IV.2.2.4.1). Los frutos madurados en cámara no se diferenciaron teniendo en cuenta los tratamientos, mientras que los frutos madurados en el árbol y a cuyos árboles se les aplicó quelato y sustancias húmicas tenían un mayor peso, siendo estadísticamente superiores al control, los frutos de los tratamientos 83%Q + 17%SH, 67%Q + 33%SH y 50%Q + 50%SH y 33%Q.

Ni el pH del zumo, ni el diámetro polar (Øp), ni la esfericidad (Øe/Øp) de los frutos madurados en cámara o en el árbol se diferenciaron según los tratamientos.

Abordamos a continuación, el estudio de regresión de los resultados obtenidos al relacionar los valores encontrados para los parámetros de calidad del fruto con la cantidad de sustancias húmicas que tiene cada tratamiento.

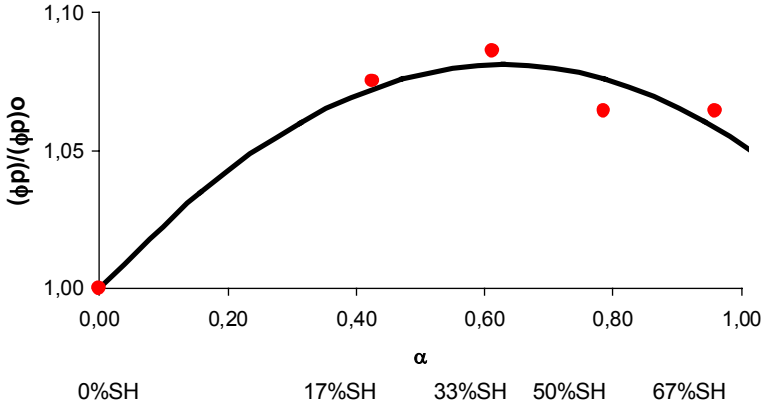
A través de este tratamiento estadístico, en los frutos madurados en cámara observamos un comportamiento exponencial entre los gramos/fruto y los porcentajes de sustancias húmicas. Según este comportamiento la aplicación de SH produce un incremento en el peso por limón respecto al control. Los frutos de mayor peso los obtendríamos para un porcentaje de sustitución del 30 % (Figura IV.2.2.4.1.1).

En los frutos madurados en el árbol, cuando se relacionan el diámetro polar (ϕ_p) del fruto (Figura IV.2.2.4.1.2) con la cantidad de quelato de hierro sustituido, obtenemos un comportamiento exponencial, donde la inclusión de sustancias húmicas en los tratamientos produce un aumento en el diámetro del fruto, obteniéndose los frutos de mayor diámetro polar para una sustitución del 35% de quelato por sustancias húmicas.



Ecuación	b	Desv. típica al 95%	c	Desv. típica al 95%	R^2
$y = \exp[b \cdot x + c \cdot x^2]$	0,54	± 0,05	-0,47	± 0,06	0,951

Figura IV.2.2.4.1.1. Comportamiento del peso del fruto madurado en cámara. Ensayo de dosis en limón cv Fino.



Ecuación	b	Desv. típica al 95%	c	Desv. típica al 95%	R^2
$y = \exp[b \cdot x + c \cdot x^2]$	0,25	± 0,03	-0,20	± 0,03	0,955

Figura IV.2.2.4.2. Comportamiento del diámetro polar en el fruto madurado en árbol. Ensayo de dosis en limón cv Fino.

Los resultados del ensayo de dosis en limón cv Fino los podemos resumir en los siguientes puntos:

- *Los tratamientos con mayor índice de sustitución de quelatos por sustancias húmicas (50%Q + 50%SH y 33%Q + 67%SH) producen los mayores descensos en la concentración foliar de sodio durante todos los muestreos de la experiencia (Tabla IV.2.2.1.1, Figura IV.2.2.1.1). Además, estos mismos tratamientos mejoran la concentración de fósforo en la planta (Tabla IV.2.2.1.1, Figura IV.2.2.1.4).*
- *Respecto a los micronutrientes, los tratamientos con mayor cantidad de sustancias húmicas volvieron a ser los que se diferenciaron del resto. La aplicación de 50%Q + 50%SH y 33%Q + 67%SH condujeron a las concentraciones foliares más altas de hierro (Tabla IV.2.2.2.1).*
- *En los muestreos II, III y con las medias de los tres muestreos, también la sustitución de quelato por sustancias húmicas produjo mejoras en las concentraciones de cobre (Tabla IV.2.2.2.1) y en las de manganeso (Figura IV.2.2.2.2).*
- *En cuanto a las relaciones entre el hierro con otros elementos, en el muestreo II el hierro fue el elemento favorecido en los cocientes K/Fe y Zn/Fe cuando se incluían sustancias húmicas en los tratamientos, por el contrario en este mismo muestreo la relación Cu/Fe favorecía al cobre en los tratamientos con sustancias húmicas. En la relación P/Fe, también los tratamientos con sustancias húmicas favorecieron al fósforo en los muestreos III y en las medidas repetidas (Tabla IV.2.2.3.1.1).*
- *En las relaciones entre otros elementos distintos al hierro, volvió a destacar el cociente Na/Ca, el cual disminuyó en todos los muestreos para los tratamientos con sustancias húmicas al reducir*

éstos el nivel de sodio en la planta (Tabla IV.2.2.3.2.1, Figura IV.2.2.3.2.5).

- *Con los frutos madurados en cámara, observamos que la aplicación de 83%Q + 17%SH y 67%Q + 33% SH aumentaban el grosor de la corteza y el contenido en zumo de vitamina C (Tabla IV.2.2.4.1). En el peso de los frutos encontramos un incremento con los tratamientos con sustancias húmicas. Según la trayectoria obtenida, los frutos de mayor peso se alcanzarían cuando las sustancias húmicas sustituyeran en un 35% al quelato de hierro (Figura IV.2.2.4.1). En los frutos madurados en el árbol, la aplicación de 83%Q + 17%SH produjo limones con mayor diámetro ecuatorial, mayor contenido en vitamina C (al igual que el tratamiento 33%Q + 67% SH) y mayor peso (junto con los tratamientos 67%Q + 33%SH y 50%Q + 50%SH) (Tabla IV.2.2.4.1).*

IV.2.3. Ensayo de dosis en uva de mesa.

IV.2.3.1. Contenido en macronutrientes.

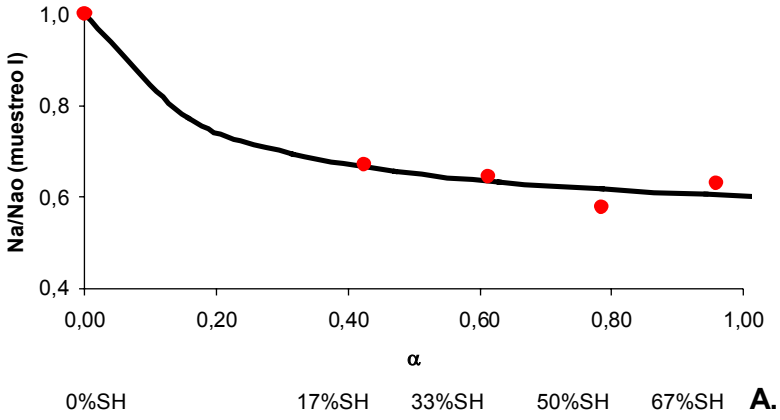
Afrontamos el último de los ensayos de dosis llevados a cabo en los cultivos más importantes de la zona, y empezamos valorando las concentraciones foliares de macronutrientes que hemos obtenido.

Los porcentajes de **sodio** foliar (Tabla IV.2.3.1.1) encontrados en todas las cepas del ensayo, superaban los índices de normalidad señalados por Sala (1987) y Etchevers (1983) y que eran respectivamente 0,02-0,03% y 0,04-0,10%. Cook (1978) recordemos que afirmaba que el porcentaje foliar de sodio en uva de mesa no debe superar nunca el 0,5%. En el muestreo I el tratamiento control superaba ampliamente ese porcentaje, el tratamiento 83%Q + 17%SH estaba muy próximo al nivel de normalidad de Cook (1978), mientras que el resto de tratamientos que incluían sustancias húmicas producían porcentajes adecuados de sodio para este autor; en el muestreo II los porcentajes de sodio foliar fueron normales independientemente de los tratamientos, si seguimos el criterio de Cook (1978), sin embargo en el muestreo III la concentración de sodio vuelve a subir, y se sitúa por encima del 0,5%.

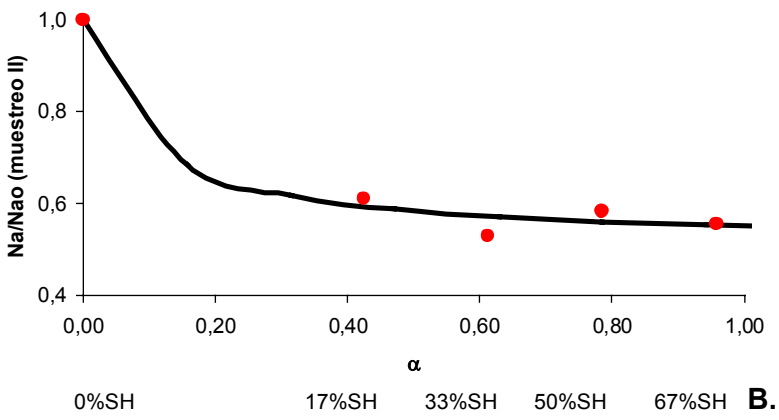
Con la comparación de medias mediante el test de Duncan (Tabla IV.2.3.1.1), obtenemos en los muestreos I y II que la inclusión de sustancias húmicas en los tratamientos produce porcentajes de sodio significativamente inferiores a los obtenidos con el tratamiento control; en el muestreo III son los tratamientos 67%Q + 33%SH y 33%Q + 67%SH los que producen concentraciones foliares significativamente

inferiores a las obtenidas con el tratamiento control, aunque no se diferencian de los tratamientos 83%Q + 17%SH y 50%Q + 50%SH. El análisis de medidas repetidas, que también compara las medias mediante el test de Duncan, mostró que la aplicación de 83%Q + 17%SH, 67%Q + 33%SH y 33%Q + 67%SH disminuían los contenidos de sodio foliar en las cepas tratadas, respecto al tratamiento control.

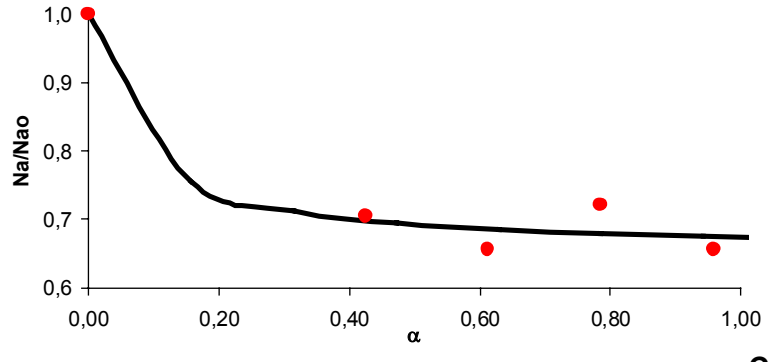
En los muestreos I y II y considerando la media de los tres muestreos, encontramos una relación hiperbólica entre la cantidad de sustancias húmicas aplicadas, con la concentración foliar de sodio en las cepas (Figura IV.3.2.1.1), de manera que la aplicación de sustancias húmicas produce un descenso en los contenidos de sodio, siendo este descenso independiente de la cantidad de SH que está presente en los tratamientos. En los muestreos I y II, el descenso en los contenidos foliares de sodio que se produce con la incorporación de sustancias húmicas en los tratamientos es de un 46 y de un 49% respectivamente, mientras que en las medias de los tres muestreos el descenso en los niveles de sodio es del 35%. Cuesta (1994) también obtuvó descensos en los niveles de sodio cuando aplicó ácidos húmicos al suelo en uva de mesa, la explicación que da a este fenómeno se basa en la capacidad de la materia orgánica para reaccionar con cationes monovalentes como el Na^+, por cambio catiónico, formando sales con los grupos COOH de la materia orgánica; sin embargo pensamos que debemos también tener en cuenta la acción de las sustancias húmicas en los osmoreguladores relacionados con la salinidad como la prolina (Ramos, 2000).



Ecuación	b	Desv. típica al 95%	c	Desv. típica al 95%	R^2
1-b·x/(c+x)	0,46	± 0,07	0,2	± 0,1	0,980



Ecuación	b	Desv. típica al 95%	c	Desv. típica al 95%	R^2
1-b·x/(c+x)	0,49	± 0,07	0,1	± 0,1	0,982



Ecuación	b	Desv. típica al 95%	c	Desv. típica al 95%	R^2
1-b·x/(c+x)	0,35	± 0,07	0,1	± 0,1	0,963

Figura IV.2.3.1.1. Comportamiento del contenido de sodio foliar con los tratamientos. Ensayo de dosis en uva cv Italia. ***A.*** *Muestreo I.* ***B.*** *Muestreo II.* ***C.*** *Media de los tres muestreos.*

Tabla IV.2.3.1.1. Contenido en macronutrientes en uva de mesa cv Italia. Ensayo de Dosis.

SODIO %	MUESTREO I	MUESTREO II	MUESTREO III	MEDIDAS REPETIDAS
100% Q (ctrl)	0,76b	0,36b	0,71b	0,61b
83% Q + 17% SH	**0,51a**	**0,22a**	0,57ab	**0,43a**
67% Q + 33% SH	**0,49a**	**0,19a**	**0,52a**	**0,40a**
50% Q + 50% SH	**0,44a**	**0,21a**	0,67ab	0,44ab
33% Q + 67% SH	**0,48a**	**0,20a**	**0,51a**	**0,40a**
Niv. sig.	*	*	*	**
POTASIO %				
100% Q (ctrl)	1,2a	0,92a	0,51a	0,65a
83% Q + 17% SH	1,1a	0,92a	0,61a	0,71a
67% Q + 33% SH	1,2a	0,84a	0,56a	0,65a
50% Q + 50% SH	1,2a	0,83a	0,48a	0,60a
33% Q + 67% SH	1,2a	0,84a	0,51a	0,62a
Niv. sig.	ns	ns	ns	ns
CALCIO %				
100% Q (ctrl)	1,3a	2,4a	2,9a	2,2a
83% Q + 17% SH	1,3a	2,4a	3,0a	2,2a
67% Q + 33% SH	**1,7b**	2,6ab	2,8a	2,3a
50% Q + 50% SH	1,3a	2,6ab	3,6a	2,5a
33% Q + 67% SH	1,3a	**2,7b**	3,0a	2,3a
Niv. sig.	*	*	ns	ns
MAGNESIO %				
100% Q (ctrl)	0,47a	0,84a	1,1b	0,81a
83% Q + 17% SH	0,47a	0,85a	1,1b	0,81a
67% Q + 33% SH	0,53a	0,85a	1,1b	0,83a
50% Q + 50% SH	0,54a	0,87a	1,1b	0,85a
33% Q + 67% SH	0,52a	0,86a	1,0a	0,79a
Niv. sig.	ns	ns	*	ns
FÓSFORO %				
100% Q (ctrl)	0,082a	0,29a	0,24a	0,204a
83% Q + 17% SH	**0,097b**	0,31a	0,25a	0,218ab
67% Q + 33% SH	**0,110c**	**0,35b**	0,22a	**0,228bc**
50% Q + 50% SH	**0,113cd**	**0,40c**	0,22a	**0,242c**
33% Q + 67% SH	**0,124d**	**0,39bc**	0,20a	**0,238bc**
Niv. sig.	***	***	ns	**

ns: 0,05 < sig; * 0,01 < sig < 0,05; ** 0,001 < sig < 0,01; *** sig < 0,001

Los porcentajes de **potasio** adecuados para un desarrollo óptimo de las cepas son entre 1,01 y1,60% (Fregoni, 1980; Bergmann, 1985 y Winkler et al., 1974); en nuestro ensayo (Tabla IV.2.3.1.1) sólo los valores del muestreo I se pueden considerar normales, en los

muestreos II y III los contenidos de potasio foliar estarían por debajo del mínimo marcado como normal, independientemente de los tratamientos

El estudio estadístico que pretende resolver la cuestión sobre las diferencias significativas entre los tratamientos en el caso de los niveles de potasio (Tabla IV.2.3.1.1), mostró que estas diferencias no existían al comparar las medias obtenidas para el potasio en cada tratamiento en ninguno de los tres muestreos, ni con las medidas repetidas (Tabla IV.2.3.1.1).

BIBLIOTECA VIRTUAL

Los niveles de **calcio** obtenidos (Tabla IV.2.3.1.1) son considerados normales durante toda la experiencia según Samish et al. (1961): 1,27-3,19 %Ca; para Fillol (1972): 1,97-2,59%, los valores del muestreo I estarían por debajo de la normalidad, pero en el muestreo II serían adecuados y en el muestreo III estarían por encima de lo adecuado, para Fregoni (1980): 2,51-3,50%, en el muestreo I los porcentajes de Ca serían deficientes, mientras en el muestreo II sólo en aquellas cepas tratadas con grandes cantidades de sustancias húmicas (33%, 50% y 67%) se obtienen valores idóneos de calcio, en el muestreo III los valores obtenidos serían normales, para Sala (1987): 3,05-3,70%, todos los tratamientos con SH, a excepción del 33%Q + 67%SH, producen en las hojas concentraciones normales de calcio. Podemos observar como entre los autores existe una gran disparidad a la hora de establecer los valores normales de calcio en la hoja. Respecto a la evolución en el tiempo, la tendencia es un aumento en el contenido de calcio en hojas a lo largo del ciclo de cultivo, lo que coincide con los resultados de Cuesta (1994), aunque no con los obtenidos en el ensayo introductorio, en el que el aumento del % de

calcio foliar se produce hasta la floración, manteniéndose a partir de entonces constante.

Como ya dijimos en el ensayo introductorio en uva de mesa, una característica de las vides del valle del Vinalopó es su bajo contenido en calcio foliar (Navarro et al, 1991), a pesar del alto contenido en caliza de los suelos donde se desarrollan. Es importante, por consiguiente, señalar que en el muestreo I y II la aplicación de 67%Q + 33%SH y de 33%Q + 67%SH respectivamente, mejoran las concentraciones de calcio (Tabla IV.2.3.1.1) respecto al tratamiento control, de manera significativa cuando comparamos las medias, considerando los tratamiento cualitativamente.

Tuvimos oportunidad de mencionar en el ensayo introductorio en uva de mesa, la disparidad que existe entre los diferentes autores que marcan los niveles adecuados de **magnesio** foliar; de forma general podemos afirmar que las concentraciones de magnesio obtenidas en el muestreo I (Tabla IV.2.3.1.1) son normales para la mayoría de autores (Winkler et al., 1974; Bergmann, 1985; Etchevers, 1983; Cook, 1978; Sala, 1978); únicamente si tenemos en cuenta el intervalo de normalidad de Fregoni (1980) (0,24-0,27 % Mg), debemos considerar que los porcentajes de Mg superan el máximo de ese intervalo. En los muestreos II y III (Tabla IV.2.3.1.1) los porcentajes de Mg obtenidos superan los valores que Winkler et al. (1974), Fregoni (1980), Bergmann (1985), Etchevers (1983), Cook (1978) y Sala (1978) consideran adecuados. Respecto al comportamiento de las concentraciones de magnesio con el tiempo, la evolución mostró que se producía una acumulación de magnesio en las hojas de vid a lo largo del ciclo de cultivo, esta tendencia también la obtuvimos en el

ensayo introductorio aunque no de forma tan importante como en este ensayo.

El análisis estadístico cualitativo (Tabla IV.2.3.1.1) no mostró diferencias entre los tratamientos en los muestreos I y II, aunque en el muestreo III, la aplicación de 33%Q + 67%SH produjo contenidos de magnesio en la hoja inferiores significativamente a los obtenidos por los otros tratamientos. El análisis de medidas repetidas tampoco ofreció diferencias significativas entre los tratamientos.

Si tenemos en cuenta a autores como Winkler et al. (1974), Fregoni (1980), Bergmann (1985) y Cook et al. (1956) podemos establecer como intervalo idóneo para el % de **fósforo** en hoja el que oscila entre 0,15 y 0,60% P, de manera que en el muestreo I (Tabla IV.2.3.1.1) los valores encontrados para los distintos tratamientos serían deficientes, mientras que en los muestreos II y III (Tabla IV.2.3.1.1) los valores de P serían normales para todos los tratamientos.

La comparación de medias de las concentraciones de fósforo obtenidas según cada tratamiento nos mostró en los muestreos I y II (Tabla IV.2.3.1.1) que la aplicación de sustancias húmicas mejoraban los niveles de fósforo en las cepas, a excepción de las vides tratadas con 83%Q + 17%SH en el segundo muestreo; además debemos señalar que son los tratamientos con un mayor porcentaje de sustancias húmicas los que producen un mayor incremento en el % de fósforo (33%Q + 67%SH en el muestreo I, 50%Q + 50%SH en el muestreo II). Con las medidas repetidas, la aplicación de sustancias húmicas en los mayores porcentajes también volvió a producir

elevados contenidos foliares de fósforo, siendo las concentraciones diferentes estadísticamente respecto del control.

En el caso del fósforo encontramos en el muestreos I, un comportamiento lineal para la relación entre el % de P foliar y el % de sustancias húmicas presente en los tratamientos (Figura IV.2.3.1.2), de manera que conforme mayor es el porcentaje de sustancias húmicas, mayor es el contenido de fósforo en la hoja, produciendo el tratamiento 33%Q + 67% SH un incremento de más del 50% en la concentración de fósforo, respecto al control.

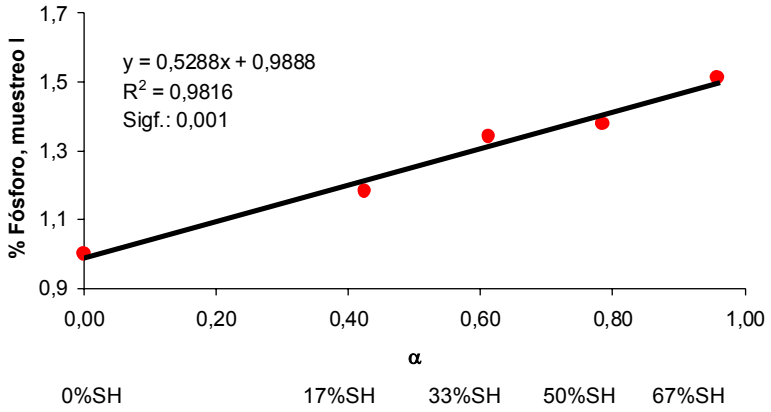


Figura IV.2.3.1.2. Comportamiento del contenido de fósforo foliar con los tratamientos en el muestreo I. Ensayo de dosis en uva cv Italia.

IV.2.3.2 Contenido en micronutrientes.

La vid es uno de los principales cultivos afectados por la clorosis férrica, esta afirmación ha sido constatada por numerosos autores (Bergmann, 1992, Scholl, 1979, Fardossi et al. ,1984, Mengel et al. 1987). Ya en el siglo XIX, Gris describió la deficiencia de hierro en vid y la clasificó como una enfermedad nutricional. Se trata por tanto de uno

de los principales problemas que afectan a este cultivo. Los tratamientos aplicados a las cepas y que incluían sustancias húmicas, mejoraron en algunos casos los contenidos de hierro en las hojas, veamos los resultados detalladamente.

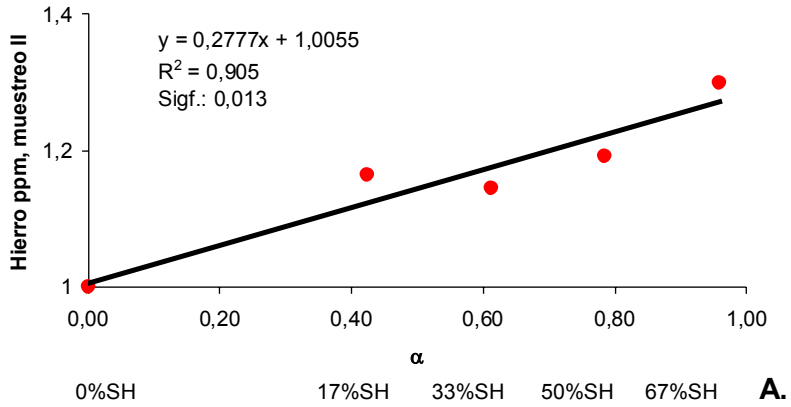
Las concentraciones de hierro obtenidas en los tres muestreos (Tabla IV.2.3.2.1) serían deficientes si tomamos en cuenta el intervalo de normalidad de Sala (1987): 180-200 ppm Fe, mientras que serían normales si asumimos los valores de referencia de Fregoni (1980): 101-250. En este ensayo volvemos a observar una acumulación en el tiempo del hierro en las hojas, tal y como sucedió en el ensayo introductorio en este cultivo.

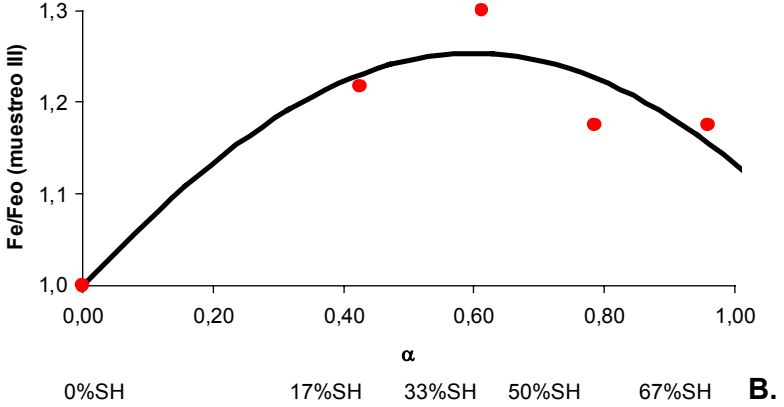
La comparación de medias, utilizando el test de Duncan para concluir si entre los tratamientos existen diferencias significativas (Tabla IV.2.3.2.1), mostró en el muestreo I y II que los tratamientos con los mayores porcentajes de sustancias húmicas producían las concentraciones de hierro más elevadas y estadísticamente diferentes del tratamiento control. En el muestreo III, todos los tratamientos con sustancias húmicas produjeron contenidos de hierro foliar superiores a los obtenidos mediante el tratamiento control (100%Q). El análisis de medidas repetidas, que nos ofrece una visión general del comportamiento de los tratamientos en toda la experiencia, reveló que la aplicación de sustancias húmicas mejoraba sensiblemente la eficacia del quelato de hierro aplicado.

En el muestreo II y considerando la media de los tres muestreos hemos encontrado relaciones lineales entre las concentraciones de hierro obtenidas con la cantidad de sustancias húmicas que sustituían

al quelato de hierro en los tratamientos (Figura IV.2.3.2.1), en las que los tratamientos con mayor cantidad de sustancias húmicas daban lugar a las concentraciones más altas de hierro foliar, aumentando en un 30% en el caso del muestreo II y de un 23% en el caso de las medias de los muestreos. En el muestreo III, encontramos un comportamiento distinto; al incluir las sustancias húmicas en los tratamientos se produce un incremento exponecial en la concentración de hierro respecto al tratamiento control (100%Q), alcanzando el máximo cuando sustituimos un 32% de quelato por sustancias húmicas presente en dichos tratamientos, con ese tratamiento alcanzaríamos una concentración de hierro un 25% superior a la obtenida con el tratamiento control. Debemos destacar que las mayores concentraciones de hierro foliar se obtienen con los tratamientos con menos cantidad de quelato de hierro, poniéndose de manifiesto la incidencia de las sustancias húmicas en la toma de hierro.

Los niveles de **cobre** foliar obtenidos en esta experiencia (Tabla IV.2.3.2.1) se mantuvieron por lo general constantes a lo largo del ensayo. El intervalo de concentraciones obtenidas fue10-16 ppm Cu, de forma que podemos considerar estos contenidos de cobre como normales si los comparamos con los niveles de referencia de autores como Fregoni (1980), Fillol (1972), Maynard (1979) y Bergmann (1985).





Ecuación	b	Desv. típica al 95%	c	Desv. típica al 95%	R^2
$y=\exp(b\cdot x+c\cdot x^2)$	0,7	± 0,1	-0,6	± 0,1	0,888

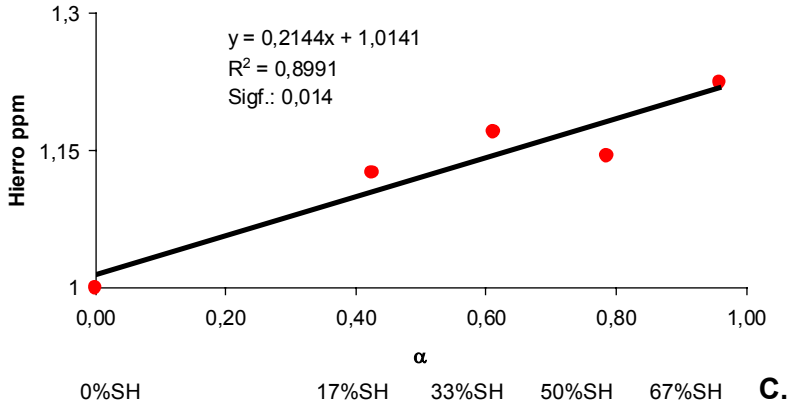


Figura IV.2.3.2.1. Comportamiento del contenido de hierro foliar con los tratamientos. Ensayo de dosis en uva cv Italia. ***A.*** *Muestreo II.* ***B.*** *Muestreo III.* ***C.*** *Media de los tres muestreos.*

La comparación de las concentraciones de cobre obtenidas en cada muestreo (Tabla IV.2.3.2.1) mostró en el I y con las medidas repetidas, que los tratamientos 67%Q + 33%SH y 50%Q + 50%SH producían niveles de cobre inferiores estadísticamente del resto de tratamientos con sustancias húmicas e incluso en el muestreo I, inferiores significativamente al tratamiento control.

Tabla IV.2.3.2.1. Contenido en micronutrientes en uva de mesa cv Italia. Ensayo de Dosis.

HIERRO ppm	MUESTREO I	MUESTREO II	MUESTREO III	MEDIDAS REPETIDAS
100% Q (ctrl)	102a	110a	120a	111a
83% Q + 17% SH	103a	128ab	**146b**	**125b**
67% Q + 33% SH	108a	126ab	**156b**	**130bc**
50% Q + 50% SH	108a	131ab	**141b**	**127b**
33% Q + 67% SH	**125b**	**143b**	**141b**	**136c**
Niv. signif.	**	*	**	***
COBRE ppm				
100% Q (ctrl)	14b	14a	15a	14ab
83% Q + 17% SH	15b	16a	14a	15b
67% Q + 33% SH	11a	14a	14a	13a
50% Q + 50% SH	10a	13a	13a	12a
33% Q + 67% SH	16b	12a	12a	13a
Niv. signif.	**	ns	ns	*
MANGANESO ppm				
100% Q (ctrl)	94a	108a	139a	114a
83% Q + 17% SH	91a	110a	144a	115a
67% Q + 33% SH	99a	120a	139a	119a
50% Q + 50% SH	94a	113a	129a	112a
33% Q + 67% SH	102a	117a	134a	118a
Niv. signif.	ns	ns	ns	ns
ZINC ppm				
100% Q (ctrl)	26a	26a	42c	31a
83% Q + 17% SH	25a	27a	37bc	30a
67% Q + 33% SH	27a	31a	33ab	30a
50% Q + 50% SH	26a	28a	29ab	28a
33% Q + 67% SH	27a	32a	24a	28a
Niv. signif.	ns	ns	**	ns

ns: 0,05 < sig; * 0,01 < sig < 0,05; ** 0,001 < sig < 0,01; *** sig < 0,001

Las concentraciones de **manganeso** foliar obtenidas (Tabla IV.3.2.2.1) podemos considerarlas normales en toda la experiencia

según los valores de referencia de Fregoni (1980), Etchevers et al. (1983) y Sala (1987). Según Bergmann (1985) los valores normales de las concentraciones de manganeso foliar en vid son de 30 a 100 ppm, por tanto en los muestreos II y III los valores encontrados serían superiores a los marcados por este autor como normales.

El estudio estadístico cualitativo no mostró, en el caso del manganeso, diferencias significativas entre los tratamientos.

Fregoni (1980), Winkler et al. (1974), Sala (1987) y Fillol (1972) establecen como concentraciones adecuadas de **zinc** en la hoja de vid el margen 25-45 ppm, Bergmann (1985) amplía dicho margen hasta 70 ppm, mientras que Ribereau-Gayon (1982), Maynard (1979) y Rodríguez et al. (1972) estrechan el intervalo a 20-25 ppm. Según la bibliografía podemos pues considerar como normales los valores de zinc encontrados en el ensayo de dosis en uva de mesa (Tabla IV.2.3.2.1) en los muestreos I, II y III. En este último los valores para los tratamientos 100%Q y 83%Q + 17%SH superarían la normalidad según Ribereau-Gayon (1982), Maynard (1979) y Rodríguez et al. (1972).

La comparación de medias reveló en el muestreo III (Tabla IV.2.3.2.1), que la aplicación de 67%Q + 33%SH, 50%Q + 50%SH y 33%Q + 67%SH producían concentraciones de zinc significativamente inferiores a la obtenida con el tratamiento control. Las medidas repetidas no ofrecieron en este caso diferencias significativas entre los tratamientos.

Con el muestreo III obtuvimos una relación entre las concentraciones de zinc foliares y las cantidades de sustancias

húmicas en los tratamientos (Figura IV.2.3.2.2). En este caso obtenemos un descenso lineal en los contenidos de zinc al aumentar la presencia de las SH, de manera que la sustitución de un 33% de quelato por sustancias húmicas producía un nivel de zinc un 43% inferior al tratamiento control.

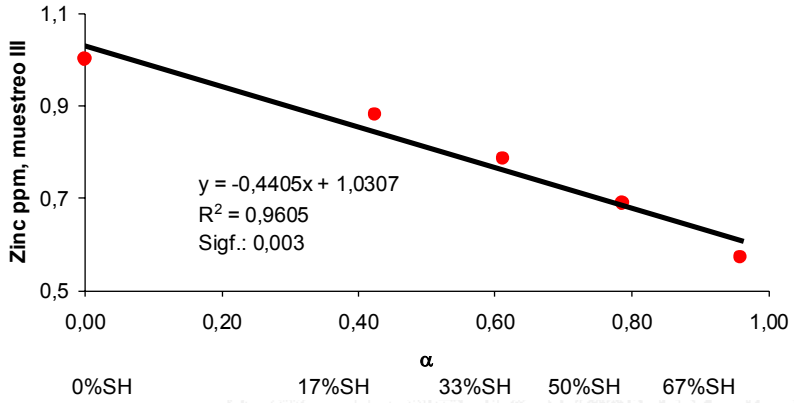


Figura IV.2.3.2.2. Comportamiento del contenido de zinc foliar con los tratamientos en el muestreo III. Ensayo de dosis en uva cv Italia.

IV.2.3.3. Relaciones entre nutrientes.

IV.2.3.3.1. Relaciones del hierro con otros elementos.

La relación **K/Fe** tiene especial interés en los casos en los que las concentraciones de hierro son tóxicas para el desarrollo del vegetal ya que Mengel (1987) afirma que la toxicidad del hierro se puede asociar en algunas ocasiones con la deficiencia de potasio. Hablar de toxicidades de hierro en la vid es prácticamente imposible en cultivos desarrollados en toda la zona mediterránea, donde el problema de la deficiencia férrica es tan generalizado. Sin embargo, la deficiencia de potasio sí la podemos encontrar más fácilmente en las plantas, de

hecho recordemos que en este *ensayo de dosis en uva de mesa* las concentraciones de potasio en los muestreo II y III eran ligeramente deficientes (Tabla IV.2.3.1.1), por tanto debemos estudiar que relación guardan estos dos elementos y concluir si el hierro es responsable de los bajos contenidos de potasio en la hoja.

Comparando las medias obtenidas de los cocientes K/Fe (Tabla IV.2.3.3.1.1), encontramos diferencias significativas entre los tratamientos en el muestreo II; en este caso la aplicación de quelatos y sustancias húmicas produce relaciones K/Fe menores que las obtenidas por el tratamiento control. Los tratamientos donde se sustituyen altos porcentajes de quelato de hierro por sustancias húmicas (50%Q + 50%SH y 33%Q + 67%SH) son los que favorecen más al hierro, produciendo los cocientes K/Fe más bajos. En el muestreo III, aunque los niveles de potasio también son bajos, las relación K/Fe no muestra diferencias entre los tratamientos. Con el análisis de medidas repetidas obtuvimos que el tratamiento 33%Q +67%SH producía el valor más bajo del cociente K/Fe, que aunque no era estadísticamente significativo del resto de tratamientos con sustancias húmicas, sí lo era del tratamiento control (100%Q).

El estudio estadístico que tiene en cuenta el contenido de sustancias húmicas en los tratamientos y correlaciona los valores de la relación K/Fe encontrados, con el porcentaje de SH aplicadas, permitió encontrar para el muestreo II y para la media de los tres muestreos un comportamiento lineal tal que el cociente K/Fe disminuía al aumentar la sustitución del quelato de hierro aplicado por las sustancias húmicas, siendo los mayores descensos de un 30% en el muestreo II y de un

19% con la media de los tres muestreos, favoreciendo en estos caso al hierro (Figura IV.2.3.3.1.1).

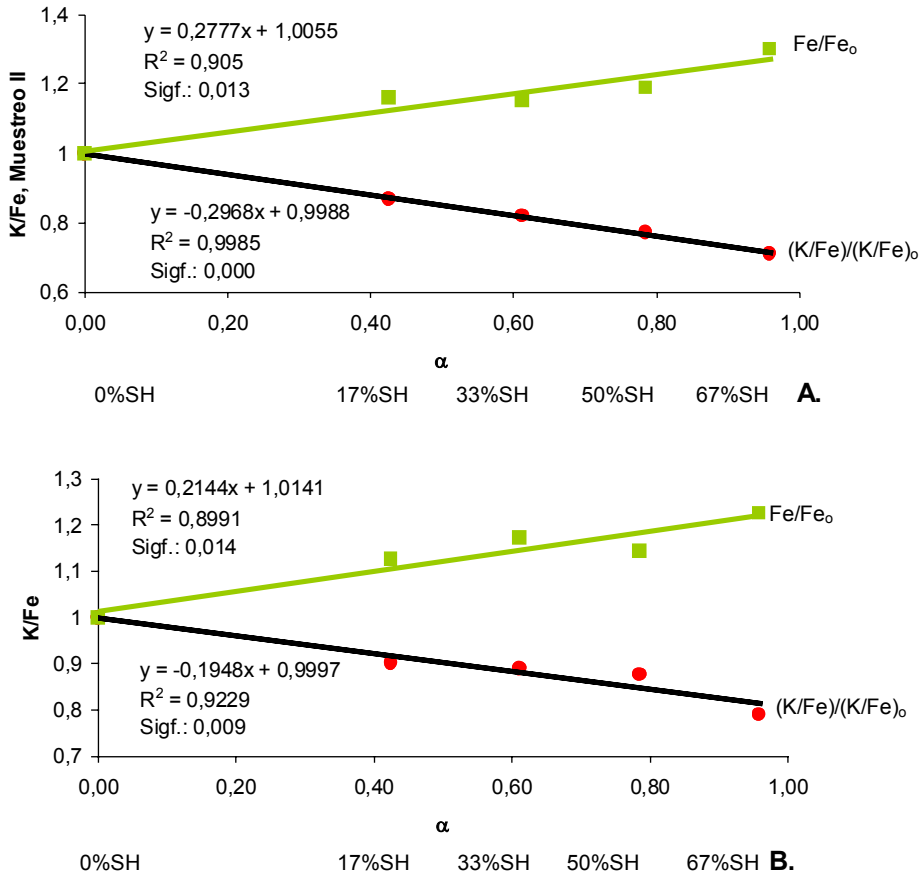


*Figura IV.2.3.3.1.1. Comportamiento de la relación K/Fe con los tratamientos. (**A.**) Muestreo II. (**B.**) Media de los tres muestreos. Ensayo de dosis en uva cv Italia.*

Tabla IV.2.3.3.1.1. Relaciones entre el hierro y otros nutrientes. Ensayo de dosis en uva de mesa.

K/Fe x 10^2	Muestreo I	Muestreo II	Muestreo III	Medidas repetidas
100% Q (ctrl)	1,2a	0,83c	0,43a	0,81b
83% Q + 17% SH	1,1a	**0,72b**	0,42a	0,73ab
67% Q + 33% SH	1,1a	**0,68ab**	0,36a	0,72ab
50% Q + 50% SH	1,1a	**0,64a**	0,34a	0,71ab
33% Q + 67% SH	1,0a	**0,59a**	0,37a	**0,64a**
Niv. significat.	ns	**	ns	*
Ca/Fe x 10^2				
100% Q (ctrl)	1,3ab	2,2a	2,4a	2,0a
83% Q + 17% SH	1,3ab	1,9a	2,1a	1,8a
67% Q + 33% SH	1,6b	2,1a	1,8a	1,8a
50% Q + 50% SH	1,2a	2,0a	2,6a	1,9a
33% Q + 67% SH	1,0a	1,9a	2,1a	1,7a
Niv. significat.	*	ns	ns	ns
P/Fe				
100% Q (ctrl)	8,4a	26a	20b	18a
83% Q + 17% SH	9,5ab	24a	**17a**	17a
67% Q + 33% SH	10,4b	29a	**14a**	18a
50% Q + 50% SH	10,4b	30a	**16a**	19a
33% Q + 67% SH	9,9b	28a	**14a**	17a
Niv. significat.	*	ns	**	ns
Mn/Fe x 10^{-1}				
100% Q (ctrl)	9,2a	9,8a	11,8a	10,3a
83% Q + 17% SH	9,0a	8,7a	9,8a	9,1a
67% Q + 33% SH	9,3a	9,9a	8,9a	9,4a
50% Q + 50% SH	8,7a	8,7a	9,4a	8,9a
33% Q + 67% SH	8,3a	8,2a	9,6a	8,7a
Niv.significat	ns	ns	ns	ns
Zn/Fe x 10^{-1}				
100% Q (ctrl)	2,6a	2,4a	0,35c	0,28b
83% Q + 17% SH	2,5a	2,1a	**0,26b**	**0,24a**
67% Q + 33% SH	2,6a	2,4a	**0,21ab**	**0,24a**
50% Q + 50% SH	2,4a	2,1a	**0,21ab**	**0,22a**
33% Q + 67% SH	2,2a	2,2a	**0,18a**	**0,21a**
Niv. significat	ns	ns	***	**
Cu/Fe x 10^{-1}				
100% Q (ctrl)	1,3bc	1,2bc	1,3b	1,3b
83% Q + 17% SH	1,5c	1,3c	**0,96a**	1,2b
67% Q + 33% SH	1,0ab	1,1bc	**0,92a**	**1,0a**
50% Q + 50% SH	**0,97a**	**1,0ab**	**0,91a**	**0,97a**
33% Q + 67% SH	1,3abc	**0,87a**	**0,85a**	**0,99a**
Niv. significat	**	**	*	***

ns: 0,05 < sig; * 0,01 < sig < 0,05; ** 0,001 < sig < 0,01; *** sig < 0,001

Los menores valores obtenidos en la relación K/Fe, para los tratamientos que incluyen sustancias húmicas, se correlacionan con el incremento en los niveles de hierro con estos tratamientos (Tabla

IV.2.3.2.1) ya que los niveles de potasio no se ven afectados por la aplicación de sustancias húmicas (Tabla IV.2.3.1.1).

Respecto a la relación **Ca/Fe**, recordemos que estudiamos este cociente ya que una de las causas de la clorosis férrica puede ser los elevados contenidos de calcio (Bergmann, 1992). Sólo en el muestreo I existen diferencias significativas entre las relaciones Ca/Fe obtenidas según los tratamientos (Tabla IV.2.3.3.1.1); en este caso los cocientes Ca:Fe obtenidos para los tratamientos que contienen sustancias húmicas no son diferentes estadísticamente del tratamiento control, son los tratamientos con mayor contenido de SH (50%Q + 50%SH y 33%Q + 67%SH) los que produce valores más bajos de la relación Ca/Fe, siendo significativamente diferentes del tratamiento 67%Q + 33%SH que es el que mayor cociente Ca/Fe obtiene.

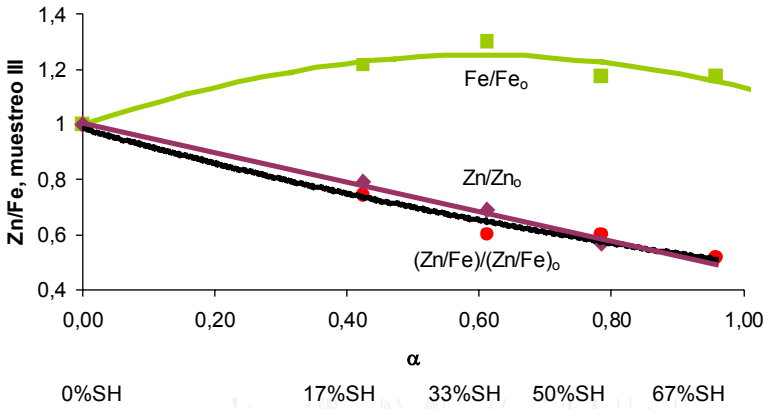
Como ya hemos dicho en otras ocasiones al hablar de la relación **P/Fe**, el antagonismo que el fósforo puede producir en el hierro se observa mejor si nos fijamos en el ratio P:Fe, el cual suele ser mayor en hojas cloróticas (De Kock et al., 1979), que si nos fijamos en los contenidos de hierro en la planta que frecuentemente no se ven afectados. Mengel et al. (1984a,b) recogen que elevados contenidos de fósforo en hojas cloróticas son una consecuencia más que una causa de la clorosis producida por la deficiencia de hierro. Wanasurla et al. (1977) mostraron que la translocación del hierro en los tallos es inhibida significativamente si la concentración de fósforo es elevada.

Los valores obtenidos en nuestra experiencia (Tabla IV.2.3.3.1.1) manifiestan en el muestreo I que inicialmente los tratamientos con un porcentaje de sustancias húmicas superior al 17%

producía relaciones P/Fe significativamente superiores a las del control, sin embargo en el muestreo III, esa tendencia cambió ya que los tratamientos con sustancias húmicas eran los que tenían los cocientes P/Fe más pequeños; la causa de este comportamiento la encontramos en el muestreo I en las mejoras en los contenidos de fósforo que los tratamientos con sustancias húmicas producen a nivel foliar (Tabla IV.2.3.1.1), mientras que en los niveles de hierro apenas varían para estos tratamientos (Tabla IV.2.3.2.1), siendo el tratamiento 33%Q + 67%SH el único que produce un aumento en el contenido férrico de la planta. En el muestreo III, sin embargo los tratamientos que incluyen sustancias húmicas producen aumentos en los niveles de hierro en la planta (Tabla IV.2.3.2.1), por el contrario los contenidos de fósforo no son modificados (Tabla IV.2.3.1.1). Con el análisis de medidas repetidas no observamos diferencias en la relación P/Fe según los tratamientos.

Es asumido que entre el manganeso y el hierro existen fuertes interacciones en el metabolismo de la planta. Estas interacciones son evidentes no sólo en la regulación del estado de oxidación del hierro durante la síntesis de proteínas y en el transporte del hierro, sino también en la "competencia" entre los dos iones por ocupar aceptores específicos del hierro como protoporfirinas (Bergmann, 1992). Este mismo autor afirma que un exceso de hierro no da lugar a los típicos síntomas provocados por una deficiencia de manganeso, sin embargo no es necesario que el manganeso alcance valores tóxicos para que cause síntomas de deficiencia férrica en la planta. Aunque son conocidos los efectos mutuos de estos dos elementos en la toma y en la conexión con reacciones enzimáticas, no se conoce como tiene lugar esa interacción.

En la Tabla IV.2.3.3.1.1 recogemos las relaciones **Mn/Fe.** No obtuvimos diferencias significativas entre los tratamientos en ningún muestreo, ni tampoco considerando las medidas repetidas.



	Ecuación	b	Desv. típica al 95%	c	Desv. típica al 95%	R^2
Fe	y = 1 + b·x/(c+x)	0,18	± 0,06	-0,1	± 0,2	0,810
Zn	y = b·x + c	-0,538		1,008		0,995 (Sigf.: 0,003
Zn/Fe	y = b·exp(c·x)	0,986		-0,688		0,970 (Sigf.: 0,002)

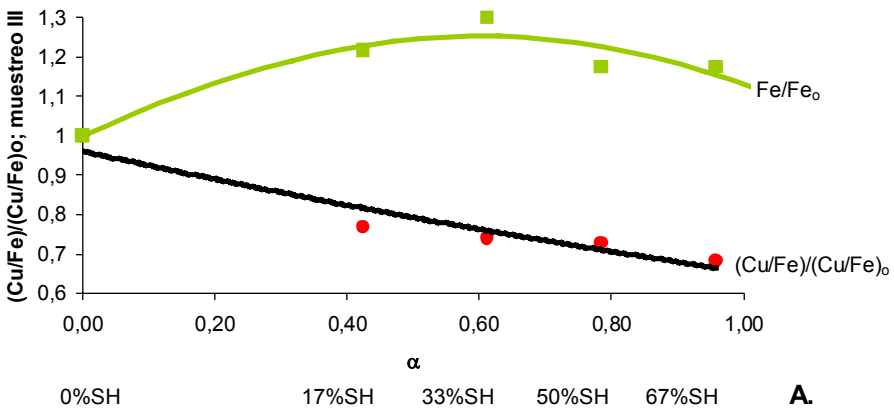
Figura IV.2.3.3.1.2. Comportamiento de la relación Zn/Fe con los tratamientos. Muestreo III. Ensayo de dosis en uva cv Italia.

El zinc es uno de los micronutrientes que mejor desplazan al hierro de los quelatos, formándose los correspondientes complejos de zinc, esto puede un factor limitante muy importante en la toma y utilización de hierro, al afectar a los centros fisiológicos activos del hierro. En el muestreo III y con la medidas repetidas (Tabla IV.2.3.3.1.1) obtenemos que el cociente **Zn/Fe** va a ser menor para los tratamientos que contienen sustancias húmicas, de manera que el hierro será favorecido, recordemos que en ese muestreo los tratamientos en los que el quelato es sustituido por sustancias húmicas la concentración foliar de zinc disminuye, mientras que los contenidos de hierro en hoja aumentan (Tabla IV.2.3.2.1). Si tenemos en cuenta la

cantidad de sustancias húmicas en cada tratamiento, y la relacionamos con la relación Zn/Fe, obtenemos en el muestreo III (Figura IV.2.3.3.1.2), un descenso exponencial de primer orden del cociente Zn:Fe conforme es mayor la cantidad de sustancias húmicas en los tratamientos, siendo la relación Zn/Fe en el tratamiento con un 67% de sustancias húmicas un 49% inferior al tratamiento control (100%Q). Además podemos comprobar que dicho descenso es paralelo al contenido foliar de zinc.

Al aplicar complejos de hierro (como el FeEDDHA), un exceso de cobre apenas si causa clorosis debido a la deficiencia de hierro, sino necrosis en las hojas verdes más viejas, comenzando en los ápices y extendiéndose hasta el centro de la hojas (Begmann, 1992). En los valores de la relaciones **Cu/Fe** encontrados (Tabla IV.2.3.3.1.1) podemos ver como a los tratamientos con sustancias húmicas les corresponden los menores valores de este cociente en los tres muestreos y con las medidas repetidas, de manera que comparando los tratamientos como si fueran de distinto tipo o clase, obtenemos en el muestreo I que el tratamiento 50%Q + 50%SH produce relaciones Cu/Fe significativamente inferiores a las del control, esto también sucede en el muestreo II donde sustituir un 50 y un 67% de quelato por sutancias húmicas produce menores valores de la relación Cu/Fe. En el muestreo III todos los tratamientos con sustancias húmicas produce menores valores en el cociente Cu/Fe que el tratamiento control. En las medidas repetidas son los tratamientos con más del 17% de sustancias húmica los que producen las mayores relaciones respecto al control. Debemos tener presente que las concentraciones de cobre y de hierro durante toda la experiencia fueron normales (Tabla IV.2.3.2.1). En el muestreo I, los tratamientos 67%Q +33%SH y 50%Q + 50%SH

produjeron descensos en los contenidos de cobre en la planta, mientras que las concentraciones de hierro no fueron modificados; en los muestreos II y III, la aplicación de 33%Q + 67%SH mejoró los contenidos foliares de hierro, pero no los de cobre; en las medidas repetidas, la sustitución de más de un 17% de quelato por sustancias húmicas produjo descensos significativos en las concentraciones de cobre y aumentos también significativos en las concentraciones de hierro (Tabla IV.2.3.21).



	Ecuación	b	Desv. típica al 95%	c	Desv. típica al 95%	R^2
Fe	$y=exp(b\cdot x+c\cdot x^2)$	0,8	± 0,1	-0,6	± 0,1	0,888
Cu/Fe	$y = b\cdot exp(c\cdot x)$	0,961		-0,386		0,918 (Sigf.: 0,010)

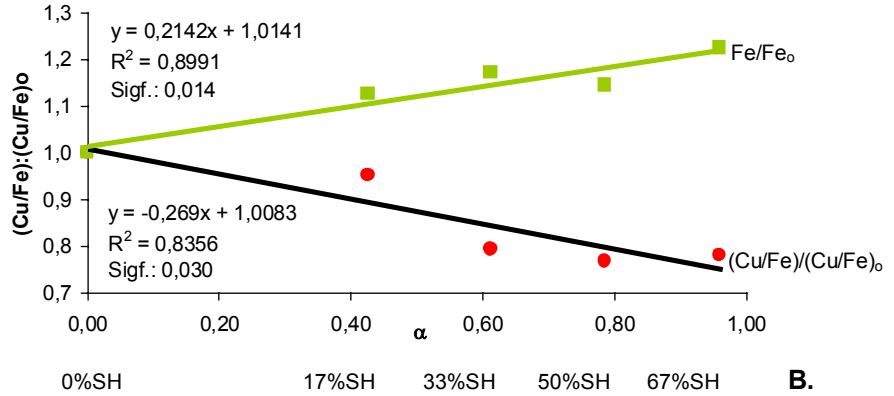


*Figura IV.2.3.3.1.3. Comportamiento de la relación Cu/Fe con los tratamientos. (**A.**) Muestreo III. (**B.**) Media de los tres muestreos. Ensayo de dosis en uva cv Italia.*

El estudio estadístico cuantitativo para la relación Cu/Fe mostró en el muestreo III un descenso lineal, y en la media de los tres muestreos un descenso exponencial de primer orden del cociente, Cu/Fe al ser mayor la cantidad de sustancias húmicas que había en cada tratamiento (Figura IV.2.3.3.1.3). En dicha figura podemos ver como en cierta medida el descenso en la relación Cu/Fe es producido por el aumento en la concentración de hierro en la planta.

IV.2.3.3.2. Relaciones entre otros elementos distintos al hierro.

Bergmann (1992) nos recuerda los antagonismos que existen entre el potasio, el magnesio y el calcio, y que pueden afectar negativamente al crecimiento de la planta. Dado que el K^+ y el Mg^{2+} son transportados más fácilmente que el Ca^{2+}, y se mueven también fácilmente a través del floema, los suministros de potasio y magnesio a los tejidos se realizan a expensas del calcio, siendo anormales valores de las relaciones **K:Mg**, **K:Ca**, **Ca:Mg** la principal perturbación en el balance nutricional mineral en las especies vegetales. Schimansky et al., 1976, ya consideraba este hecho como una de las causas de numerosas enfermedades no parásitas que sufren las plantas.

En la Tabla IV.2.3.3.2.1 recogemos los valores obtenidos para las relaciones K/Mg, K/Ca y Ca/Mg en los distintos muestreos. En el caso del cociente K/Mg, no observamos diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en ningún muestreo, y tampoco considerando las medidas repetidas. Recordemos que Ribereau-Gayon et al., 1982, estableció una serie de intervalos para la relación K/Mg,

que permitían deducir si la planta sufría una deficiencia de potasio o magnesio, o bien si estaba bien nutrida de estos elementos:

K/Mg < 1 ó 2 Deficiencia de K
K/Mg > 10 Deficiencia de Mg
3 < K/Mg < 7 Vid bien alimentada en K y Mg

Según estos datos, las vides de la experiencia estarían todas en condiciones de deficiencia de potasio, independientemente de los tratamientos aplicados.

Respecto a la relación **K/Ca** (Tabla 2.3.3.2.1), Martínez (1985) fija como valores óptimos los pertenecientes al intervalo 0,18-0,19, por lo que únicamente las relaciones obtenidas en el muestreo III se aproximan a la normalidad. En los otros dos muestreos la relación es muy superior a pesar de que el potasio se encuentra en baja concentración. Acerca de la estadística sólo en el muestreo II encontramos diferencias significativas, en este caso la aplicación de 67%Q + 33%SH, 50%Q + 50%SH y 33%Q + 67%SH da lugar a cocientes K/Ca inferiores significativamente al control y al muestreo 83%Q + 17%SH.

En la relación Ca/Mg (Tabla IV.2.3.3.2.1) en el muestreo I y II, la aplicación de 67%Q + 33%SH y 33%Q + 67%SH, respectivamente, producen valores de la relación Ca/Mg distintos estadísticamente. En ambos casos las relaciones son superiores, favoreciendo por tanto al calcio. Recordamos que en esos casos, los dos tratamientos mejoraron el contenido foliar de calcio (Tabla IV.2.3.1.1).

Tabla IV.2.3.3.2.1. Relaciones entre elementos. Ensayo de dosis en uva de mesa.

K/Mg	M-I	M-II	M-III	MR	Na/Ca x 10^{-1}	M-I	M-II	M-III	MR
100%Q (CTRL)	2,6a	1,1a	0,46a	1,4a	100%Q (CTRL)	6,0b	1,5b	2,5a	3,3b
83%Q + 17%SH	2,4a	1,1a	0,55a	1,3a	83%Q + 17%SH	**4,0a**	**0,91a**	2,0a	**2,3a**
67%Q + 33%SH	2,2a	1,0a	0,50a	1,2a	67%Q + 33%SH	**3,0a**	**0,73a**	1,9a	**1,9a**
50%Q + 50%SH	2,3a	0,95a	0,43a	1,2a	50%Q + 50%SH	**3,4a**	**0,82a**	2,0a	**2,1a**
33%Q + 67%SH	2,4a	1,0a	0,53a	1,3a	33%Q + 67%SH	**3,8a**	**0,74a**	1,8a	**2,1a**
Niv. significat.	ns	ns	ns	ns	Niv. significat.	*	**	ns	**
K/Ca x 10^{-1}					P/Zn				
100%Q (CTRL)	9,3a	3,8b	1,8a	5,0a	100%Q (CTRL)	33a	110a	59a	68a
83%Q + 17%SH	8,4a	3,9b	2,0a	4,8a	83%Q + 17%SH	**39b**	120a	68a	74ab
67%Q + 33%SH	7,3a	**3,3a**	2,1a	4,2a	67%Q + 33%SH	**40bc**	120a	69a	76abc
50%Q + 50%SH	9,4a	**3,2a**	1,5a	4,7a	50%Q + 50%SH	**44bc**	140a	75a	**87bc**
33%Q + 67%SH	9,6a	**3,1a**	1,8a	4,8a	33%Q + 67%SH	**46c**	130a	93a	**89c**
Niv. significat.	ns	*	ns	ns	Niv. significat.	***	ns	ns	*
K/Na					Cu/Mn x10^{-1}				
100%Q (CTRL)	1,6a	2,6a	0,74a	1,6a	100%Q (CTRL)	1,5a	1,3ab	1,1a	1,3a
83%Q + 17%SH	3,0a	4,8a	1,1a	3,0a	83%Q + 17%SH	1,7a	1,5b	1,0a	1,4a
67%Q + 33%SH	2,8a	5,5a	1,1a	3,1a	67%Q + 33%SH	1,2a	1,2a	1,0a	1,1a
50%Q + 50%SH	3,4a	4,8a	0,72a	3,0a	50%Q + 50%SH	1,2a	1,2a	1,0a	1,1a
33%Q + 67%SH	3,1a	4,6a	1,0a	2,9a	33%Q + 67%SH	1,6a	1,1a	0,9a	1,2a
Niv. significat.	ns	ns	ns	ns	Niv. significat.	ns	**	ns	ns
Ca/Mg					Cu/Zn x 10^{-1}				
100%Q (CTRL)	2,8ab	2,9a	2,6a	2,8a	100%Q (CTRL)	5,3ab	5,3bc	3,7a	4,7a
83%Q + 17%SH	2,9ab	2,8a	2,7a	2,8a	83%Q + 17%SH	6,0b	6,2c	3,8a	5,4a
67%Q + 33%SH	3,1b	3,1ab	2,5a	2,9a	67%Q + 33%SH	4,0a	4,7ab	4,4a	4,4a
50%Q + 50%SH	2,4a	3,0ab	3,2a	2,9a	50%Q + 50%SH	4,1a	4,8ab	4,4a	4,4a
33%Q + 67%SH	2,5a	**3,2b**	3,1a	2,9a	33%Q + 67%SH	5,8b	**4,0a**	5,6a	5,1a
Niv. significat.	*	*	ns	ns	Niv. significat.	**	**	ns	ns
Mn/Zn					Mn/Ca x 10^{-3}				
100%Q (CTRL..)	3,6a	4,1a	3,5a	3,7a	100%Q (CTRL)	7,4a	4,5a	4,9a	5,6a
83%Q + 17%SH	3,7a	4,2a	3,9a	3,9a	83%Q + 17%SH	6,9a	4,6a	4,8a	5,4a
67%Q + 33%SH	3,6a	4,0a	4,3a	4,0a	67%Q + 33%SH	6,0a	4,7a	5,1a	5,2a
50%Q + 50%SH	3,6a	4,1a	4,4a	4,0a	50%Q + 50%SH	7,0a	4,3a	3,9a	5,1a
33%Q + 67%SH	3,7a	3,7a	**5,9b**	4,5a	33%Q + 67%SH	8,0a	4,3a	4,6a	5,6a
Niv. significat.	ns	ns	**	ns	Niv. significat.	ns	ns	ns	ns

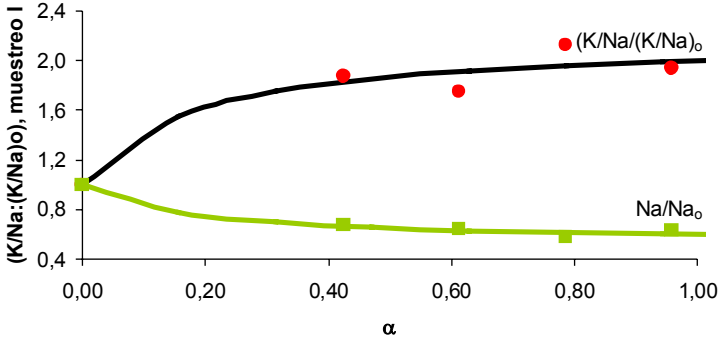
ns: 0,05 < sig; * 0,01 < sig < 0,05; ** 0,001 < sig < 0,01; *** sig < 0,001

Altos niveles de sodio disponibles reducen la movilidad del potasio, entre otros elementos (Bergmann, 1992). Algunos autores como Neirinkx et al. (1979) o Guerrier (1982) afirman que la entrada de sodio en la planta depende de:

a) La concentración en la disolución del suelo.

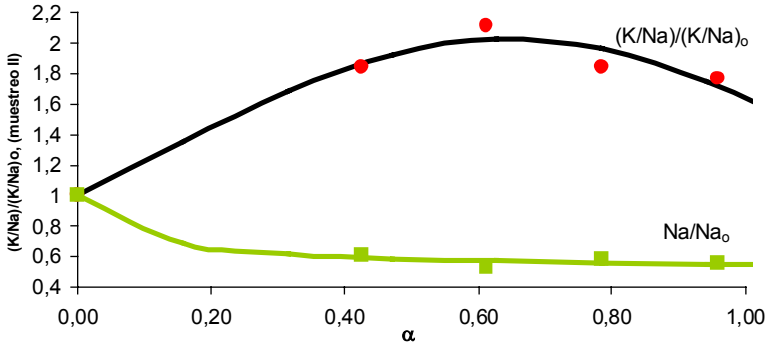
b) La presencia de potasio.

c) La cantidad de calcio en el medio de cultivo, como veremos más adelante.



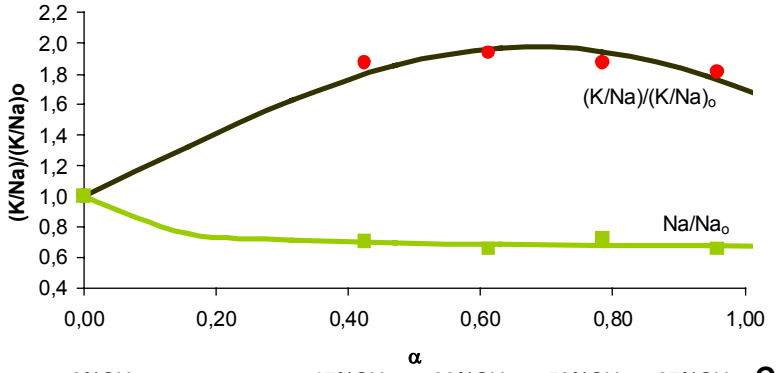
A.

	0%SH		17%SH		33%SH		50%SH		67%SH	
	Ecuación	**b**	**Desv. típica al 95%**	**c**	**Desv. típica al 95%**	**R^2**
Na	$y = 1 - b \cdot x/(c+x)$	**0,46**	**± 0,07**	**0,2**	**± 0,2**	**0,980**
K/Na	$y = 1 + b \cdot x/(c+x)$	**1,2**	**± 0,4**	**0,2**	**± 0,3**	**0,922**



B.

	0%SH		17%SH		33%SH		50%SH		67%SH	
	Ecuación	**b**	**Desv. típica al 95%**	**c**	**Desv. típica al 95%**	**R^2**
Na	$y = 1 - b \cdot x/(c+x)$	**0,49**	**± 0,07**	**0,1**	**± 0,1**	**0,982**
K/Na	$y = \exp(b \cdot x + c \cdot x^2)$	**2,2**	**± 0,2**	**-1,7**	**± 0,2**	**0,965**



C.

	0%SH		17%SH		33%SH		50%SH		67%SH	
	Ecuación	**b**	**Desv. típica al 95%**	**c**	**Desv. típica al 95%**	**R^2**
Na	$y = 1 - b \cdot x/(c+x)$	**0,35**	**± 0,07**	**0,1**	**± 0,1**	**0,963**
K/Na	$y = \exp(b \cdot x + c \cdot x^2)$	**2,0**	**± 0,1**	**1,5**	**± 0,2**	**0,977**

Figura IV.2.3.3.2.1. Comportamiento de la relación K/Na con los tratamientos. Ensayo de dosis en uva cv Italia. ***A.*** *Muestreo I.* ***B.*** *Muestreo II.* ***C.*** *Media de los tres muestreos.*

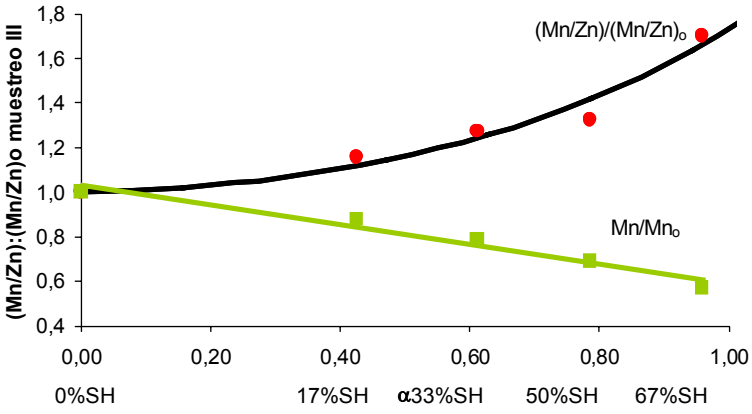
Los valores que hemos encontrado en esta experiencia para la relación **K/Na** (Tabla IV.2.3.3.2.1) no mostraron en ningún muestreo, ni con las medidas repetidas diferencia alguna entre los tratamientos cuando sometimos los resultados al estudio estadístico que considera los tratamientos como de diferente tipo o clase. Sin embargo, los estudios de regresión que tienen en cuenta la cantidad de sustancias húmicas en los tratamientos, mostraron en los muestreos I y II y con la media de los tres muestreos una tendencia determinada (Figura IV.2.3.3.2.1); en el muestreo I, los valores del cociente K/Na obtenidos describieron un trayectoria hiperbólica con la cantidad de sustancias húmicas de cada tratamiento, según la cual la aplicación de sustancias húmicas mejoraba la relación K/Na, independientemente de la cantidad de sustancias húmicas presentes en los tratamientos, siendo este cociente prácticamente el doble cuando se aplicaba quelato con sustancias húmicas comparadas con la simple aplicación del quelato férrico. En el muestreo II y con las medias de los tres muestreos, obtuvimos un comportamiento exponencial de segundo orden entre los cocientes K/Na y los tratamientos, en los que la sustitución de un 36% y de un 39%, respectivamente de quelato por sustancias húmicas producía un máximo en la relación K/Na de aproximadamente el doble del valor obtenido con el tratamiento control. El aumento del cociente entre el potasio y el sodio en los tratamientos con sustancias húmicas se debe pricipalmente al descenso en los contenidos de sodio.

Manganeso y zinc son dos elementos que interaccionan entre sí en la toma por parte de la planta, la toma de manganeso es inhibida entre otros por Ca^{2+}, Mg^{2+}, Fe^{2+} y Zn^{2+}, por el contrario excesos de manganeso en el medio nutritivo también inhibe la toma de Ca^{2+}, Mg^{2+}, Zn^{2+}, Cu^{2+} y Fe^{2+} (Bergmann, 1992).

El estudio estadístico de nuestros resultados (Tabla IV.2.3.3.2.1) sólo mostró diferencias significativas en la relación **Mn/Zn** entre los tratamientos en el muestreo III, donde la aplicación de 33%Q + 67%SH produjo un valor del cociente Mn:Zn significativamente superior al resto de tratamientos, debido posiblemente a que ese tratamiento produjo un nivel de zinc significativamente inferior, mientras los niveles de manganeso no se diferenciaron según los tratamientos (Tabla IV.2.3.2.1). El análisis de medidas repetidas no produjo diferencias entre los tratamientos.

El estudio estadístico que considera cuantitativamente los tratamientos, también mostró en el muestreo III un comportamiento exponencial de segundo orden, entre la relación Mn/Zn con los tratamientos, de forma que al aumentar la cantidad de sustancias húmicas en dichos tratamientos, aumentaba la relación Mn/Zn, siendo un 78% superior en las plantas tratadas con 33%Q y 67% de sustancias húmicas, de manera el manganeso era favorecido en la toma (Figura IV.2.3.3.2.2), motivado por el descenso en la toma de zinc en aquellas plantas tratadas con sustancias húmicas.

En regiones áridas o semiáridas, como sobre las que se desarrollan las cepas que formaron parte de la experiencia, es donde más peligro existe de daños provocados por la salinidad. Uno de los efectos nocivos que tiene el sodio cuando está en altas concentraciones es la inducción de deficiencias en la planta de ciertos elementos como el calcio.



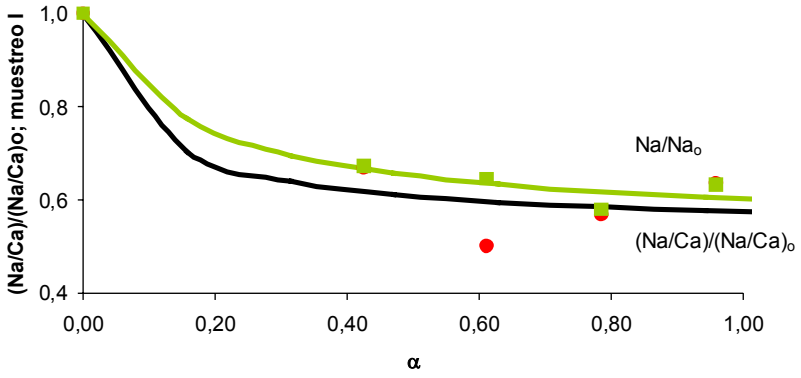
	Ecuación	B	Desv. típica al 95%	c	Desv. típica al 95%	R^2
Zn	y = b·x + c	-0,441		1,031		0,961 (Sigf.: 0,003)
Mn/Zn	y = exp (b·x+c·x^2)	0,1	± 0,2	0,5	± 0,2	0,954

Figura IV.2.3.3.2.2. Comportamiento de la relación Mn/Zn con los tratamientos en el muestreo III. Ensayo de dosis en uva cv Italia.

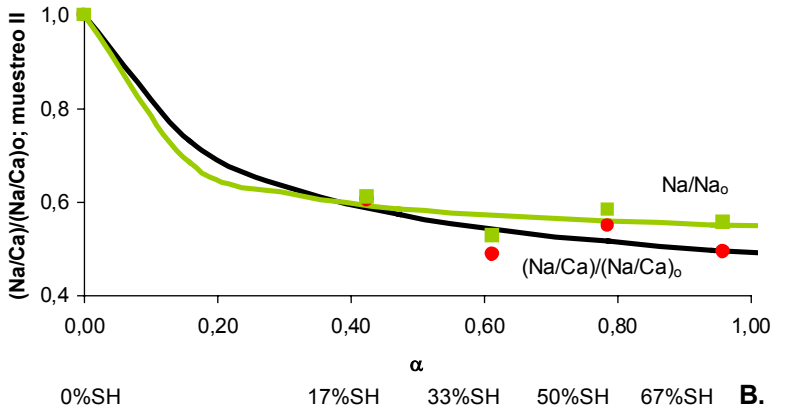
En este ensayo en uva, encontramos en el muestreo I, II y con las medidas repetidas, que la sustitución de quelato de hierro por sustancias húmicas producía descensos en la relación **Na/Ca** (Tabla IV.2.3.3.2.1) respecto al control, de forma que se favorecía al calcio, no produciendo el sodio ningún efecto antagónico en la toma de calcio. Este comportamiento se debe al descenso en la concentración foliar de sodio al aplicar quelato de hierro más sustancias húmicas (Figura IV.2.3.1.1).

El análisis estadístico cuantitativo permitió encontrar en los muestreos I y II un comportamiento hiperbólico entre el cociente Na/Ca y las sustancias húmicas de los tratamientos, de manera que se producía un descenso en esa relación con los tratamientos que tenían sustancias húmicas, siendo este descenso independiente del porcentaje de sustancias húmicas presente en los tratamientos (Figura

IV.2.3.3.2.3); dichos descenso fueron de un 56% para el muestreo I y de un 46% para el muestreo II. En la Figura IV.2.3.3.2.3 podemos además ver como las curvas de la relación Na/Ca, coinciden prácticamente con las obtenidas para el sodio en cada muestreo.



	Ecuación	b	Desv. típica al 95%	c	Desv. típica al 95%	R^2
Na	y = 1-b·x/(c+x)	0,46	± 0,07	0,2	± 0,1	0,980
Na/Ca	y = 1-b·x/(c+x)	0,5	± 0,2	0,1	± 0,3	0,884



	Ecuación	b	Desv. típica al 95%	c	Desv. típica al 95%	R^2
Na	y = 1-b·x/(c+x)	0,49	± 0,07	0,1	± 0,1	0,982
Na/Ca	y = 1-b·x/(c+x)	0,6	± 0,1	0,2	± 0,2	0,975

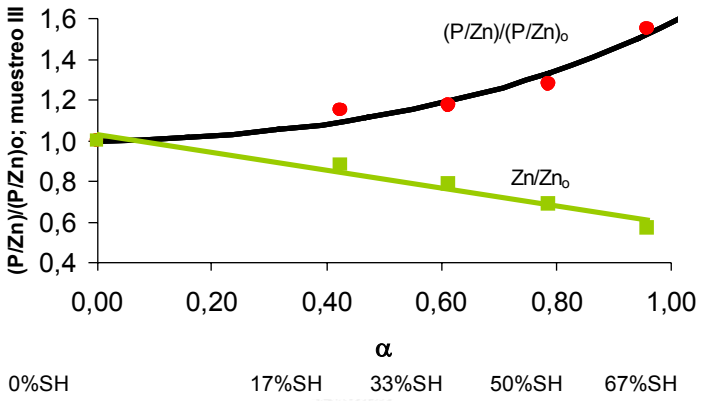
*Figura IV.2.3.3.2.3. Comportamiento de la relación Na/Ca con los tratamientos. (**A.**) Muestreo I. (**B.**) Muestreo II. Ensayo de dosis en uva cv Italia.*

La toma y el metabolismo del zinc se ven perjudicados por altas concentraciones de fósforo en suelos y plantas, especialmente si esta circunstancia se ve acompañada por altos valores de pH en el suelo (Mengel et al., 1987). Bucher (1976) recogió que en viñas desarrolladas en suelos calizos los efectos de niveles muy altos de fósforo provocaron caída de la uva y la aparición de manchas cloróticas en las hojas debido a la interferencia en el metabolismo del hierro, zinc y cobre. Queda suficientemente justificado la consideración de la relación **P/Zn** dentro de este apartado, ya que aunque los niveles de fósforo son normales debemos compararlos con los de zinc para ver si los tratamientos influyen de alguna forma en los valores del cociente P/Zn.

Si comparamos los tratamientos cualitativamente (Tabla IV.2.3.3.2.1), obtenemos en el muestreo I que los tratamientos con más de un 17% de sustancias húmicas producen mayores valores en la relación P/Zn, favoreciendo en este caso al fósforo. Con las medidas repetidas, también obtenemos que los tratamientos con los mayores porcentajes de sustancias húmicas producían las relaciones P/Zn más altas. Recordar que aunque en estos caso, algunos tratamientos favorezcan al fósforo, los contenidos de zinc se mantuvieron normales e incluso en ciertos momentos superaron esa normalidad. Los resultados obtenidos se deben a los incrementos en la concentración de fósforo que se produce en el muestreo I y en las medidas repetidas con los tratamientos que incluyen sustancias húmicas en su formulación (Tabla IV.2.3.3.2.1).

Al someter las medias obtenidas en las relaciones P/Zn al estudio estadístico que compara los tratamientos, teniendo en cuenta los contenidos de sustancias húmicas en los tratamientos, obtenemos

en el muestreo III un comportamiento exponencial de segundo orden, de forma que cuanto mayor es la presencia de las sustancias húmicas en los tratamientos, mayor es el cociente P/Zn obtenido (Figura IV.2.3.3.2.4), siendo para el tratamiento con un 67% de sustancias húmicas un 55% superior que el obtenido con la aplicación de 100% quelato de hierro. El comportamiento del cociente P/Zn viene regido, en cierta forma, por el descenso de los contendos de zinc en los tratamientos que incluyen sustancias húmicas.



	Ecuación	b	Desv. típica al 95%	c	Desv. típica al 95%	R^2
Zn	y = b·x + c	-0,441		1,031		0,961 (Sigf.: 0,003)
P/Zn	y = exp (b·x+c·x^2)	0,1	± 0,1	0,4	± 0,2	0,958

Figura IV.2.3.3.2.4. Comportamiento de la relación P/Zn con los tratamiento en el muestreo III. Ensayo de dosis en uva cv Italia.

Altas concentraciones de metales como manganeso o zinc perjudican la toma de cobre y pueden inducir su deficiencia. Del mismo modo, elevados niveles de cobre pueden reducir la toma de estos micronutrientes por parte de la planta (Bergmann, 1992). En el metabolismo de la planta hay fuertes interacciones entre el cobre y el manganeso. Se piensa que los iones Cu^{2+} mejoran la oxidación de

Mn^{2+} a MnO_2, lo cual puede ser importante conexión con la toma de manganeso o la inactivación de Mn^{2+}.

En el caso de la relación **Cu/Mn** (Tabla IV.2.3.3.2.1), obtenemos diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en el muestreo II, donde el tratamiento 83%Q + 17%SH produce incrementos en este cociente, siendo la media obtenida superior al resto de tratamientos con sustancias húmicas, pero no diferenciándose del tratamiento control. Considerados los dos micronutrientes individualmente, no obtuvimos diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla IV.2.3.2.1).

BIBLIOTECA VIRTUAL

Con la relación **Cu/Zn** (Tabla IV.2.3.3.2.1), en el muestreo I obtenemos que los tratamientos 83%Q + 17%SH y 33%Q + 67%SH produce relaciones Cu/Zn más altas que el resto de tratamientos que contienen sustancias húmicas, aunque no se diferencian del tratamiento control. En el muestreo II, la aplicación de 33%Q + 67% SH produjo un valor medio del cociente Cu/Zn significativamente inferior al tratamiento control y al tratamiento 83%Q + 17%SH.

Se considera que los iones Ca^{2+} reducen el exceso de Mn^{2+} en la planta, inhibiendo su translocación a las hojas. Ya hemos mencionado que elevados contenidos de manganeso reducen la toma de ciertos nutrientes como el zinc, el cobre o el hierro; además debemos de incluir al calcio (Bergmann, 1992). La deficiencia de calcio inducida por manganeso, conocida en inglés como “crinkle leaf” u “hoja arrugada” se produce porque el transporte de calcio a las zonas en desarrollo de la planta se ve afectado (Horst et al., 1981). El estudio estadístico llevado a cabo (Tabla IV.2.3.3.2.1) no mostró en ningún muestreo, ni con las

medidas repetidas diferencias significativas entre los tratamientos cuando estudiamos la relación **Mn/Ca**.

IV.2.3.4. Parámetros de calidad de los frutos.

Terminamos esta experiencia evaluando algunos parámetros de calidad de las bayas. Según Fregoni et al. (1972) es la disponibilidad hídrica del suelo, el factor que más va a contribuir al engrosamiento final de la baya; este engrosamiento lo consideramos estudiando el diámetro ecuatorial (ϕ_e) y polar (ϕ_p) del grano, así como la esfericidad (ϕ_e/ϕ_p) (Tabla 2.3.4.1). La glucosa y fructosa constituyen prácticamente el 90% de los hidratos de carbono presentes en las bayas de uva. Debido a que el contenido de azúcares en vid es un parámetro importante a la hora de definir la calidad de la uva de mesa (Reynier, 1995), en nuestro ensayo los azúcares los hemos evaluado midiendo los sólidos solubles totales (Tabla 2.3.4.1). Además de estas determinaciones incluimos el número de racimos por cepa.

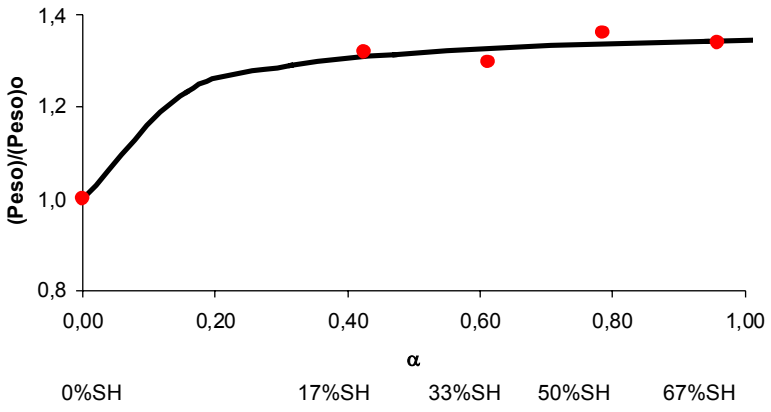
Tabla IV.2.3.4.1. Parámetros de calidad medidos en uva cv Italia. Ensayo de dosis.

TRAT.	ϕ_e (mm)	ϕ_p (mm)	ϕ_e/ϕ_p	Gr/grano	Racimos cepa	S.S.T (º Brix)
100% Q	20a	24a	0,83a	4,7a	20a	20a
83%Q + 17%SH	21a	24a	0,85a	**6,2b**	19a	19a
67%Q + 33%SH	21a	24a	0,86a	**6,1b**	20a	20a
50%Q + 50%SH	19a	23a	0,83a	**6,4b**	21a	19a
33%Q + 67%SH	21a	24a	0,88a	**6,3b**	19a	20a
Niv. sig.	**ns**	**ns**	**ns**	*	**ns**	**ns**

ns: 0,05 < sig; * 0,01 < sig < 0,05; ** 0,001 < sig < 0,01; *** sig < 0,001

El estudio estadístico cualitativo, que recogemos en la Tabla IV.2.3.4.1, sólo mostró diferencias estadísticamente significativas en peso de la baya, en cuyo caso a los tratamientos con sustancias húmicas les corresponden los granos con un mayor peso. En el resto de parámetros no obtuvimos diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

Cuando intentamos encontrar un modelo curvilíneo que relacionara los distintos parámetros de calidad con los porcentajes de sustancias húmicas en los tratamientos, encontramos que el peso de las bayas se ajustaba a un modelo hiperbólico con los tratamientos (Figura IV.2.3.4.1), de forma que las sustancias húmicas producían un incremento superior al 50% en el peso del grano, independientemente de la cantidad presente en los tratamientos.



Ecuación	b	Desv. típica al 95%	c	Desv. típica al 95%	R^2
y = 1 + b·x/(c+x)·	0,38	± 0,05	0,1	± 0,1	0,982

Figura IV.2.3.4.1. Comportamiento del peso por baya con los tratamientos. Ensayo de dosis en uva cv Italia.

De forma resumida podemos enumerar los resultados obtenidos en el ensayo de dosis en uva de mesa de la siguiente forma:

- *La inclusión de sustancias húmicas en los tratamientos da lugar a un descenso en los niveles de sodio, independientemente del porcentaje de SH presente (Figura IV.2.3.1.1), siendo estos descensos entre un 35 y un 49%.*
- *Los tratamientos con sustancias húmicas, de manera puntual en algunos casos, incrementaron la concentración de calcio (Tabla IV.2.3.1.1).*
- *El tratamiento con el mayor contenido de sustancias húmicas produjo durante toda la experiencia incrementos en la concentración foliar de hierro, aunque considerando las medidas repetidas, todos los tratamientos con sustancias húmicas mejoraron los niveles de hierro (Tabla IV.2.3.2.1).*
- *En el resto de micronutrientes, no se obtuvieron resultados de especial relevancia, destacar tal vez el descenso en los contenidos de zinc producidos en el muestreo III, para los tratamientos con sustancias húmicas (Tabla IV.2.3.2.1).*
- *Las relaciones entre los distintos nutrientes y el hierro, en general, muestran que la toma de hierro se ve favorecida por la sustitución de parte del quelato por sustancias húmicas (Tabla 2.3.3.1.1).*
- *La toma de fósforo se ve mejorada por la inclusión de sustancias húmicas en los tratamientos, al inicio de la experiencia (Tabla IV.2.3.1.1, Figura IV.2.3.1.2).*
- *En otras relaciones, observamos como la relación K/Na aumentó prácticamente el doble, independientemente de la cantidad de sustancias húmicas presente en los tratamientos respecto al control (Figura IV.2.3.3.2.1).*

- *Respecto a los parámetros de calidad de los frutos, sólo en el peso del grano o baya obtuvimos diferencias, en este caso la sustitución de quelato por sustancias húmicas produjo un crecimiento hiperbólico del peso del 38%, de manera independiente al porcentaje de sustancias húmicas que había en los tratamientos (Figura IV.2.3.4.1, Tabla IV.2.3.4.1).*

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

V. Conclusiones.

V.1. Ensayos introductorios.

- La aplicación localizada de **sustancias húmicas en las dosis en las que el quelato de hierro era aplicado** en los cultivos de tomate, limón y uva, junto con este corrector de la clorosis férrica, reporta efectos positivos en la planta, que con la aplicación única de quelato férrico no se dan:

  - Disminuyen los efectos de la salinidad, al reducir la presencia de sodio en la planta.

  - Se produje la mejora en la nutrición de macronutrientes como potasio, calcio, magnesio o fósforo, esenciales para el desarrollo vegetal.

  - Los niveles de hierro en la planta aumentan de manera muy considerable, en comparación con las plantas tratadas únicamente con quelato de hierro. Se reduce así la posibilidad de que la planta sufra clorosis provocada por deficiencia de hierro.

  - La combinación quelato de hierro + sustancias húmicas mejoran los niveles del resto de micronutrientes en la planta (Cu, Mn y Zn).

  - En las relaciones del hierro con el resto de nutrientes, la toma de este elemento es favorecida, sin que por

ello, el resto de nutrientes vea afectado su contenido en la planta.

- En los cocientes K/Na y Ca/Na, se vuelve a poner de manifiesto los efectos protectores de las sustancias húmicas hacía la planta, favoreciendo al potasio y al calcio, en detrimento del sodio.

- En los frutos, especialmente en el cultivo del limón, encontramos resultados tan importantes como la mejora en el contenido de vitamina C en zumo, el incremento del peso y/o la mejora del diámetro ecuatorial, de manera que los limones alcanzan el calibre más deseado desde el punto de vista comercial.

- Aunque la aplicación de **aminoácidos con quelatos de hierro en la misma proporción**, produce efectos más positivos que la aplicación de quelato únicamente, no supera las bondades derivadas de la aplicación en las mismas proporciones de quelato con sustancias húmicas.

V.2. Ensayos de dosis.

- La sustitución de quelato férrico por sustancias húmicas en los cultivos de tomate, limón y uva no produce ningún deterioro en la nutrición de la planta, ni a nivel de macronutrientes, ni a nivel de micronutrientes, tampoco produce antagonismo entre los nutrientes, ni disminuye la calidad de las cosechas, incluso

sustituyendo el 67% del quelato de hierro se observan estos efectos.

- Los tratamientos con altos porcentajes de sustitución de quelato de hierro por sustancias húmicas (50%, 67%) son los más eficaces:

  – La aplicación de **33%Q + 67%SH** en tomate, uva y limón, disminuye en mayor medida, si lo comparamos con el resto de tratamientos, la concentración de sodio en la planta, de esta forma los efectos de la salinidad no se manifiestan de manera tan intensa.

  – En los tres cultivos, también el tratamiento 33%Q + 67%SH mejora los contenidos foliares de macronutrientes como calcio y fósforo, y micronutrientes como hierro, cobre y manganeso.

  – En cuanto al equilibrio nutricional, los tratamientos **50%Q + 50%SH** y 33%Q + 67%SH, favorecen la toma de hierro, frente a la de potasio o la de manganeso, mientras que en las relaciones en las que participa el sodio como Na/Ca, este elemento es relegado, favoreciendo la toma de calcio.

  – En los frutos de tomate, el tratamiento 67%Q + 33%SH fue el más influyente, mejora la dureza y con ello su conservación, así como el contenido en

ácido cítrico. Influye por tanto en aspectos directamente relacionados con la calidad de la cosechas. En el peso del fruto, la aplicación de 50%Q + 50%SH produce los frutos de mayor peso.

– En el limón, el tratamiento **83%Q + 17%SH** es el más eficaz ya que mejora parámetros de calidad tan importantes como el contenido en vitamina C o el peso del fruto.

– En uva de mesa, todos los tratamientos que incluían sustancias húmicas mejoran de la misma forma el peso de la baya o grano.

- La posibilidad de sustituir un porcentaje importante del quelato de hierro aplicado por sustancias húmicas supone además de las mejoras que acabamos de señalar, ventajas desde el punto de vista económico para el agricultor, debido a la diferencia de precios que existe entre estas dos familias de productos.

- Futuras investigaciones pueden destinarse a responder las siguientes cuestiones:

1. Qué cantidad mínima de quelato de hierro es necesaria para obtener los efectos observados con la sustitución de este tipo de compuestos por sustancias húmicas.

2. Influencia de las sustancias húmicas sobre la actividad de la enzima Fe^{3+}-reductasa, que puede explicar la mejora del contenido de hierro en la planta por la aplicación de estos compuestos orgánicos.

3. Cómo influyen estos tratamientos en otras propiedades relacionadas con la salinidad como el contenido en prolina, la actividad enzimática, etc.

4. Sobre qué otros parámetros de los frutos, como contenido en sacarosa, compuestos fenólicos o resveratrol (en el caso de la uva), influyen la sustitución de quelato por sustancias húmicas.

5. Qué influencia tienen el origen de las sustancias húmicas en la eficacia de los tratamientos.

6. Qué eficacia tiene la aplicación foliar de estos tratamientos.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

VI. Bibliografía.

ABAD, M., FORNES, F., GARCÍA, D., CEGARRA, J., ROIG, A. 1991. Effects of humic substances from different sources on growth and nutrient content of cucumber plants. pp. 391-396. *In* Humic substances in the aquatic and terrestrial environment. B. Allard, H. Borén, A. Grimvall (Eds.). Springer-Verlog, Berlín.

ABBOTT, A. J. 1967. Physiological effects of micronutrient deficiencies in isolated roots of *Lycopersicon esculentum.* New Phytol. 66:419-437.

ABDÓN, J., DÍAZ, L, VICENTE, P. 1991. Estudio de los aminoles en el tabaco de Cuba. Instituto de suelos. La Habana. Instituto de Investigaciones de Riego y Drenaje. Instituto de Investigaciones del Tabaco. San Antonio de Baños (La Habana).

ABDULLAH, Z., AHMAD, R. 1982. Salt tolerance of *Solanum turberosum* L. growing on saline soils amended with gypsum. Z. Acker-Pflanzenbau. 151:409-416.

ACHARD, F. K. 1786. Crell´s Chem. Ann. 2. 391.

ADAMSON, A. W., WALTZ, W. L., ZINATO, E., WATTS, D. W., FLEISCHAUER, P. D., LINDHOLM, R. M. 1968. Photochemistry of transition-metal coordination compounds. Chem. Rev. 68:541-585.

ADANI, F., GENEVINI, P., ZACCHEO, P., ZOCCHI, G. 1998. The effect of comercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. J. Plant Nutr. 21(3):561-575.

AGUSTÍ, M. 2000. Citricultura. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

AGUSTÍ, M.; ALMELA, V. 1991. Aplicación de fitorreguladores en citricultura. Ed. Aedos. Barcelona. España.

AHRLAND, S., DAHLGREN, A., PERSSON, I. 1990. Stabilities and hydrolysis of some iron (III) and manganese (II) complexes with chelanting ligands. Acta Agric. Scand. 40:101-111.

AIKEN, G. R., McKNIGHT, D. M., WERSHAW, R. L., MacCARTHY, P. 1985. An introduction to humic substances in soill, sediment, and water. pp. 1-9. *In* Humic substances in soil, sediment, and water:

Geochemistry, isolation and characterization. G. R. Aiken et al. (ed.). Wiley-Interscience, New York.

AKINREMI, O. O., JANZEN, H. H., LEMKE, R. L., LARNEY, F. J. 2000. Response of canola, wheat and green beans to leonardite additions. Can. J. Soil Sci. 80:437-443.

ALBUZIO, A., DELL´AGNOLA, G., DIBONA, D., CONCHERI, G., NARDI, S. 1993. pp. 15-25. *In* Soil biota, nutrient cycling, and farming systems. M. G. Paoletti, W. Foissner, D. Coleman (Eds.). Lewis, Boca Ratón.

ALBUZIO, A., FERRARI, G., NARDI, S. 1986. Effects of humic substances on nitrate uptake and assimilation in barley seedlings. Can. J. Soil Science, 66: 731-736.

ALCÁNTARA, E., FERNÁNDEZ, M., de la GUARDIA. 1990. Genetic studies on the acidification capacity of sunflower rotos induced under iron stress. Plant Soil. 123:239-241.

ALCÁNTARA, E., ROMERA, F. J., CAÑETE, M., De la GUARDIA, M. 1994. Effects of heavy metals on both induction and function of root Fe(III) reductase in Fe-deficient cucumber (*Cucumis sativus* L.) plants. Journal of Experimental Botany. 45(281):1893-1898.

ALCARAZ, C. F., MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, F., SEVILLA, F., HELLÍN, E. 1986. Influence of ferrodoxin levels on nitrate reductase activity in iron deficient lemon leaves. J. Plant Nutr. 9:1405-1413.

ALIANELLO, F., BENEDETTI, A., CANALI, S., ROSSI, G. 1991. Effects of NPK-humic acids on soil biological activity. III Int. Nordic Symp. on humic substances Finnish Humus News. 3(3), 357.

ALLOUSH, G. A., LE-BOT, J., SANDERS, F. F., KIRKHY, F. A. 1990. Mineral nutrition of chickpea plants supplied with NO_3^- o NH_4-N. Ionic balance in relation to iron stress. J. Plant Nutr. 13:1575.

ALLOWAY, B. J., TILLS, A. R. 1984. Cooper deficiency in world crops. Outlook Agric. 13:32-42.

ÁLVAREZ, A. 2000. Calidad y eficacia de quelatos férricos (Fe-EDDHA, Fe-EDDHMA, Fe-EDDHSA y Fe-EDDCHA) como fertilizantes. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.

ÁLVAREZ-FERNÁNDEZ, A., GÁRATE, A., JUÁREZ, M., LUCENA, J. J. 1996. Tomato acquisition of iron chelates in a calcareous sandy substrate. J. Plant nutr. 19(8&9):1279-1293.

ÁLVAREZ-FERNÁNDEZ, A., GÁRATE, A., LUCENA, J. J. 1997. Interaction of iron chelates with several soil materials and with several soil materials and with a soil standard. J. Plant Nutr. 20(4&5):559-572.

ÁLVAREZ-TINAUT, M. C., LEAL, A., GÓMEZ, M., RECALDE, L. 1979. Efectos fisiológicos de la interacción boro-manganeso en plantas de tomate. III. An. Edaf. y Agrob. 38 (5-6):1013-1029.

AMOROS CASTAÑER, M. 1991. Riego por Goteo en Cítricos. pp. 88. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

ARSHAD, M. 1995. Effect of soil applied L-triptophan on growth and chemical composition of cotton. J. Plant Nutr. 18(2):317-329.

ASO, S., SAKAI, I. 1963. Studies on the physiological effects of humic acid. 1. Uptake of humic acid by crop plants and its physiological effects. Soil Sci. Plant Nutr. (Tokyo). 9:85-91.

AWAD, F., RÖMHELD, V., MARSCHNER, H. 1988. Mobilization of ferric iron from a calcareous soil by plant-borne chelators. J. Plant Nutr. 11:701.

AYERS, R. S., WESTCOT, D. W. 1987. La calidad del agua en la agricultura. Estudio FAO, riego y drenaje. 29. rev 1. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (Ed.). Roma.

AYUSO, M., HERNÁNDEZ, T., GARCÍA, C. 1996. Effect of humic fractions from urban wastes and other more evolved organic materials on seed germination. J. Sci. Food Agric., 72, 461-468.

AZAIZEH, H. A., MARSCHNER, H., RÖMHELD, V., WITTENMAYER, L. 1995. Effects of a vesicular-arbuscular mycorrizhal fungus and other soil microorganisms on growth, mineral nutrient acquisition and root exudation of soil-grown maize plants. Mycorrhiza. 5:321-327.

AZCÓN-BIETO, J., TALON, M. 1993. Fisiología y Bioquímica Vegetal. Ed. Interamericana McGraw-Hill. Cap. XII:290-291.
BACON, F. 1651. Sylva sylvarum, London.

BAILEY, N. A., CUMMINS, D., McKENZIE, E. D., WORTHINGTON, J. M. 1981. Iron (III)compounds of phenolic ligands. The crystal and molecular structure of iron (III) compounds of the sexadentate ligand N,N´-ethylene-bis-(o-hydroxyphenylglycine). Inorg. Chem. Acta. 50:111-120.

BALLARD, T. M. 1971. soil sci. Amer. Proc. 35,145.

BELKHODJA, R., MORALES, F., SANZ, M., ABADÍA, A., ABADÍA, J. 1998. Iron deficiency in peach trees: effects on leaf chlorophyll and nutrient concentrations in flowers and leaves. Plant and Soil. 203:257-268.

BENEDETTI, A., ALIANELLO, F., CANALI, S., ROSSI, G., DELL´ABATE. 1994. Effects of fertilization with humic acids on soils and plants metabolism: a multidisciplinary approach. Note II: Nitrogen dynamics and microbial turnover. pp 233-238. *In* Humic substances in the global environment and implications on human health. Senesi, N., Miano, T. M. (Eds.) Elsevier, Amsterdam.

BENEDETTI, A., FIGLIOLIA, A., IZZA, C., INDIATI, R. ,CANALI, S. 1990. Nuove prospettive di concimazione minerale: interazione NPK acidi umici. VIII Convegno SICA. Bari.

BENEDETTI, A., FIGLIOLIA, A., IZZA, C., INDIATI, R., CANALI, S. 1992. Fertilization with NPK and humate-NPK: plant yield and nutrient dynamics. Suelo y Planta. 2:203-214.

BENNETT, W. F. 1993. Nutrient deficiences & toxicities in crop plants. The American Phytopathological Society (Ed.). St. Paul, Minnesota.

BENZ, M., SCHINK, B., BRUNE, A. 1998. Humic acid reduction by *Propionibacterium freudenreichi* and other fermenting bacteria. Applied an environmental microbiology. 64 (11):4507-4512.

BERGMANN, M. 1985. Diagramas comparativos de análisis de plantas y hojas para la representación sinóptica del contenido de materias minerales en plantas agrícolas. Revista de la Potasa. 2:1-11.

BERGMANN, W. 1992. Nutritional disorders of plants. Development, visual and analytical diagnosis. Gustav Fischer (Ed.). Stuttgart.

BERMÚDEZ, D., JUÁREZ, M., SÁNCHEZ-ANDREU, J., JORDÁ, J. 1993. Role of EDDHA and humic acids on the solublity of soil phosphorus. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 24(7-8):673-683.

BERMÚDEZ, M.D., JUÁREZ, M., JORDÁ, J., SÁNCHEZ-ANDREU, J., LUCENA, J. J. 1999. Kinetics of reactions of chelates FeEDDHA and FeEDDHMA as affected by pH and competing ions. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 30(19&20):2769-2784.

BERNAUER, K. 1976. Diastereoisomerism and diasteroselectivity in metal complex. Topics in Current Chemistry. 6:1.

BERZELIUS, J. J. 1839. Lehrbuch der chemie, Wöhler, Dresden and Leipzig.

BIENFAIT, H. F. 1985. Regulated redox processes at the plasmalemma of plant root cells and their function iron uptake. J. Bioenerg. Biomember. 17:73-83.

BIENFAIT, H. F., BINO, R. J., Van der BLIEK, A. M., DUIVENVOORDEN, J. F., FONTAINE, J. M. 1983. Characterization of ferric reducing activity in roots of Fe deficient *Phaseolus vulgaris*, Physiol. plant. 59: 196.

BIONDI, F. A., FIGLIOLIA, A., INDIATI, R., IZZA, C. 1994. Effects of fertilization with humic acids on soils and plants metabolism: a multidisciplinary approach. Note III: Phosphorus dynamics and behaviour of some plant enzymatic activities. pp 239-244. In Humic substances in the global environment and implications on human health. Senesi, N., Miano, T. M. (Eds.) Elsevier, Amsterdam.

BOUZAYEN, M., FÉLIX, G., LATCHÉ, A., PECH, J. C., BOLLER, T. 1991. Iron: an essential cofactor for the conversion of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid to ethylene. Planta. 184:244-247.

BROUQUISSE, R., GAILLARD, J., DOUCE, R. 1986. Electron paramagnetic resonance characterization of membrane bound iron-sulfur clusters and aconitase in plant mitochondria. Plant Physiol. 81:247-252.

BROWN, J. C. 1969. Agriculture use of synthetic metal chelates. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 33:59-61.

BROWN, J. C., FOY, C. D., BENNETT, J. H., CHRISTIANSEN, M. N. 1979. Two light sources differentially affected ferric iron reduction and growth of cotton. Plant Physiol. 63:692-695.

BRÜGGERMANN, W., MAAS-KANTEL, K., MOOG, P.R. 1993. Iron uptake by leaf mesophyll cells: the role of the plasma membrane-bound ferric-chelate reductase .Planta. 190:151-155.

BRUN, G., SAYAG, D. R., ANDRE, L. 1994. The potentiometric and conductimetric characterization of the complexing power of humic substances. pp. 193-198. *In* Humic substances in the global environment and implications on human health. Senesi, N., Miano, T. M. (Eds.) Elsevier, Amsterdam.

BUCHER, R. 1976. Der Einflu□ hoher Phosphatangebote in Karbonatböden auf die Aufnahme einiger für die Reben wichtiger Spurenelemente. Weinberg u. Keller 23:257-264.

BUCKHOUT, T. J., BELL, P. F., LUSTER, D. G., CHANEY, R. L. 1989. Iron stress-induced redox activity in tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.) is localized on the plasma membrane. Plant Physiol. 90:151.

BUDENSKY, M., BUDZIKIEWICZ, H., PROCHAZKA, Z., RIPPERGER, H., ROMER, A., SCHOLZ, G., SCHREIBER, K. 1981. Nicotinamine, a possible phytosiderophore of general ocurrence. Phytochemistry. 19:2295.

BUI, E. N., LOEPPERT, R. H., WILDING, L. P. 1990. Carbonate phases in calcareous soils of the western United States. Soil Sci. Soc. Am. J. 54:39.

BUKVOVA, M., TICHY, V. 1967. The effect of humus fractions on the phosphorylase activity of wheat (*Triticum aestivum* L.). Biol. Plant. 9:401-406.

BURDICK, E. M. 1965. Commercial humates for agriculture and the fertilizer industry. Econ. Bot. 19:52-156.

BUTLER, J. H. A., LADD, J. N. 1969. The effect of methylation of humic acids on their influence on proteolytic enzyme activity. Austr. J. Soil Res. 7:263-268.

CACCO, G., DELL´AGNOLA, G. 1984. Plant growth regulator activity of soluble humic complexes. Canadian J. of Soil Sci. 64:225-228.

CADAHÍA, C, SARRO, M. J., GÁRATE, A., MASAGUER, A., PEÑALOSA, J., DE LA TORRE, F, LUCENA, J., SEGURA, M. L., GARCÍA, M. 1988. Fertilización en riego por goteo de cultivos hortícolas. ERT. UAM. Madrid.

CADAHÍA, C. 1988. Fertilizantes en riego por goteo de cultivos hortícolas. Unión Explosivos Río Tinto, SA.

CALACE, N., FURLANI, G., PETRONIO, B. M., PIETROLETTI, M. 2000. Sedimentary humic and fulvic acids: Structure, molecular weight distribution and complexing capacity. Annali di Chimica, 90:25-34.

CARPENA, O. 1966. Estudio edafológico y agrobiológico de la provincia de Murcia. Centro de Edafología y Biología Aplicada al Segura, Instituto de Orientación y Asistencia Técnica del Sureste (Eds.). Murcia.

CARPENA, O., SÁNCHEZ, J. A., GUILLÉN, M. G. 1957. La clorosis férrica del limonero. I. Anal. Edafol. XVI:259-272.

CARTER, M. R. 1981. Association of total $CaCO_3$ and active $CaCO_3$ with growth of five tree species on chernozemic soils. Can. J. Soil Sci. 61:173.

CASADO, C. 2000. Efecto de la aplicación conjunta de aminoácidos y quelatos férricos a plántulas de girasol (*Helianthus annuus).* Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Madrid.

CERDÁ, A., CARO, M., FERNÁNDEZ, F. G. 1980. Criterios básicos para evaluar la calidad de las aguas. Anales de Edafología y Agrobiología. 32(9-10):1778-1791.

CERVELLI, S., RAGONE, A. F., Di GIOVANNI, F., LUBRANO, L., PETRUZZELLI, G. 1991. Nitrohumic acids as nitrogen fertilizers and their effect on Zn absorption by wheat seedlings. Agrochimica. 35:26-33.

CHANEY, R. L. 1984. Diagnosis practices to identify iron deficiencies in higher plants. J. Plants Nutr. 7(1-5), 47-67.

CHANEY, R. L. 1989. Kinetics of ferric chelate reduction by roots of iron-deficient peanut (*Arachis hypogea*). Acta Bot. Neerl. 38(2):155-163.

CHANEY, R. L., BROWN, J. C., TIFFIN, L. O. 1972. Obligatory reduction of ferric chelates in iron uptake by soybeans. Plant Physiol. 50:208-213.

CHANG, H. C., HEALY, T. W., MATIJEVIC, E. 1983. Interactions of metal hydrous oxides with chelating agents. III. Adsorption on spherical colloidal hematite particles. J. Colloid Interface Sci. 92:469-478.

CHAPMAN, H. D., BROWN, S. M. 1941. Effects of sulfur deficiency of citrus. Hilgardia. 14:185-201.

CHEN, Y., AVIAD, T. 1990. Effects of humic substances on plant growth. pp. 161-186. *In* Humic substances in Soil and Crop Sciences: Selected readings. P. MacCarthy, C. E. Clapp, R. L. Malcolm, P. R. Bloom (Eds.). Proceedings of a symposium by the IHSS, Chicago, Illinois, December 1985.

CHEN, Y., BARAK, P. 1982. Iron nutrition of plants in calcareous soils. Adv. Agron. 35:217.

CHEN, Y., BARAK, P. 1983. Iron-enriched peat and lignite as iron fertilizers. pp. 195-202. Proc. Second Int. Symp. Peat in Agriculture and Horticulture. Bet Dagan. Israel.

CHEN, Y., MAGEN, H., RIOV, J. 1994. Humic substances originating from rapidly decomposing organic matter: properties and effects on plant growth. pp. 427-443. *In* Humic substances in the global environment and implications on human health. Senesi, N., Miano, T. M. (Eds.) Elsevier, Amsterdam.

CHEN, Y., NAVROT, J., BARAK, P. 1982. Remedy of lime-induced chlorosis with iron-enriched muck. J. Plant Nutr. 5:927-940.

CHEN, Y., SCHNITZER, M. 1978. The surface tension of aqueous solutions of -soil humic substances. Soil Sci. 125:7-15.

CHEW, V. 1976. Uses and abuses of Duncan´s multiple range test. Proc. Fla. State Hort. Soc. 89:251-253.

CHUNHUA, L., COOPER, R. J., BOWMAN, D. C. 1998. Humic acid application affects photosynthesis, root development, nutrient content of creeping bentgrass. HortScience. 33(6):1023-1025.

CLARKSON, D. T., HANSON, J. B. 1980. The mineral nutrition of higher plants. Annu. Rev. Plant Physiol. 31:239-298.

CONCHERI, G. NARDI, S., PICCOLO, A., DELL´AGNOLA, G., RASCIO, N. 1994. Effects of humic fractions on morphological changes related to invertase and preoxidase activities in wheat seedling root. pp. 257-262. *In* Humic substances in the global environment and implications on human health. Senesi, N., Miano, T. M. (Eds.) Elsevier, Amsterdam.

CONDIGNOLA, A., VEROTTA, L., PANU, P., MAFFEI, M., SCANNERINI, S., BONFANTE-FASOLO, P. 1989. Cell wall-bound phenols in rotos of vesicular –arbuscular mycorrizal plants. New Phytol. 112:221-228.

CONTE, P., PICCOLO, A. 1999. Conformational arrangement of dissolved humic substances. Influence of solution composition on association of humic molecules. Environ. Sci. Technol. 33:1682-1690.

COOK, J. A., KISHABA, T. 1956. Petiole nitrate analysis as a criterion of nitrogen needs in California veneyards. Proc. Ame. Soc. Hort. Sci. 68:131-140.

COOK, J. A., WHEELER, D. W. 1978. Use of tissue analysis in viticulture. Division of Agricultural Science. Univ. of California. 14-16.

COOPER, R. J., CHUNHUA, L., FISHER, D. S. 1998. Influence of humic substances on rooting and nutrient content of creeping bentgrass. Crop Sci. 38:1639-1644.

CORTÉS, J. M., JULIA, J. F. 1990. Presente y futuro de la exportación de cítricos en fresco. Ed. Aedos. Barcelona.

CROWLEY, D. E., RÖMHELD, V., MARSCHNER, H., SZANISZLO, P. J. 1992. Root-microbial effects on plant iron uptake from siderophores and phytosiderophores. Plant Soil. 142:1.

CSICSOR, J., GERSE, J., TITKOS, A. 1994. The biostimulant efect of different huimic substances fractions on seed germination. pp. 557-562.

In Humic substances in the global environment and implications on human health. Senesi, N., Miano, T. M. (Eds.) Elsevier, Amsterdam.

CUESTA, A. 1994. Aplicación a suelos calizos de fertilizantes fosforados en combinación con ácidos húmicos. Tesis Doctoral. Departamento de Agroquímica y Bioquímica. Universidad de Alicante.

CUESTA, A., SÁNCHEZ-ANDREU, J., JUÁREZ, M. 1993.Aplicación foliar de quelatos de Fe en vid (*Vitis vinifera*) cv aledo. Efecto residual sobre los micronutrientes Fe, Zn y Mn. Agrochimica. 35(4-5):400-407.

DAWSON, J. M., WARNE, V. B. 1992. iron chelate compositions. USA. Patent Nº 5.125.820.

De KOCK, P. C., INKSON, R. H. E. 1979. Active iron in plant leaves. Ann. Bot. 43:307-316.

De KREIJ, C., BASAR, H. 1995. Effect of humic substances in nutrient film technique on nutrient uptake. J. Plant Nutr. 18 (4):793-802.

De LIÑAN, C. 1990. Vademécum de productos fitosanitarios y nutricionales. Agrotécnicas, SL. Madrid.

De LIÑAN, C. 1995. Vademécum de productos fitosanitarios y nutricionales. Agrotécnicas, SL. Madrid.

De LIÑAN, C. 1996. Vademécum de productos fitosanitarios y nutricionales. Agrotécnicas, SL. Madrid.

De LIÑAN, C. 1997. Vademécum de productos fitosanitarios y nutricionales. Ediciones Agrotécnicas.

De LIÑAN, C. 1998. Vademécum de productos fitosanitarios y nutricionales. Agrotécnicas, SL. Madrid.

De LIÑAN, C. 1999. Vademécum de productos fitosanitarios y nutricionales. Agrotécnicas, SL. Madrid.

De LIÑAN, C. 2000. Vademécum de productos fitosanitarios y nutricionales. Agrotécnicas, SL. Madrid.

De LIÑAN, C. 2001. Vademécum de productos fitosanitarios y nutricionales. Ediciones Agrotécnicas, SL. Madrid.

De LIÑAN, C. 2002. Vademécum de productos fitosanitarios y nutricionales. Agrotécnicas, SL. Madrid.

De PAOLIS, F., KUKKONEN, J. 1997. Binding of pollutants to humic and fulvic acids: Influence of pH and the structure of humic material. Chemosphere, Vol. 34, No. 8, pp. 1693-1704.

De SAUSSURE, T.1804. Recherches Chemiques sur la Végetacion. París.

DE VOS, C. R., LUBBERDING, H. J., BIENFAIT, H. F. 1986. Rhizosphere acidification as response to iron deficiency in bean plants. Plant Physiol. 81:842-846.

DEKOCK, P. C., HALL, A., McDONALD, M. 1960. A relation between the ratios of phosphorus to iron and potassium to calcium in mustard leaves. Plant Soil. 12:128-142.

DELL´AGNOLA, G., FERRARI, G. 1971. Molecular sizes and functional groups of humic substances extracted by 0,1M pyrophosphate from soil aggregates of different stability. J. Soil Sci. 22:342-349.

DELL´AMICO. C., MASCIANDARO, G., GANNI, A., CECCANTI, B., GARCÍA, C., HERNÁNDEZ, T., COSTA, F. 1994. Effects of specific humic fractions on plant growth. pp 563-566. *In* Humic substances in the global environment and implications on human health. Senesi, N., Miano, T. M. (Eds.) Elsevier, Amsterdam.

DEXTER, M. 1958. Preparation of phenolic ethylenediaminepolycarboxylic. USA. Patent Nº 2.824.128.
DÖBEREINER, J.W. 1822. Phytochemie, 1822, 64.

DOCKENDORF, H., HÖFNER, W. 1990. Einfluss von Bikarbonat auf die subzelluläre Verteilung von blatt- und wurzelappliziertem Eisen bei Sonnenblumen (*Helianthus annus* L.). Z. Pflanzenernähr. Bodenk. 153:313-317.

DOMÍNGUEZ, A. 1984. Tratado de fertilización. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

DOORMAR, J. F. 1975. Effects of humic substances from Chernozemic Ah horizons on nutrient uptake by *phaseolus vulgaris* and *festuca scabrella.* Can. J. Soil Sci. 55:111-118.

DROILLARD, M. J., PAULIN, A. 1990. Isoenzymes of superoxide dismutase in mitochondria and peroxisomes isolated from petals of carnation (*Dianthus caryophyllus*) during senescence. Plant Physiol. 94:1187-1192.

DROUINEAU, G. 1942. Dosage rapide du calcaire actif de sols. Ann. Agron. 12: 441.

DROZD, J., WEBER. 1996. The role of humic substances in the ecosystem and in environmental protection. Proc. 8th Meeting of the IHSS. Wroclaw.

DUPLESSIS, G. L., MACKENZIE, A. F. 1983. Effects of leonardite applications on phosphorus availability and corn growth. Can. J. Soil Sci. 63:749-751.

EAGLE, D. R., EATON, F. M. 1951. Sulphur nutrition of cotton. Plant Physiol. 26:639-654.

ELGALA, A. M., MAIER, H., FULLER, W. H. 1971. A meted for the isolation and determination of ferric ethylenedyamine di(o-hydroxyphenylacetic acid) in soil studies. Plant Soil. 34:241-247.

ETCHEVERS, J., MERINO, R., VIDAL, I., RIQUECHE, E. 1983. Agricultura Técnica. Chile. 43(1):13-20.

EUROAGRO. Jornadas sobre plasticultura. 2000. Efecto agronómico de filmes fitoselectivos sobre cultivos.

FAGBENRO, J. A., AGBOOLA, A. A. 1993. Effect of different levels of humic acid on the growth and nutrient uptake of teak seedlings. J. Plant Nutr. 16:1465-1483.

FAO. www.fao.org

FARDOSSI, A., DANNENBERG, O. H. 1984. Untersuchungen zur Eisenphysiologie der Weinrebe im Zusammenhang mit der Chlorose. Teil 1: Eisenmangel und Eisensteigerungsversuche mit Weinrebe. Bodenkultur. 35:221-231.

FERNÁNDEZ, V. H. 1968. The actino of humic acids of different sources on the development of plants and their effect on increasing

concentration of the nutrient solution. Pontificiae Academiae Scientiarum Scripta Varia. 32:805-850.

FERRETI, M., GHISI, R., NARDI, S. PASSERA, C. 1991. Effect of humic substances on photosynthetic sulphate assimilation in maize seedlings. Can. J. Soil Sci. 71:239-242.

FILLOL, H. 1972. Índices nutricionales en vid. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Santiago de Chile.

FLOWERS, P. J. 1988. Chloride as a nutrient and as an osmoticum. pp. 55-78. *In* Advances in Plant Nutrition. Vol. 3. B. Tinker, A. Läuchli (Eds). Praeger, New York.

FORTÚN, C. SALAS, M. L., ORTEGA, C. 1986b. Respuesta de la planta de lechuga (*Lactuta sativa*) a diversos tratamientos de lignito. Anales de edafología y agrobiología. 45:1627-1634.

FORTÚN, C., POLO, A., MOLINERO, A. 1986 a. Acción de los ácidos húmicos de turbas compostadas sobre el crecimiento y contenido mineral de plantas de rye-grass. Agrochimica. 30:83-92.

FOX, T., COMEFORD, N., McFEE, W., 1990. Soil Sci. Soc. Amer. 54:1763-1847.

FOY, C. D., CHANEY, R. L., WHITE, M.C. 1978. The physiology of metal toxicity in plants. Ann. Rev. Plant Physiol. 29:511-566.

FREGONI, M. 1980. Nutrizione della vite. Edagricole. Bologna. Italia.

FREGONI, M., SCIENZA, A., VISAI, C. 1972. Recherches sur l´etat nutririf des vignobles en Italie: Les cartes de la nutrition minerale. 3éme Coll. Eurp. Et Méditer. Contr. Alim. Pl. Cult. 705-719.

FÜHR, F., SAUERBECK, D. 1967. The uptake of colloidal organic substances by plant roots as shown by experiments with ^{14}C-labelled humus compounds. pp. 73-82. *In* Report FAO/IAEA Meeting. Vienna. Pergamon Press. Oxford.

FUSHIYA, S., SATO, Y., NOZOE, S., NOMOTO, K., TAKEMOTO, T., TAKAGI, S. 1980. Avenic acid A, a new amino acid possesing an iron-chelating activity. Tetrahedron lett. 21:3071.

FUSHIYA, S., TAKAHASHI, K., NAKATSUYAMA, S., SATO, S., NOZOE, S., TAKAGI, S. 1982. Occurrence of nicotianamine and avenic acid in *Avena sativa* and *Oryzae sativa.* Phytochemistry. 21:1907.

GAFFNEY, J. S., MARLEY, N. A., CLARK, S. B. 1996. Humic and fulvic acids and organic colloidal materials in the environment. pp. 2-17. *In* Humic and Fulvic Acids. Isolation, structure and Environmental Role. J. S. Gaffney, N. A. Marley, S. B. Clark (Eds). Developed from a symposium sponsored by the Division of Industrial and Engineering Chemistry, Inc. American Chemical Society, Washington, DC.

GALSTON, A. W., SAWHNEY, R. K. 1990. Polyamines in plant physiology. Plant Physiol. 94.:406-410.

GÁRATE, A., LUCENA, J. J. 1991. Eficacia de quelatos de Fe en un sistema de riego por goteo. Suelo y Planta. 1:439-451.

GARCÍA YERAS, P. 1987. Interacciones de fertilizantes de Fe, Mn, Cu y Zn con sustratos de cultivo utilizados en riego por goteo. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Madrid.

GARCÍA, C. 1990. Estudio del compostaje de residuos orgánicos. Valoración agrícola. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Murcia.

GARCIA, J. L. 1973. Sobre la nutrición mineral del tomate y el maíz. II. Influencia de la deficiencia de azufre sobre el desarrollo vegetativo y el metabolismo del nitrógeno y el azufre. A.T.A. 13:265-273.

GAUR, A. C. 1964. Influence of humic acid on growth and mineral nutrition in plants. Bull. Assoc. Fr. Etude Sol. 35:207-219.

GAUR, A. C. 1969. Agrochimica. XIX:62-65.

GEIGY AGRICULTURAL CHEMICALS. 1957. Chel 138 Hfe and RA 157 Fe, two experimental iron chelates for use in plant nutrition. Sequestrene Technical Bul. 51-1. Ardsley. N.Y.

GENEVINI, P. L., SACCHI, G. A., DORIO, D. 1994. Herbicide effect of atrazine, diuron, linuron and prometon after interaction with humic acids from coal. pp. 1291-1296. *In* Humic substances in the global environment and implications on human health. Senesi, N., Miano, T. M. (Eds.) Elsevier, Amsterdam.

GERAPIN, G. 1989. Tesis doctoral INP-ENSA.

GERK, J. Z. 1993. Planzenernähr. Bodenk. 156:253-257.

GOODMAN, B. A., CHESHIRE, M.V.1982. Nature. 299:618.

GOVINDASMY, R., CHANDRASEKARAN, S. 1992. Effect of humic acids on the growth, yield and nutrient content of sugarcane. Sci. Total Environ. 117/118:575-581.

GRUSAK, M. A., WELCH, R. M., KOCHIAN, L. V. 1990. Does iron deficiency in *Pisum sativum* enhance the activity of root plasmalemma iron transport protein? Plant Physiol. 94:1353-1357.

GUAR, A. C. 1964. Influence of humic acid on growth and mineral nutrition in plants. Bull. Assoc. Fr, Itude Sol. 35:207-219.

GUERINOT, M. L., YI, Y. 1994. Iron: nutritious, noxious, and not readly available. Plant Physiol. 104:815-820.

GUERRIER, G. 1982. Absorption de sodium, calcium et potassium lors d-interractions ioniques au cours de la phase de germination de *Raphanus sativus*. Canadian Journal of Botany. 60(9):1639-1646.

GUILLÉN, M., FERNÁNDEZ, F., CARO, M. 1965. Evolución anual de nutrientes en hojas de frutales. IV Vid. Anal. Edaf. y Agrobiol. 24:327-341.

GUMINSKI, S., SULEJ, J., GLABISZEWSKI, J. 1983. Influence of sodium humate on the uptake of some ions by tomato seedlings. Acta soc. Bot. Pol. 52:149-164.

HAGSTROM, G. R. 1984. Current management practices for correcting iron deficiency in plants with emphasis on soil management. J. Plant Nutr. 7:23-46.

HEENAN, D. P., CAMPBELL, L., C. 1981. Influence of potassium and manganese on growth and uptake of magnesium by soybeans (*Glycine max* (L.) Merr. Cv Bragg). Plant Soil. 61:447-456.

HENDRICKS, T., VAN LOON, L. C. 1990. Petunia peroxidase a is located in the epidermis of aerial plant organs. J. Plant Physiol. 136:519-525.

HERNÁNDEZ-APAOLAZA, L.; BARAK, P, LUCENA, J. J. 1997. Chromatografic determination of commercial Fe(III) chelates of ethylene diamintetraacetic acid, ethylene diaminedi(o-hydroxyphenylacetic) acid and ethylene diaminedi(o-hydroxy-p-methylphenylacetic) acid. J. Chromatogr. A. 789:453-460.

HERRERA, J. M. Informe especial sobre tomates http://.ediho.es/horticom/tem_aut/frutas/tomatel.html.

HEWITT, E. J. 1963. Essential nutrient elements for plant. pp.137-360. *In* Plant Physiology, vol. III, Inorganic nutrition of plant. Academic Press..

HEWITT, E. T., HUCKLESBY, D. P., NOTTN, B. A. 1976. Plant Biochemistry. J. Borner, J. E. Varner (Eds.) Academic Press. N. Y.

HILL-COTTINGHAM, D. G., LLOYD-JONES, C. P. 1957. Behaviour of iron chelates in calcareous soils. I. Laboratory experiments with Fe-EDTA and Fe-HEDTA. Plant Soil. 8:263-274.

HILL-COTTINGHAM, D. G., LLOYD-JONES, C. P. 1958. Behaviour of iron chelates in calcareous soils. I. Laboratory experiments with some further chelating agents. Plant Soil. 9:189-201.

HIRATATE, S., TAKAGI, S., INOUSE, K. 1991. Conjugation of MA with synthetic Fe-compounds. Soil Sci. Plant Nutr. 37:25.

HORESH, I., LEVY, Y., GOLDSCHMIDT, E. E. 1986. Prevention of lime-induced chlorosis in citrus trees by peat and iron treatments to small soil volumes. Hortic. Sci. 21:1363-1364.

HORST, W. J., MARSCHNER, H. 1978. Effect of excessive manganese supply on uptake and translocation of calcium in bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.). Z. Pflanzenphysiol. 87:137-148.

IFA (International Fertilizer Industry Association). 1992. IFA World Fertilizer Use Manual. D. J. Halliday; M. E. Trenkel (Eds.). Germany.

INSKEEP, W. P., BLOOM, J. C. 1952. The chemical status of bean plants afflicted with bicarbonate-induced chlorosis. Bot. Gaz. 113:373.

JANJIC V., OLAR, P. 1987. Effect of compounds for treatment of alkaline soils on iron chlorosis and growth of potted pears. Jugols. Vocarstvo. 21:3-10.

JAUREGUI, M. A., REISENAUER, H. M. 1982. Dissolution of oxides of manganese and iron by root exudates components. Soil Sci. Soc. Am. J. 46:314-317.

JORDÁ J. D. 1990. Dinámica de los quelatos FeEDDHA y FEDETA en suelos calizos. Consecuencias en su efectividad como correctores de la clorosis férrica. Tesis Doctoral. Universidad de Alicante.

JORDÁ, J., SÁNCHEZ-ANDREU, J., JUÁREZ, MATAIX, J. 1987. Optimization of the addition of Fe-EDDHA to calcareous soil. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 18:235-242.

JUÁREZ SANZ, M., SÁNCHEZ-ANDREU, J. 1996. Fósforo en Agricultura. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Alicante.

JURCSIK, I. 1984. The growth of barley grains during germination on the effect of natural and synthetic humic acids. Bot. Közlem., Akad. K. Budapest, 71:3-4.

JURCSIK, I. 1994. Investigations in the mechanism of electron transmission and active oxygen generating humic acids supported by redoxindicator. pp. 311-316. *In* Humic substances in the global environment and implications on human health. Senesi, N., Miano, T. M. (Eds.) Elsevier, Amsterdam.

KADMAN, A, GRAZIT, S. 1984. The problem of iron deficiency in mango trees and experiments to cure it in Israel. J. Plant Nutr. 7:283-290.

KAMPRATH, E. J., WELCH, C. D. 1962. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 26, 263.

KANNAN, S. 1984. Problems of iron deficiency in different crop plants in India: Causative factors and control measures. J. Plant Nutr. 7:187-200.

KARKOSH, A. E., WALKER, A. E., SIMMONS, J. J. 1988. Seed treatment for control of iron-deficiency chlorosis of soybean. Crop. Sci. 28:369-370.

KAWAI, S., SATO, Y., TAKAGI, S, NOMOTO, K. 1987. Separation and determination ofmugineic acid and its analogues by high performance liquid chromatography. J. Chromatogr. 391:325.

KHALIL, K. W., HAGAGG, L. F., AWAD, F. 1997. Response of guava seedlings to phytosiderophores from cereal species and availability of iron and zinc in calcareous soil. The 9th International Symposium on Iron Nutrition and Interactions in Plants. Sttugart. p. 117.

KINZEL, H. 1982. Pflanzenökologie und Mineralstoffwechsel. Ulmer. Stuttgart. 534.

KOLESCH, H., OKTAY, M., HÖFNER, W. 1984. Effect of iron chlorosis-inducing factors on the pH of the cytoplasm of sunflower (*Helianthus annuus).* Plant Soil. 82:215-221.

KOSEGARTEN, H., ENGLISCH, G. 1994. Effect of various nitrogen forms on the pH in leaf apoplast and on iron chlorosis of *Glycine max* L.Z. Pflanzenernähr. Bodenk. 157:401-405.

KOSINKIEWICZ, B., SKUT, M. 1979. Bacterial humic-like compounds their effect on plants and interaction with herbibides. Studies about humus. Proc. Trans. Int. Symp. Humus et Planta. VII. 444-449.

KOVANCI, I., HAKERLERLER, H., HÖFNER, W. 1978. Ursachen der Chlorosen an Mandarinen (*Citrus reticulata* Blanco) der ägäischen Region. Plant Soil 50:193-205.

KRAMER, D. Genetically determined adaptation in root to nutritional stress: correlation of structure and function. Plant Soil. 72:167.

KURVITS, A., KIRKBY, E. A. 1980. The uptakeof nutrients by sunflower plants (*Helianthus annuus)* growing in a continuous flowing culture system, supplied with nitrate or ammonium as nitrogen source. Z. Pflanzenernähr. Bodenk. 143: 140-149.

KVESITADZE, G. 1992. La influencia de preparados de aminoácidos sobre la actividad endógena transcripcional de núcleos y cloroplastos

de las hojas de algunas leguminosas. Instituto de Bioquímica de las Plantas de la Academia de las Ciencias de la República de Georgia.

KVESITADZE, G. Y, SADUNISHVILI, T. 1996. Effects and mechanism of actino of aminoacid preparations on ammonia assimilation and cell protein synthesizing apparatus in legumes. Institute of Plant Biochemistry. Georgian Academy of Sciences.

LAHAV, N., HOCHBERG, M. 1975. Kinetics of fixation of iron and zinc applied as FeEDTA, FeEDDHA and ZnEDTA in the Soil. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 39:55-58.

LAKATOS, B., TIBAI, T., MEISEL, J. 1977. Geoderma. 19:319.

LANSBERG, E. C. 1986. Plant Physiol. 82:511-517.

LEE, J. A., WOOLHOUSE, H. W. 1969. A comparative study of bicarbonate inhibitions of root growth in calcicole and calcifuge grasses. New Phytol. 68:1-11.

LEE, J. A., WOOLHOUSE, H. W. 1969. Root growth and dark fixation of carbon dioxide in calcicoles and calcifuges. New Phytol. 68:247-255.

LEE, Y. S.; BARTLETT, R. J. 1976. Stimulation of plant growth by humic substances. Journal of the Soil Science Society of America. 40:876-879.

LEGAZ, F.; SERNA, M. D.; FERRER, P.; CEBOLLA, V.; PRIMO-MILLO, E. 1995. Análisis de hojas, suelos y aguas para el diagnóstico nutricional de plantaciones de cítricos. Procedimiento de toma de muestras. Conselleria d´Agricultura Pesca i Alimentació. Fullets Divulgació. Valencia. España.

LEI, S., SHIZHANG, Y. 1991. Effect of aminoacid on rice. Instiute of Plant Protection. Jilin Academy of Agricultural Sciences. China.

LEVY, J. F. 1971. Peut on rationalizar la fumure de la vigne au moyen du diagnostic foliare? France viticole. 3(5):125-127.

LIN, C. H., STOCKING, C. R. 1978. Influence of leaf age, light, dark and iron deficiency on polyribosome levels in maize leaves. Plant Cell Physiol. 19:461-470.

LINDSAY, W. L. 1984. Soil and plant relationships associated with iron deficiency with emphasis on nutrient intereactions. J. Plant Nutr. 7:489-500.

LINDSAY, W. L. 1991. pp. 89-112. *In*: Micronutrients in agriculture. J. J. Mortvedt (Ed.). Soil Science Society of America. Madison.

LINDSAY, W. L., SCHWAB, A. P. 1982. The chemistry of iron in soils and its availability to plants. J. Plant Nutr. 5:821-840.

LINDSAY. W. L. 1995. Chemical reactions in soils that affect iron availability to plants. A quantative approach. *In* Iron nutrition in soils and plants. J. Abadía (Ed.). Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.

LINGLE, J. C., TIFFIN, L. O., BROWN, J. C. 1963. Iron-uptake transport of soybeans as influenced by other cations. Plant Physiol. 38:71-76.

LITTLE, T. M. 1981. Interpretation and presentation of results. HortScience. 16(5):637-640.

LIZARAZO, L. M. 2001. Incidencia de sustancias húmicas comerciales sobre microorganismos del suelo. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Alicante.

LOBARTINI, J., ORIOLI, G.. 1988. Absorption of iron humate in nutrient solutions by plants. Plant Soil.106:153-157.

LOEPPERT, R. H., WEI,L. C., OCUMPAUGH, R. 1994. Soil factors influencing the mobilization of iron in calcareous soils. pp 343-360. *In* Biochemistry of metal micronutrients in the rhizosphere. J. A. Manthey, D. E. Crowley, D. G. Luster (Eds). Lewis Publishers. Florida.

LOFFREDO, E., SENESI, N., D´ORAZIO, V. 1997.Effects of humic acids and herbicides, and their combinations on the growth of tomato seedlings in hydropincs. Z. Pflanzenernähr. Bodenk., 160:455-461.

LOUÉ, A. 1988. Los micronutrientes en la agricultura. Ediciones Mundi-Prensa. Madrird.

LOVELY, D. R., COATES, J. D., BLUNT-HARRIS, E. L., PHILIPS, E. S. P., WOODWARD, J. C. 1996. Humic substances as electron acceptors for microbial respiration. Nature. 382:445-448.

LOVELY, D. R., FRAGA, J. L., BLUNT-HARRIS, E. L., HAYES, L. A., PHILIPS, E. J. P., COATES, J. D. 1998. Humic substances as a mediator for microbially catalysed metal reduction. Acta hydrochim. Hydrobiol. 26:152-157.

LOVELY, D. R., PHILIPS, E. J. P. 1986. Organic matter mineralization with reduction of ferric ion in anaerobic sediments. Appl. Environ. Microbiol. 51:683-680.

LUBAL, P., SIROKÝ, D., FETSCH, D., HAVEL, J. 1998. The acido-basic and complrxation properties of humic acids study of complexation of Czech humic acids with metal ions. Talanta. 47:401-412.

LUCENA, J. J. 1986. Contribución al conocimiento de la quelación en el sistema suelo planta. Estabilidad de quelatos férricos en suelos calizos. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.

LUCENA, J. J. 1997. Micronutrientes. Quelatos. pp: 99-121. *In* Fertirrigación. Cultivos hortícolas y ornamentales. C. Cadahía (Ed.). Mundiprensa. Madrid.

LUCENA, J. J. 2000. Effect of bicarbonate, nitrate and other enviromental factors on iron deficiency chlorosis. A review. J. Plant Nutr. 23(11-12):1591-160.

LUCENA, J. J., GÁRATE, A., CARPENA, O. 1987. Effect of carbon dioxide on the stability of iron-chelates. J. Plant Nutr. 10:553-565.

LUCENA, J. J., GÁRATE, A., CARPENA, O. 1988. *Lolium multiflorum* uptake of iron supplied as different synthetic chelates. Plant Soil. 112:23-28.

LUCENA, J. J., GARCÍA, P., MANZANARES, M., GÁRATE, A. 1991. Accumulative effect of chelates addition to culture substrates used in comercial greenhouses. Acta Hortic. 287:197-205.

LYNCH, J., LÄUCHLI, A. 1985. Salt stress disturbs the calcium nutrition of barley (*Hordeum vulgare* L.). New Phytol. 99:345-354.

MACALADY, D. L., RANVILLE, J.F. 1998. The chemistry and geocemistry of nartural organic matter (NOM). *In* Perspectives in environmental chemistry. Macalady D. L. (Ed). Oxford University Press, New York.

MACCARTHY, P., CLAPP, C. E., MALCOLM, R. L., BLOOM, P. R. 1990. An introduction to soil humic substances. pp. 161-186 *In* Humic substances in Soil and Crop Sciences: Selected readings. P. MacCarthy, C. E. Clapp, R. L. Malcolm, P. R. Bloom (Eds). Proceedings of a symposium by the IHSS, Chicago, Illinois, December 1985.

MAHIEU, N., OLK, D. C., RANDALL, E. W. 2000a. Accumulation of heterocyclic nitrogen in humified organic matter: a ^{15}N-NMR study of lowland rice soils. European Journal of Soil Science. 51:379-389.

MAHIEU, N., OLK, D. C., RANDALL, E. W. 2000b. Analysis of phosphorus in two humic acid fractions of intensively cropped lowland rice soils by ^{13}P-NMR. European Journal of Soil Science. 51:391-402.

MALCOLM, R. E., VAUGHAN, D. 1979. Effects of humic acid fractions on invertase activities in plant tissues. Soil Biol. Biochem. 11:65-72.

MALCOLM, R. L., McCARTHY, P. 1986. Limitations in the use of commercial humic acids in water and soil research. Environ. Sci. Tech. 20 (9):904-911.

MAROTO, J. V. 1986. Horticultura herbácea especial. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

MARSCHNER, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd edition. Academic Press Inc. London.

MARSCHNER, H., RÖEMHELD, V., KISSEL, M. 1986. Different strategies in higher plants in mobilization and uptake of iron. J. Plant Nutr. 9:695-713.

MARSCHNER, H., RÖMHELD, V. 1983. *In vivo* measurement of root-induced pH changes at the soil-root interface: effect of plant species and nitrogen sources. Z. Pflanzenphysiol. 111:241.

MARTÍNEZ de TODA, F. 1991. Biología de la vid. Fundamentos biológicos de la viticultura. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

MARTÍNEZ, M. 1985. Balance nutricional de *Vitis vinifera* L. cvs Aledo y Sofía. Tesina de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Complutense de Madrid.

MARTÍNEZ, M. 1985. Balance nutricional de *Vitis vinifera* L. cvs Aledo y Sofía. Tesina de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Complutense de Madrid.

MATAIX, J., JUÁREZ, M., SÁNCHEZ-ANDREU, J. 1987. Incidencia de la salinidad en uva de mesa (Vega Media del Vinalopó): II. Oligoelementos. Índices y relaciones nutricionales. Actas del I Simposio Nacional sobre Nutrición Mineral de las Plantas. (221-233). Murcia.

MATAIX, J., JUÁREZ, M., SÁNCHEZ-ANDREU, J., PLA, L. 1985. Incidencia de la salinidad en uva de mesa en la Vega Media del Vinalopó (Alicante). Ann. Edaf. y Agrob. 3:463-475.

MAYNARD, D. N. 1979. Nutritional disorders of vegetal crops: a review. J. Plant Nutrition. 1(1):1-23.

McCALLISTER, D. J., WIESE, R. A., SOLEMAN, N. J. 1989. Effect of potassium salts on alleviation of lime-induced chlorosis in soybean. J. Plant Nutr. 12:1153.

McCRAY, J. M., MATOCHA, J. E. 1992. Effect of soil water levels on solution bicarbonate, chlorosis and growth of sorghum. J. Plant Nutr. 15:1877-1890.

MENGEL, K. 1994. Iron availability in plant tissues-iron chlorosis on calcareous soils. Plant and Soil. 165:274-283.

MENGEL, K., BREININGER, M. TH., BÜRBL. 1984a. Bicarbonate, the most important factor inducing iron chlorosis in vine grapes in calcareous soil. Plant and Soil. 81:333-344.

MENGEL, K., BÜBL, W., SCHERER, H. W. 1984. Iron distribution in vine leaves with HCO_3^- induced chlorosis. J. Plant Nutr. 7:715-724.

MENGEL, K., KIRKBY, E. A. 1982. Principles of plant nutrition. Intern. Potash Inst. Bern. p. 655.

MENGEL, K., KIRKBY, E. A. 1987. Principles of plant Nutrition. 4th Edition. International Potash Institute (Ed.). Bern, Switzerland.

MENGEL, K., MALISSIOVAS, N. 1981. Bicarbonat als auslösender Faktor der Eisenchlorose bei der Weirebe (*Vitis vinifera*). Vitis 20:235:243.

MENGEL, K., PLÄNKER, R., HOFFMANN, B. 1994. Relationship between leaf apoplast pH and iron chlorosis of sunflower (*Helianthus annus* L.). J. Plant Nutr. 17:1053-1065.

MENGEL, K., SCHERER, H. W. 1984b. Iron distribution in vine leaves with HCO_3^-induced chlorosis. J. Plant Nutrition. 7:715-724.

MIHASHI, S., MORI, S. 1989. Characterization of mugineic acid-Fe transporter in Fe-deficient barley roots using the multicompartment transort box method. Biol. Metals. 2:146.

MIKKELSEN, R. L., BEHEL, A. D. 1988. Gelled fertilizers as slow-delayed release nutrient sources. Agron. Abs. p. 303.

MIKKELSEN, R. L., JARRELL, W. M. 1987. Application of urea phosphate and urea sulfate to drip-irrigated tomatoes grown in calcareous soil. Soil Sci. Soc. Am. J. 51:464-468.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. 1996. La agricultura, pesca y alimentación en 1996. MAPA, Secretaría General Técnica.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. 1998. La agricultura, pesca y alimentación en 1998. MAPA, Secretaría General Técnica.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. www.mapya.es

MOHAMED, A. A., AGNOLON, F. CESCO, S., VARANINI, Z., PINTO, R. 1998. Incidence of lime-induced clorosis: plant response mechanisms and role of water soluble humic substances. Agrichimica. 42(6):255-262.

MOOG, P. R., BRÜGGERMANN. 1994. Iron reductase system on the plant plasma membrane-A review. Plant Soil. 165:241-260.

MORAGHAN, J. T. 1991. Removal of endogenous iron, manganese and zinc during plant washing. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 22:323-330.

MORI ET, S., NISHIZAWA, N. 1989. Identification of barley chromosome No. 4, possible encoder of genes of mugineic acid

synthesis from 2´-deoxymugineic acid using wheat-barley addition lines. Plant Cell Physiol. 37:149-156.

MORI, S. 1981. A new continuosu flow monitoring system for radioactive amino acids. Agric. Biol. Chem. 45:1881.

MORI, S. 1994. Mechanisms of iron acquisition by graminaceous (Strategy II) plants. pp. 225-249. *In* Biochemistry of metal micronutrients in the rhizosphere. J. A. Manthey, D. E. Crowley, D. G. Luster (Eds). Lewis Publishers. Florida.

MORI, S., HACHISUKA, M., KAWAI, S., TAKAGI, S., NISHIZAWA, N. K. 1988. Peptides related to phytosiderophore secretion by Fe-deficient barley roots. J. Plant Nutr. 111:653.

MORI, S., NISHIZAWA, N. 1987. Methionine as a dominant precursor of phytosiderophores in Graminaceous plants. Plant Cell Physiol. 28:1081.

MORI, S., NISHIZAWA, N., HAYASHI, H., CHNIO, M., YOSHIMURA, E., ISHIHARA, J. 1991. Why are young rice plants highly susceptible to iron deficiency? Plant Soil. 130:143.

MORTVEDT, J. J. 1982. Grain sorghum response to iron sources applied alone or with fertilizers. J. Plant Nutr. 5:859-868.

MORTVEDT, J. J. 1986. Grain sorghum response to banded acid-type fertilizers in iron-deficient soil. J. Plant Nutr. 11:1297-1310.

MORTVEDT, J. J. 1991. Correcting iron deficiencies in annual and perennial plants: Present technologies and future prospects. pp. 315-321. *In* Iron nutrition and interactions in plants. Y. Chen, Y. Hadar (Eds.). Kluwer Academic Publishers. Netherlands.

MOSTAGHIMI, S., MATOCHA, J. E. 1988. Effect of normal and Fe-treated organic matter on Fe chlorosis and yields of grain sorghum. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 19:1415-1428.

MUHAMMED, S., AKBAR, M., NEUE, H. U. 1987. Effect of Na/Ca and Na/K ratios in saline culture solution on the growth and mineral nutrition of rice (Oryza sativa L.). Plant Soil. 104:57-62.

MÜLLER-WEGENER, D. 1998. Interaction of humic substances with biota. pp. 179-193. *In* Humic substances and their role in the environment. F. H. Frimmel, R. F. Christman (Eds). John Wiley & Sons. New York, NY.

MUNNS, R. 1988. Effect of high external NaCl concentrations on ion transport within the shoot of *Lupinus albus*. I. Ions in xylem sap. Plant Cell Environ. 11:283-289.

MURAKAMI, T., ISE, K., HAYAKAWA, M., KAMIE, S., TAKAGI, S. 1989. Stabilities of metal complexes of mugineic acids and their specific affinities for iron(III). Chem. Lett. 2137.

NABHAN, H. M., VANDERDELEEN, J., COTTENIE, A. Chelate behavior in saline-alkaline soil conditions. Plant Soil. 46:603.

NARDI, S., CONCHERI, G., DELL´AGNOLA, G. 1996. Biological activity of humus. pp. 361-406. *In* Humic substances in terrestrial ecosystems. A. Piccolo (Ed.). Elsevier, Ámsterdam, pp. 361-406.

NARDI, S., CONCHERI, G., DELL´AGNOLA, G. SCRIMIN, P. 1991. Soil Biol. Biochem. 23:833.

NARDI, S., PANUCCIO, M.R., ABENAVOLI, M. R., MUSCOLO, A. 1994. Auxin-like effect of humic substances extracted from faeces of *Allolobophora caliginosa* and *A. rosea.* Soil Biol. Biochem. 26:1341-1346.

NAVARRO, J., MATAIX, J., SÁNCHEZ-ANDREU, J., JUÁREZ, M. 1991. Incidencia de la fertilización foliar de quelatos de hierro y micronutrientes en los niveles de N, P, K, Ca, Mg y Na en hojas de *"Vitis vinifera"* cv Aledo.

NIKOLIC, M., RÖMHELD, V. 1999. Mechanism of Fe uptake by the leaf symplast: Is Fe inactivation in leaf a cause of deficiency chlorosis? Plant and Soil. 215:229-237.

NOMA, M., NOGUCHI, M. 1976. Occurrence of nicotianamine in higher plants. Phytochemistry. 15:1701.

NOMA, M., NOGUCHI, M., TAMAKI, E. 1971. A new amino acid, nicotianamine, from tobacco leaves. Tetrahedron Lett. 22:2017.

NOMOTO, K., SUGIURA, Y., TAKAGI, S. 1987. Mugineic acid, studies on phytosiderophores. chap. 22. *In* Iron Transport in Microbes, Plants and Animals. G, Winkelmann, D. van der Helm, J. B. Neilands (Eds.). VCH Publishers. Weinheim. Germany.

NOMOTO, K., YOSHIOKA, H., TAKEMOTO, T., FUSHIYA, S., NOZOE, S., TAKAGI, S. 1979. A new amino acid possesing Fe-chelating activity secreted from grasses. pp. 619. *In* 22nd Symp. Chemistry of Natural Products. Fukuoka. Japan.

NORVELL, W. A. 1991. Reactions of metal chelates in soils and nutrient solutions. pp. 1987-227. *In* Micronutrients in Agriculture. Mortvedt, Cox, Shuman, Welch (Eds.). SSSA Book Series nº 4. Madison. WI (USA).

NORVELL, W. A., LINDSAY, W. L. 1969. Reactions of EDTA complexes of Fe, Zn, Mn and Cu with soils. Soils Sci. Soc. Am. Proc. 33:86-91.

OHWAKI, Y., SUGAHARA, K., SUZUKI, K., MORIYAMA, H., FUKUHARA, T., NITTA, T. 1997. Iron stress response in chickpea (*Cicer arietinum* L.): morphological changes and levels of H^+-ATPasa mRNA in roots tips. pp 261-262. *In* Plant nutrition – for sustainable food production and environment. T. Ando et al. (Eds.). Kluwer Academic Publishers. Japan.

OLMOS, S., ESTEBAN, E., LUCENA, J. J. 1998. Micronutrient extraction in calcareous soils treated with humic substances. J. Plant Nutrition, 21 (4): 687-697.

OLSEN, R. 1972. Micronutrients interactions. pp. 243-264. *In* Micronutrients in Agriculture. Soil Sci. Soc. Amer. Inc. (Ed.). Wisconsin.

OLSEN, R. A., BROWN, J. C. 1980. Factors related to iron uptake by dicotyledonous and monocotyledonous plants 2. The reduction of Fe^{3+} as influenced by roots and inhibitors. J. Plant Nutr. 2:629-645.

OLSEN, R. A., BROWN, J. C., BENNETT, J. H., BLUME, D. 1982. Reduction of Fe^{3+} as it relates to Fe chlorosis. J. Plant Nutr. 5:433-445.

OLSEN, R.A., CLARK, R. B., BENNETT. J.H. 1981. The enhancement of soil fertility by plants roots. Am. Sci. 69:378.

OLSEN, S. R. 1972. Micronutrient interactions. In “Micronutrients in Agriculture”. Soil Sci. Soc. Of America Madison. 11:243-264.
PARSA, A. A., WALLACE, A, MARTÍN, J. P. 1979. Enhancement of iron availability by some organic materials. J. Agric. Sci. Camb. 93:115-120.

PARSA, A. A., WALLACE, A. 1979. Organic solid wastes from urban environment as iron sources for sorghum. Plant and Soil. 53:455-461.

PARTHIER, B. 1979. The role of phytohormones (citokinin) in chloroplast development. Biochem. Physiol. Pflanz. 144:173-214.

PÉREZ CAMACHO, F. 1992. La uva de mesa. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. España.

PÉREZ, C. 2001. Técnicas estadísticas con SPSS. Pretince Hall. Madrid.

PÉREZ-SANZ, A., LUCENA, J. J. 1995. Synthetic iron oxides as sources of Fe in a hydrophonic culture of sunflower. pp. 241-246. *In* Iron Nutrition y Soil and Plant. J. Abadía (Ed.). Kluwer Academic Publishers. Netherlands.

PETERSEN, R. G. 1977. Use and misuse of multiple comparison procedures. Agron. J. 69:205-208.

PETREE, H. E., MYATT, H. L., JELENNEVSKY, A. M. 1978. Preparation of phenolic ethylendiaminepolycarboxylic acids. USA. Patent Nº. 4.130.582.

PICCOLO, A., CELANO, G., De SIMONE, C. 1992b. sci. Total Environ. 117/118, 403.

PICCOLO, A., CONTE, P. 2000. Molecular size of humic substances. Supramolecular associations versus macromolecular polymers. Adv. Environ. Res. 3(4):508-521.

PICCOLO, A., NARDI, S., CONCHERI, G. 1992a. Structural characteristics of humic substances as related to nitrate uptake and growth regulation in plant systems. Soil Biol. Biochem. 24, 373-380.

POLJAKOFF-MAYBER, A., LERNER, H. R. 1994. Plants in saline environment. pp. 65-96. *In* Handbook of plant and crop stress. M. Pessarakli (Ed.). Marcel Dekker. Inc. New York.

POLLE, A., CHAKRABARTI, K., CHAKRABARTI, S., SEIFERT, F., SCHRAMEL, P., RENNENBERG, H. 1992. Antioxidants and manganese deficiency in needles of Norway spruce (*Picea abies* L.) trees. Plant Physiology 99, 1084-1089.

PRAT, S. 1963. Permeability of plant tissues to humic acids. Biol. Plant. 5:279-283.

PRAT, S., POSPISIL, F. 1959. Humic acids with ^{14}C. Biol. Plant. 1:71-80.

PROZOROVSKAYA, A. A. 1936. The effect of humic acid and its derivates on the uptake of nitrogen, phosphorus, potassium and iron by plants. Tr. NIUIFa. 127.

QUILEZ, R., ABADÍA, A., ABADÍA, J. 1992. Characteristics of thylakoids and photosystem II membrane preparations from iron deficient and iron sufficient sugar beet (*Beta vulgaris* L.). J. Plant Nutr. 15:1809-1819.

RAESE, J. T., PARISH, C. L., STAIFF, D. C. 1986. Nutrition of apple and pear trees with foliar sprays, trunk injection or soil applications of iron compounds. J. Plant Nutr. 9:987-999.

RAINA, J. N., GOSWAMI, K. P. 1998. Effect of fulvic acid and fulvate on the growth and nutrient uptake by maize plant. J. Indian Soc. Soil Sci. 36:264-268.

RAMOS, R. 2000. Aplicación de sustancias húmicas comerciales como productos de acción bioestimulante. Efectos frente al estrés salino. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Alicante.

RAMOS, R., VIVAS, M. J., SÁNCHEZ-ANDREU, J., JUÁREZ, M. 1997. Aplicación foliar de sustancias húmicas comerciales en cultivos de tomate cv Daniela. I Congreso Ibérico y III Nacional de fertirrigación. Actas de Horticultura. 255-262.

RAUTHAN, B. S., SCHNITZER, M. 1981. Effects of a soil fulvic acid on the grown and nutrient content of cucumber (*Cucumis sativus)* plants. Plant and Soil. 63:491-495.

REBHUN, M., De SMEDT, F., RWETABULA, J. 1996. Wat. Res. 30. 2027.

REED, D. W., LYONS, C. G. Jr., McEaCHERN, G. R. 1988. Field evaluation of inorganic and chelated iron fertilizers as foliar sprays and soil application. J. Plant Nutr. 11:1369-1378.

RETTA, S. F., SIDARI, M., NARDI, S., CACCO, G. 1994. Effect of the low molecular size (LMS) humic fraction on differentiation processes in leaf explants. pp. 349-354. *In* Humic substances in the global environment and implications on human health. Senesi, N., Miano, T. M. (Eds.) Elsevier, Amsterdam.

REYNER, A. 1995. Manual de Viticultura. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

RIBEREAU-GAYON, G., PEYNAUD, E., RIBERAU-GAYON, P., SUDRAUD, P. 1975. Etude de la maduration du raisin. In Sciences e tecniques du vin. Tomo 2. Dunod. París.

RIBEREAU-GAYON, J., PEYNAUD, E. 1982. Tratado de ampelología. Ciencias y técnicas de la viña. Tomo I. Biología de la viña. Suelos de viñedo. Ed. Hemisferio Sur SA. Buenos Aires. Argentina.

RODRÍGUEZ, J., GIL, G., PRADO, O., SUÁREZ, F., SOLAR, C., URDUA, H., RIBA, J. 1972. Levantamiento nutricional de 112 viñedos de la zona central de Chile. Agricultura Técnica (Chile). 32(4):166-176.

ROIK, M., GIZBULLIN, N. Y., GONTARENKO, S. 1996. Elaboración de los elementos de tecnología intensiva de los reguladores del crecimiento de las plantas en el cultivo de la remolacha azucarera. Academia de Ciencias de Agricultura de Ucrania. Instituto de la remolacha azucarera.

ROMERA, F. J., ALCÁNTARA, E., de la GUARDIA, M. D. 1991. Characterization of the tolerance to iron chlorosis in different peach rootstocks grown in nutrient solution. Plant Soil. 130. 121-125.

RÖMHELD, V. 1987. Existence of two difference strategies for the acquisition of iron in higher plants. pp. 353-374. *In* Iron transport in

microbes, plant and animals. G. Winkelmann, D. van der Helm, J. B. Neiland. VCH-Verlag. Weinheim.

RÖMHELD, V. 1997. The chlorosis paradox: Fe inactivation in leaves as a secondary event in Fe deficiency chlorosis. p-10. *In* Abstracts 9th International Symposium on Iron Nutrition and Interactions in Plants. Hohenheim. Stuttgart, Germany.

RÖMHELD, V., MARSCHNER, H. 1981. Rhythmic iron stress reactions in sunflower at suboptimal iron supply. Physiol Plants. 53:347-353.

RÖMHELD, V., MARSCHNER, H. 1983. Mechanism of iron uptake by peanut plants 1. Fe^{III} reduction, chelate splitting and release of phenolics. Plant Physiol. 71:949-954.

RÖMHELD, V., MARSCHNER, H. 1986. Mobilization of iron in the rhizosphere of different plant species. pp. 155-204. *In* Advances in plant nutrition. Vol. 2. B. Tinker, A. Läuchli (Eds.). Praeger Scientific. NY.

RÖMHELD, V., MARSCHNER, H. 1990. Genotypical differences among graminaceous species in release of phytosiderophores and uptake of iron phytosiderophores. Plant Soil. 123:147-153.

RON, N., VERLOO; M. 1983. Effect of natural complexants on the uptake of trace elements by barley and their extractable amounts in soil. Agrochimica 28:13-19.

ROUQUET, N. 1998. C. R. Acad. Sci. 307 (II) 1419-1424.

RUIZ, R., NAVIA, T. 1982. Fijación del hierro en suelos de la zona central. Agricultura Técnica (Chile). 42(3):217-221.

RUIZ-MONTALBAN, F. 2002. Frutos Librilla. Comunicación personal.

RUTLAND, R. B. 1971. Radioisotopic evidence of immobilization of iron in *Azalea* by excess calcium carbonate. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 96:653-655.

RUTLAND, R. B., BUKOVAC, M. J. 1971. The effect of calcium bicarbonate on iron absortion and distribution by *Chrysanthemum morifolium* (Ram.). Plant Soil. 35:225-236.

SAHU, M. P., SHARMA, D. D., JAIN, G. L., SING., H. G. 1987. Effects of growth substances, sequestrene 138-Fe and sulphuric acid on iron clorosis of garden peas (*Pisum sativum* L.). J. Hort. Sci. 62:391-394.

SALA, M. N. 1987. Eficacia de la aplicación foliar de quelatos en uva de mesa. Tesina de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad de Alicante.

SAMISH, R. H., MOSCICKI, W. Z., HOFFMAN, M. 1961. Natl. and Univ. Inst. of Agr., Div. of Publications, Veit Dagan, Special Bull nº 59.

SAN PIETRO, A (Ed.). 1982. Biosaline research. Plenum Press. New York.

SÁNCHEZ-SÁNCHEZ, A; SÁNCHEZ-ANDREU, J. J. 2001. STYM 25 Nutriente biológico. Memoria técnica. Agrícola de Aspe, SL

SÁNCHEZ-ANDREU, J. J.; JUÁREZ, M.; SÁNCHEZ, A. 2000. Incidencia de Sustancias Húmicas y aminoácidos en la calidad del fruto del limón cv Fino. VIII Simposium Nacional, IV Ibérico sobre Nutrición Mineral de las plantas.

SÁNCHEZ-ANDREU, J., JORDÁ, J., JUÁREZ, M. 1991. Reactions of FeEDTA and FeEDDHA applied to calcareous soils. pp 57-62. *In* Iron nutrition and interactions in plants. Y. Chen, Y. Hadar (Eds.). Kluwer Academic Publishers. Netherdalnds.

SÁNCHEZ-ANDREU, J., JORDÁ, J., JUÁREZ, M. 1994. Humic substances. Incidence on crop fertility. Acta Horticulturae. 357:303-313.

SÁNCHEZ-ANDREU, J., SALA, N., JUÁREZ, M. 1989. Effectiveness of iron chelates foliar sprays on grape-vine. 5th International Symposium on Iron Nutrition and Interactions in Plants. Israel.

SÁNCHEZ-CONDE, M. P., ORTEGA, C. B., PÉREZ BRULL, M. I. 1972. Effect of humic acid on sugar beet in hydroponic culture. Anales de edafología y Agrobiología. 31:319-331.

SANZ, M., CAVERO, J., ABADÍA, J. 1992. Iron clorosis in Ebro river basin, Spain. J. Plant Nutr. 15, 1971-1981.

SAXENA, M. C., MALHORTA, R. S., SING., K. B. 1990. Iron deficiency in chickpea in the Mediterranean region and its control through resistant genotypes and nutrient application. Plant Soil. 123:251-254.

SCHIMANSKY, Chr., WIENEKE, J. 1976. Unter-suchungen über Transport und Verteilung von ^{28}Mg und ^{45}Ca an fruchttragenden Pflanzen. Landw. Forsch. 29:322-332.

SCHLEE, D., REINBOTHE, D., FRITSCHE, W. 1968. Der Einfluss von Eisen auf den Purinstoffwechsel und die Riboflavinbildung von *Candida guilliermondii* (Cast.) Lang et G. Allg. Mikrobiol. 8:127-138.

SCHMIDT, W., BARTELS, M., TITTEL, J., FÜHNER, C. 1997. Physiological effects of copper on iron acquisition processes in *Plantago*. New Phytol. 135:659-666.

SCHNITZER, M. 1976. The chemistry of humic substances. Vol. I. pp. 89-107. *In* Environmental Biochemistry. J. O. Nriagu (Ed). Ann Arbor Science, Ann Arbor.

SCHOLL, W. 1979. Erfahrungen mit der Chlorose der Weinreben in der Bundesrepublik Deutschland. Mitt. Klosterneuburg. 29:186-193.

SCHULTEN, H. R. 1996. A new approach to the structural analysis of humic substances in water and soils: Humic acid oligomers. pp. 42-56. *In* Humic and Fulvic Acids. Isolation, structure and Environmental Role. Ed. Gaffney J. S., Marley N. A., Clark S. B. Developed from a symposium sponsored by the Division of Industrial and Engineering Chemistry, Inc. American Chemical Society, Washington, DC.

SCHULTEN, H. R., SCHNITZER, M. 1993. Naturwissernschaften. 80:29.

SENESI, N., LOFFREDO, E. 1994. Influence of soil humic substances and herbicides on the growth of pea (Pisum sativum L.) in nutrient solution. J. Plant Nutrition. 17, 2&3. 493-500.

SENESI, N., LOFFREDO, E. PADOVANO, G. 1990. Effects of humic acid-herbicide interactions on the growth of *Pisum sativum* in nutrient solution. Plant and Soil. 127:41-42.

SENESI, N., MIANO, T. M. 1995. The role of abiotic interactions with humic substances on the environmental impact of organic pollutants. *In*

Environmental impact of soil component interactions. Natural and anthropogenic organic. P. M. Huang, J. Berthelin, J. M. Bollag, W. B. McGill, A. L. Page (Eds). Lewis Publishers. CRC Press. Inc. Boca Ratón.

SENESI, N., MIANO, T. M., PROVENZANO, M. R., BRUNETTI, G. 1989. Spectroscopic and compositional comparative characterization of I.H.S.S. reference and standard fulvic and humic acids of various origin. Sci. Total Environ. 81/82:143-156.

SENESI, N.,LOFFREDO, E. 1999. The Chemistry of soil organic matter. pp. 239-370. *In* Soil physical chemistry. D. L. Sparks (ed). Newark, Delaware.

SHI, Y., BYRNE, D. H., REED, D. W., LOEPPERT, R. H. 1993. Iron chlorosis development and growth response of peach root-stocks to bicarbonate. J. Plant Nutr. 16:1039-1046.

SIJMONS, P. C., KOLATTUKUDY, P. E., BIENFAIT, H. F. 1985. Iron-deficiency decreases suberization in bean roots through a decrease in suberin-specific peroxidase activity. Plant Physiol. 78:115-120.

SIJMONS, P.C. BIENFAIT, H.F., van den BRIEL, W. 1984. Cytosolic NADPH is the electron donor for extracellular Fe(III) reduction in iron-deficient bean roots. Plant Physiol. 75:219.

Sistema Español de Información de Suelo. 2001. http://leu.irnase.csic.es/miram/seisnet.htm.

SKOGERBOE, R. K., WILSON, S. A. 1981. Anal. Chem. 53:228.

SLADKY, Z. 1959. The effect of extracted humus substances on growth to tomato plants. Biol. Plant. 1:199-204.

SMIDOVA, M. 1960. The influence of humic acid on the respiration of wheet roots. Biol. Plant. 2:152-164.

SMIDOVA, M. 1962. Effect of sodium humate on swelling and germination of plant roots. Biol. Plant. 4:112-118.

STANCHEV, L., TANEV, Z., IVANOV, K. 1975. Humus substances as suppressors of biuret phytotoxicity. pp. 373-381. *In* Humus et Planta.

STEELINK, C. 1985. Implications of elemental characteristics of humic substances. pp. 457-476. *In* Humic substances in soil, sediment and water. G. P. Aiken, D. M. McKnight, R. L. Wershaw, P. MacCarthy, (Eds). John Wiley, New York.

STEPHAN, U. W., SHOLZ, G. 1993. Nicotianamine: mediator of transport of iron and heavy metals in the phloem? Physiol. Plant. 88:522-529.

STEVENSON, F. J. 1979. Humates-facts and fantasies on their value as commercial soil amendment. Crops Soil 31:14-16.

STEVENSON, F. J. 1994. Humus chemistry: Genesis, composition, reactions. J. Wiley and Sons, New York, NY.

SUNDA, W. G., KIEBER, J. D. 1994. Oxidation of humic substances by manganese oxides yields low-molecular-weight organic substances. Nature. 367:62-64.

SUZUKI, S. 1906-1908. Bull. Coll. Agr. Tokyo. 7(95):419-513.

SWIFT, R. S. 1989. *In* Humic Substances in Soil, Sediment, and Water. G. R. Aiken, D. M. McKnight, R. L. Wershaw (Eds). Wiley, New York. 387-408.

SZILÁGYI, M. 1971. Reduction of Fe^{3+} ion by humic acid properties. Soil Sci. III:233-235.

TAGLIAVINI, M., ABADÍA, J., ROMBOLA, A. D., ABADÍA, A., TSIPOURIDIS, C., MARANGONI, B. 1998. Agronomic means for the control of iron clorosis in deciduous fruti plants. J. Plant Nutr. *In press.*

TAGLIAVINI, M., ABADÍA, J., RÓMBOLA, A. D., ABADÍA, A., TSIPUORIDIS, C., MARANGONI, B. 2000. Agronomic means for the control of iron deficiency and chlorosis in deciduous fruit plant. J. Plant Nutr. *In press.*

TAKAGI, S. 1972. The absorption mechanism of heavy metals by the plants, especially on the secretion of iron-solubilizing substances and iron absorption from the plant roots. pp 66. *In* Studies on the Soil Science and Plant Nutrition in Modern Agriculture. Yokendo Press. Tokio.

TAKAGI, S. 1991. Mugineic acid. pp. 5 *In* Nutrition and Physiology of Metal Relating Compounds. Hakuyusha Press. Tokio.

TAKAGI, S., NOMOTO, K., TAKEMOTO, T. 1984. Physiological aspect of mugineic acid, a possible phytosiderophore of graminaceous plants. J. Plant Nutr. 7:469-477.

TAKEMOTO, T., NOMOTO, K., FUSHIYA, S., OUCHI, R., KUSANO, G., HIKINO, H., TAKAGI, S., MATSUURA, Y., KAKUDO, M. 1978. Structure of mugineic acid, a new amino acid possesing an iron-chelating activity from root washing of water-cultured *Hordeum vulgare* L. Proc. Jpn. Acad. 54, B469.

TAN, K. H., NOPAMORNBODI, V. 1979. Effect of different levels of humic acids on nutrient content and growth of corn (Zea may L.). Plant and Soil. 51:283-287.

TERRY, N. 1980. Limiting factors in photosynthesis. I. Use of iron stress to control photochemical capacity in vivo. Plant Physiol. 65:114-120.

THOMAS F. M., BRANDT, T., HARTMANN, G. 1998. Leaf chlorosis in Pedunculate Oaks (*Quercus robur* L.) on calcareous soils resulting from lime-induced manganese/iron deficiency: Soil conditions and physiological reactions. Angew. Bot. 72:28-36.

THORN, K., FOLAN, D., MacCARTHY, P. 1989. Characterization of the IHSS standard and reference fulvic and humic acids by solution state carbon-13 and hydrogen-1 nuclear magnetic resonance spectrometry. Water Resources Investigations Rep. 89-4196. US Geological Survey, Denver, Co.

TIFFIN, L. O. 1987. Iron translocation. I. Plant culture exudate sampling iron/citrate analysis. Plant Physiol. 42:1427-1432.

TONG, Y. A., FAN, F., KORCAK, R. F., CHANEY, R. L., FAUST, M. 1986. Effect of micronutrients, phosphorus and chelator to iron ratio on growth, chlorosis and nutrition of apple seedlings. J. Plant Nutr. 9(1):23-41.

TOSELLI, M., MARANGONI, B., TAGLIAVINI, M. 2000. Iron content in vegetative and reproductive organs of nectarin trees in calcareous soils during the development of chlorosis. Europ. J. Agronomy. 13:279-286.

TYLER, G. 1996. Mineral nutrient limitations of calcifuge plants in phosphate sufficient limestone soil. Ann. Bot. 77:649-656.

TYLER, G., STRÖM, L. 1995. Differing organic acid exudation pattern explains calcifuge and acidifuge behaviour of plants. Ann. Bot. 75:75-78.

UNDERWOOD, A. L. 1958. Spectrophotometric determination of iron with ethylenediamine di(o-hydroxyphenylacetic acid). Anal. Chem. 30(1):44-47.

UNDERWOOD, A. L. 1959. Photometric tritation of iron with ethylenediaminedi(o-hydroxyphenylacetic acid). Anal. Chim. Acta. 20:228-232.

UREN, N. C. 1984. Forms, reactions and availability of iron in soils. J. Plant Nutr. 7(1-5):165-176.

UREN, N. C., REISENAUER, H. M. 1988. Advances Plant Nutrition. pp. 79-114. *In* The role of root exudation in nutrient acquisition. Vol. 3. B. Tinker, A. Läuchli, (Eds.). Praeger, New York.

VARANINI, Z., PINTON, R. 1995. Humic substances and plant nutrition. Prog. Bot. 56:97-117.

VARSHOVI, A. A. 1996. Humates and their turfgrass applications. Golf Course Management 64(8):53-56.

VAUGHAN, D. 1969. The stimulation of invertase development in aseptic storage tissue slices by humic acid. Soil Biol. Biochem. 1:15-28.

VAUGHAN, D. MALCOLM, R. E., ORD, B. G. 1985. Influence of humic substances on biochemical processes in plants. pp. 77-108. *In* Soil organic matter and biological activity. D. Vaughan, R. E. Malcolm (eds.). Martinus Nijhoff / Dr. W. Junk Publ., Dordrecht.

VAUGHAN, D., CHESHIRE, M. V., MUNDIE, C. M. 1974. Uptake by beetroot tissue and biological activity of ^{14}C-labelled fractions of soil organic matter. Biochem. Soc. Trans. 2:126-129.

VAUGHAN, D., LINEHAN, D. J. 1976. The growth of wheat plants in humic acid solutions under axenic conditions. Plant Soil. 44:445-449.

VAUGHAN, D., LINEHAN, D. J. 1979a. Effect of soil organic matter on peroxidasa activity of wheat roots. Soil Biol. Biochem. 11:247-272.

VAUGHAN, D., MALCOLM, R. E. 1979b. Effect of humic acid on invertase synthesis in roots of higher plants. Soil Biol. Biochem. 11:247-272.

VAUGHAN, D., McDONALD, I. R. 1971. Some effects of humic acid on the cation uptake by parenchyma tissue. Soil Biol. Bioche,. 8:415-421.

VAUGHAN, D., ORD, B., G. 1981. Uptake and incorporation of ^{14}C-labelled soil organic matter by roots of *Pisum sativum* L. J. Exp. Bot. 32:679-687.

VEMPATI, R. K., LOEPPERT, R. H. 1988. Determination of chelating agents in fertilizers by ion chromatogr. J. Chromatography A. 671:359-365.

VISSER, S. A. 1985. Physiological action of humic substances on microbial cells. Soil Biol. Biochem. 17:457-462.

VISSER, S. A. 1986. Effetto delle sostanze umiche sulla crescita della piante. pp. 96-143. In Sostanze Umiche – Effetti Sul Terreno e Sulle Piante. R. G. Burns, G. Dell´Agnola, S. Miele, S. Nardi, G. Svoini, M. Schnitzer, P. Sequi, D. Vaughan, S. A. Visser (Eds.). REDA, Bologna, Italia.

VIVAS, M. J. 2001. Mejora del desarrollo y la producción vegetal por bioestimuladores. Sustancias húmicas comerciales y alcoholes. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Alicante.

WALLACE, A. 1971. Regulation of the micronutrient status of plants by chelating agents an other factors. UCLA. Los Ángeles. p. 29.

WALLACE, A. 1983. The third decade of synthetic chelating agents in plant nutrition. J. Plant Nutr. 6:425-562. Special Issue.

WALLACE, A. 1988. Acid and acid-iron fertilizers for iron-deficiency control in plants. J. Plant Nutr. 11:1311-1319.

WALLACE, A. 1991. Rational approaches to control of iron deficiency other than plant breeding and choice of resistant cultivars. pp. 324-330.

In Iron nutrition and interactions in plants. Y. Chen, Y. Hadar (Eds.). Kluwer Academic Publishers. Netherlands.

WALLACE, A., ABOU-ZAMZAN, A. M., MOTOYAMA, E. 1971. Cation and anion balance in the xylem exudate of tobacco roots. Plant Soil. 35:433-438.

WALLACE, A., LUNT, O. R. 1956. Reactions of some iron, zinc and manganese chelates in various soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 20:479-482.

WALLACE, A., WOOD, R. A., SOUFI, S. M. 1976. Cation-anion balance in lime-induced chlorosis. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 7:15.

WALLACE, G. A., WALLACE, A. 1983. Clay fixation of metal chelates as a factor in their usability by soil application to correct micronutrient deficiencies. J. Plant Nutr. 6(6):439-446.

WALLACE, G. A., WALLACE, A. 1986. Correction of iron deficiency in trees by injection with ferric ammonium citrate solution. J. Plant Nutr. 9:981-986.

WANASURIA, S., KÜHN, H. 1977. Der Einflu□ der Phosphatdüngung auf die Aufnahme von Eisen, Mangan und Zink in der Wasserkultur bei Sonnenblumen, Erbsen und Gurken. Bodenkultur. 28:232-244.

WATANABE, S., WADA, H. 1989. Mugineic acid decomposing bacteria isolated from rhizosphere of iron-deficient barley. Japan Soil Sci. Plant Nutr. 60:413.

WELCH, R. M. 1995. Micronutrient Nutrition of Plants. Critical Reviews in Plant Sciences. 14 (1):49-82.

WELKIE, G. W., MILLER, G. W. 1993. Plant iron uptake physiology by nonsiderophore systems. pp. 345-370. *In* Plants and Soil Microorganisms. LL. Barton, L. Hemming (Eds.). Academic Press Inc. NY.

WELKIE, G. W., MILLER, G.W. 1989. Sugar beet responses to iron nutrition and stress. J. Plant Nutr. 12:1041-1054.

WERSHAW, R. L. 1993. Environ. Sci. Technol. 27, 814.

WING, H. L., KIMARO, A. 1997. Soil Amendment with humic acid and phosphate to promote sorption and retard mobility of zinc. Virginia Journal of Science. 48 (4):251-258.

WINKLER, R. J., COOK, J. A., KLIEWER, W. M., LIDER, U. A. 1974. General Viticulture. University of California Press. Berkeley.

WREESMANN, C. T.J., BUGTER, M. H. J. 1998. Fertilizers and chelated micronutrients. Agro-Food-Industry Hi-Tech. March/April. 25.

YAALON, D. H. 1957. Problems of soil testing on calcareous soils. Plant Soil. 8:275.

YATES III, L. M., von WANDRUSZKA, R. 1999. Effects of pH and metals on the surface tension of aqueous humic materials. Soil Science of America Journal. Vol. 63, No. 6, 1999.

YI, Y., SALEEBA, J. A., GUERINOR, M. L. 1994. Iron uptake in *Arabidopsis thaliana.* pp. 295-307. *In* Biochemistry of metal micronutrients in the rhizosphere. J. A. Manthey, D. E. Crowley, D. G. Luster (Eds). Lewis Publishers. Florida.

YOUNG, C. C., CHEN, L. F. 1997. Polyamines in humic acid and their effect on radical growth of lettuce seedlings. Plant and Soil. 198:143-149.

YOUNG, T. F., TERRY, N. 1982. Transport of iron into leaves following iron resupply to iron-stressed sugar beet plants. J. Plant Nutr. 5:1273-1283.

ZOHLEN, A., TYLER, G. 2000. Immobilization of tissue iron on calcareous soil: differences between calcicole and calcifuge plants. Oikos. 89:95-106.

ZUO, Y., ZHANG, F., LI, X., CAO, Y. 2000. Studies on the improvement in iron nutrition of peanut by intercropping with maize on a calcareous soil. Plant and Soil. 220:13-25.

BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

VII. Apéndice I.

VII.1. Determinaciones en sustancias húmicas comerciales.

VII.1.1. Materia orgánica total.

Pesar 100 mg de muestra perfectamente triturada y homogenizada, introducir la muestra en un tubo de ensayo, añadir 25 ml de solución oxidante (15 g de anhídrido crómico disueltos en 34 ml de agua destilada y 165 ml de H_2SO_4 (c). Agitar suavemente el tubo, colocándolo en un baño de agua a ebullición durante un minuto. Dejar en reposo cinco minutos y repetir la operación 3 veces más. Sacar los tubos del baño y dejar enfriar durante 30 minutos hasta temperatura ambiente.

Trasvasar cuantitativamente el contenido del tubo a un matraz de 250 ml, ayudándose con agua destilada, dejar enfriar y enrasar.

Tomar con pipeta 50 ml de la solución anterior y colocarlos en un matraz erlenmeyer de 250 ml, con 150 ml de agua destilada, 2 g de floruro sódico y 8 gotas de solución de difenilamina.

Valorar con una solución de sulfato ferroso amónico 0,5 N. El color vira lentamente del marrón al azul violeta, el punto de equivalencia queda marcado por el paso brusco del azul violeta al verde. Realizar simultáneamente un ensayo en blanco.

$$\%\ \ materia\ org\acute{a}nica = 1{,}034 \cdot (N - n) \cdot \frac{250 \cdot 100}{50 \cdot m}$$

Siendo:

m: peso (mg) de la muestra

N: Volumen (ml) de sulfato ferroso 0,5N usados en el ensayo en blanco.

n: Volumen (ml) de sulfato ferroso 0,5N usados en la muestra.

VII.1.2. Extracto húmico total, ácidos húmicos y fúlvicos.

BIBLIOTECA VIRTUAL

Desecar la muestra a 50-60 ºC durante 48 horas en estufa de aire forzado o a 100 ºC durante 24 horas en estufa normal. Pesar entre 0,5-0,7 g e introducirlo en un tubo de centrífuga de 200 ml de capacidad. Añadir 100 ml de solución extractante de pirofosfato sódico 0,1 M y sosa 0,1N. Agitar durante una hora en agitador de volteo y centrifugar a 4500 rpm durante 25 minutos como máximo. Repetir esta operación hasta que el líquido de extracción sea incoloro (el número de repeticiones no debe pasar de cinco).

Reunir todos los líquidos de las centrifugaciones en un matraz de un litro, enrasando con agua destilada. A esta solución se le denomina “Extracto húmico total”.

Tomar 50 ml del extracto y llevar a un matraz erlenmeyer de 500 ml. Añadir 10 ml de solución $K_2Cr_2O_7$ y a continuación 20 ml de H_2SO_4 (c), agitando suavemente durante un minuto. Dejar reposar durante treinta minutos (tiempo de oxidación).

Añadir 200 ml de agua destilada y 10 ml H_3PO_4, dejando enfriar. A continuación añadir varias gotas de difenilamina al 0,5% en sulfúrico.

Valorar con sulfato ferroso amónico 0,5 N. El color vira lentamente del marrón al azul violeta, el punto de equivalencia queda marcado por el paso brusco del azul violeta al verde. Realizar simultáneamente un ensayo en blanco.

$$\%\ Extracto\ húmico\ total = 1{,}724 \cdot \frac{(V - V') \cdot 0{,}5 \cdot f \cdot 0{,}39}{P}$$

BIBLIOTECA VIRTUAL

Siendo:

V: volumen (ml) de sulfato ferroso amónico gastados en el blanco.

V': volumen (ml) de sulfato ferroso amónico gastados en la muestra.

F: factor del sulfato ferroso amónico.

P: Peso en gramos de la muestra.

Para determinar la cantidad de ácidos húmicos, tomar 200 ml de la solución extracto húmico total y añadir ácido sulfúrico 1:1 hasta ajustar el pH a 1. Dejar reposar ocho horas mínimo en cámara frigorífica. A continuación, centrigurar 4500 rpm durante 25 minutos máximo. Lavar el precipitado un vez con NaOH 0,5N, llevándolo a un matraz aforado de 50 ml y enrasando con agua destilada. A esta solución se le denomina “solución de ácidos húmicos”.

Tomar una parte alícuota de esta solución de ácidos húmicos, valorar de la misma forma que para el extracto húmico total y expresar el resultado como porcentaje de ácidos húmicos.

Para determinar la cantidad de ácidos fúlvicos, calculamos la diferencia entre el porcentaje del extracto húmico total y el porcentaje de ácidos húmicos.

VII.1.3. Nitrógeno total y Nitrógeno orgánico.

Pesar entre 0,5 g de la muestra y ponerlos en matraz Kjeldhal y añadir 10 ml de ácido sulfúrico concentrado y alrededor de 5 g de mezcla catalítica (79% sulfato potásico, 19% sulfato de cobre y 2% de selenio).

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

Colocar el matraz en el calefactor en un digestor a 420ºC durante 90 minutos con refrigeración a vacío.

Después se deja enfriar 15 minutos fuera del bloque digestor y se le añade con cuidado 80 ml de agua destilada.

Posteriormente se sitúa el matraz correspondiente en el bloque destilador dosificando 50 ml de sosa concentrada y procediendo a la destilación. Recogemos el destilado sobre un erlenmeyer que contiene una disolución de ácida débil. Recogemos el destilado sobre un erlenmeyer que contiene una disolución ácido débil de ácido bórico con indicador mixto ácido-base (25 ml). Finalmente valorar con HCl 0,1 N y calcular el porcentaje de nitrógeno de la muestra según la expresión:

$$\%\ Nitrógeno = V \cdot N \cdot \frac{1,4}{P}$$

Siendo:

N: normalidad del ácido.

V: volumen (ml) gastados en la valoración.

P: peso (g) de la muestra.

La cantidad de N orgánico se calcula por diferencia entre el nitrógeno total y el nitrógeno nítrico (método de Robertson), nitrógeno amoniacal y el nitrógeno ureico (método de la ureasa).

VII.1.4. Potasio total.

Pesar 10 g de la muestra y calcinar a 500ºC en un cápsula. Obtenida la calcinación, agregar a la cápsula agua caliente, decantando cuidadosamente el contenido a un erlenmeyer de 250 ml.

Volver a agregar a la cápsula agua acidulada con HCl al 1%, lavar con agua caliente y agregar cinco gotas de HNO_3 arrastrando todo el contenido de la cápsula al erlenmeyer en le que debe hervir el contenido durante 10 minutos. Dejar enfriar, pasar el contenido a un matraz aforado de 250 ml, enrasar y homogenizar.

Filtrar, y del filtrado tomar 50 ml, que equivalen a 2 g de la muestra, y evaporar en la cápsula hasta sequedad, calcinando ligeramente. El residuo se trata con agua ligeramente y filtrar, lavando la cápsula y el filtro.

La determinación se realiza por fotometría de llama, utilizando una curva patrón para determinar las ppm de potasio, el resultado se expresa como % K_2O.

VII.1.5. Hierro asimilable.

Se introducen 10 g de suelo en un botella de plástico con 20 ml de extractante (disolución extractora de Lindsay y Norvell) y se agita mecánicamente durante 2 horas; la suspensión es luego filtrada y los micronutrientes son determinados por espectrofotometría de absorción atómica. Para la cuantificación es necesario construir una recta de calibrado.

Disolución extractora de Lindsay y Norvell: 0,05 M en DTPA; 3,92 g de Tritiplex V; 1,1 g de $CaCl_2$ y 35,1 g de Trietanolamina que es utilizada como una reguladora a pH 7,3; se llevan a 2 litros de agua destilada).

VII.1.6. pH.

El pH se mide sobre una suspensión (1:25) manteniendo la agitación hasta el instante de la medida, para realizar esta usar un pH-metro.

VII.2. Determinaciones en quelatos férricos comerciales.

VII.2.1. Hierro quelado. % isómero racémico y % isómero meso. Determinación cromatográfica.

Para medir la concentración real de hierro quelado Fe-EDDHA, se prepararan disoluciones del producto comercial con una concentración de 100 mg de Fe/L. Las disoluciones se realizan con agua ultrapura. Una vez preparadas las disoluciones se dejan en

reposo 24 horas, protegiéndolas de la luz, para evitar su fotodescomposición.

Es necesario construir una recta de calibrado para medir la concentración de hierro quelado. Las concentraciones de FeEDDHA utilizadas para la recta de calibrado son 5 x 10^{-5} M, 1 x 10^{-4} M, 5 x 10^{-4} M, 1 x 10^{-3} M, 1,79 x 10^{-3} M. Una vez obtenidos los cromatogramas, se comparan las áreas correspondientes a cada pico.

Para la construcción de la recta de calibrado de FeEDDHA, es necesario preparar un estándar. Para conseguir FeEDDHA estándar se disuelve en agua, ácido EDDHA con una cantidad equivalente de NaOH para proporcionar un medio básico y facilitar la disolución del ácido. Se añade $Fe(NO_3)_3.9H_2O$, en cantidad suficiente para obtener una disolución de FeEDDHA con una concentración final de 100 mg de Fe/L (1,79 x 10^{-3}M). Para ello se añade en total un 105% molar de nitrato de hierro (III) frente a 100% molar de EDDHA a complejar, para una quelación completa. Se ajusta el pH a 7,5 con HCl y se deja reaccionar 24 horas protegiendo la disolución de la luz. Al final de este periodo se filtra la disolución con papel Whatman No. 41, para eliminar el exceso de Fe y se enrasa con agua bidestilada hasta el volumen final.

La fase móvil utilizada en este estudio cromatográfico se prepara a partir de 20 ml de la disolución de hidróxido de tetrabutilamonio 40%, se añaden 650 ml de agua ultrapura. Se ajusta a pH = 6 con ayuda de HCl (1:1), ya que las fases móviles neutras son adecuadas para mantener la estabilidad del quelato. A continuación se añaden 300 ml

de acetonitrilo. Por último se completa hasta 1 L con agua ultrapura. Esta disolución se hace pasar por filtros Millipore 0,22 μm.

Todas las disoluciones utilizadas en el estudio se pasan por filtros Millipore 0,22 μm, previamente a la inyección en el cromatógrafo. El volumen de inyección es de 20 μL. La columna usada es Chromspher C_{18} y la velocidad de flujo de 1,5 ml/min. El modo de elusión es isocrático.

El detector usado es un espectrofotómetro UV-visible.

En los cromatogramas podemos diferenciar los dos isómeros meso y racémico del quelato FeEDDHA, el primer pico que aparece corresponde al isómero dl-racémico y el segundo a la forma meso.

El porcentaje de hierro quelado se calcula sumando el % de isómero racémico y el % de isómero meso.

VII.2.2. Hierro total.

Se preparan disoluciones del quelato comercial y el FeEDDHA estándar tal y como se ha explicado en el apartado anterior.

A 10 ml de estas disoluciones se les añade 1 ml de HCl al 11% con el fin de destruir el quelato de hierro y se determinan en ellos los contenidos Fe mediante Espectrofotometría de Absorción Atómica.

VII.2.3. pH.

Preparamos una disolución del producto comercial de manera que tenga una concentración de Fe de 25 mg/L. Para la medida usar un pH-metro.

VII.3. Determinaciones en productos comerciales a base de aminoácidos.

BIBLIOTECA VIRTUAL

VII.3.1. Materia orgánica total.

Pesar 0,05 g de muestra y colocarla en un matraz erlenmeyer de 500 ml. Añadir 10 ml de $K_2Cr_2O_7$ imprimiendo un movimiento de giro a la matraz para asegurar una mezcla adecuada. Añadir 20 ml de H_2SO_4 (c) dejando la mezcla en reposo durante treinta minutos. Añadir 200 ml de agua, dejar enfriar y agregar, a continuación, 10 ml de H_3PO_4. Añadir varias gotas de difenilamina en solución sulfúrica y valoramos con sulfato ferroso amónico 0,5 N mediante bureta. La coloración vira de rojo burdeos a verde brillante pasando por tonos azul violáceos.

Para calcular el % de materia orgánica utilizamos la siguiente expresión:

$$\%\ materia\ órgánica = (V_B - V_M) \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{12}{4000} \cdot \frac{1}{P} \cdot \frac{1,724}{0,77} \cdot 100$$

Siendo:

V_B: *volumen (ml) de sulfato ferroso amónico en el blanco.*

V_M: *volumen (ml) de sulfato ferroso amónico en la muestra.*

P: peso (gr) de la muestra.

VII.3.2. Aminoácidos libres y totales. Aminograma.

El método está basado en la separación y determinación de los distintos aminoácidos por HPLC. Previamente a la cromatografía, los aminoácidos reaccionan con el reactivo OPA (ortoftaldehído) y FNIC-Cl (fluorenil metil cloro formiato) para formar derivados fluorescentes (Derivación Precolumna).

Las condiciones cromatográficas serían:

- Cromatografo HPLC con detector de fluorescencia.
- Condiciones de detección con OPA: Longitud de onda de excitación 340 nm. Longitud de onda de detección: 420 nm.
- Condiciones de detección con FMOC: Longitud de onda de excitación: 250 nm. Longitud de onda de detección: 335 nm.
- Columna C_{18} de 5μ de tamaño de partícula y de 20 cm de longitud.
- Fase móvil: Solvente A (2:2:96 metanol, tetrahidrofurano, disolución de 50 mM acetato sódico, 50 mM de ortofosfato disódico a pH 7,5. Solvente B (65:35 metanol, agua).

- Gradiente (Tabla VII.3.2.1):

Tabla VII.3.2.1. Gradiente usado en la determinación de aminoácidos libres por HPLC.

Tiempo min.	Flujo ml/min.	Sol. A %	Sol B. %	Curva
0	0,9	100	0	-
17	0,9	50	50	7
35	0,9	0	100	7
50	0,9	0	100	6
55	0,9	100	0	6
60	0,9	100	0	6

- Reactivo OPA: Disolver 500 mg de OPA en 10 ml de metanol y diluir a 100 ml con tampón borato sódico 0,4 M. Añadir 400 μL de 2-mercaptoetanol y filtrar. El OPA es estable conservado en frigorífico, pero conviene que cada 2-3 días se agreguen 400 μL de 2-mercaptoetanol para sustituir el que pueda evaporarse.

- Reactivo FMOC: Disolver 155 mg de FMOC en 40 ml de acetona.

Para la determinación de los aminoácidos de la muestra es necesario una calibración, para lo que hay que preparar una disolución patrón de aminoácidos, conteniendo las siguientes cantidades de cada uno de ellos, en ácido clorhídrico 0,1N (Tabla VII.3.2.2).

Tabla VII.3.2.2. Patrones.

Compuesto	μg/ml
Ácido aspártico	**6**
Ácido glutámico	-
Serina	-
Histedina	8
Glicina	4
Treonina	6
Arginina	4
Alanina	4
Tirosina	8
Metionina	8
Valina	6
Fenilalanina	8
Isoleucina	6
Prolina	6
Leucina	6
Lisina	6

Aminoácidos totales: Hidrólisis con HCl 6N. Pesar una cantidad de muestra (que contengan aproximadamente 1,5 mg de nitrógeno procedente de aminoácidos) e introducirla en un tubo de vidrio de 30 ml provisto de tampón de rosca.

Agregar 15 ml de disolución de fenol en HCl 6N. Mantener la muestra en atmósfera ausente de oxígeno para lo que hacemos pasar una corriente de nitrógeno sobre la muestra. Llevar a una estufa de 100-105ºC durante 24 horas. Evaporar en rotavapor a una temperatura de 40-50ºC. Una vez obtenido el residuo se diluye con

25 ml de agua destilada y se vuelve a evaporar. Arrastrar el residuo con agua destilada, filtrar sobre papel de filtro seco y recoger el filtrado en un matraz de 50 ml y aforar.

Aminoácidos libres: Pesar la cantidad de muestra necesaria (que contenga aproximadamente 1,5 mg de nitrógeno procedente de aminoácidos) en un matraz de 50 ml y diluir hasta volumen con ácido clorhídrico 0,1N.

Derivación: Mezclar en un tubo 1 ml de solución de la muestra obtenida en los dos puntos anteriores (aminoácidos totales y aminoácidos libres) con 0,1 ml de NaOH 0,1N y 2,9 ml de agua destilada.

Pasar 100 μL de esta disolución a un vial, añadir 100 μL de reactivo OPA y mezclar. Esperar un minuto. Añadir 100 μL de reactivo FMOC. Esperar cuarenta segundos. Añadir 100 μL de pentano y agitar. Dejar separar las fases e inyectar 10 μL de la fase acuosa en el cromatógrafo.

Detección cromatográfica: Las longitudes de onda de iniciación del detector son:

Exc. 340 nm
Em. 420 nm
} Condiciones de detección con OPA

Estas condiciones se mantienen hasta que se obtengan el pico correspondiente a la isoleucina e inmediatamente se cambian las longitudes de onda a:

Exc. 250 nm
Em. 335 nm] Condiciones de detección con FMOC

Después de la elución del pico correspondiente a la prolina se vuelve a cambiar las longitudes de onda a:

Exc. 340 nm
Em. 420 nm] Condiciones de detección con OPA

Los resultados se expresan en % p/p por comparación de las áreas del pico de cada aminoácido con el correspondiente en el cromatograma de la solución patrón.

VII.3.3. Nitrógeno total y Nitrógeno orgánico.

Método similar al explicado en el apartado VII.1.3.

VII.3.4. pH.

Método similar al explicado en el apartado VII.1.6.

VII.4. Análisis de suelos.

VII.4.1. Preparación de la muestra.

La muestra natural de un suelo, cuando llega al laboratorio, debe ser acondicionada como fase previa para la realización de los distintos análisis. Este acondicionamiento incluye la separación de los posibles elementos gruesos, la preparación de la muestra para análisis físicos y la preparación para ciertos análisis químicos.

Colocar la muestra en una bandeja y disgregar con la mano, si es posible, los terrones existentes.

Mantener las bandejas al aire hasta que se equilibre su humedad con la del laboratorio.

Tamizar la totalidad de la muestra por un tamiz de 2 mm de luz, recoger la poción que haya pasado por el tamiz en un recipiente.

VII.4.2. Textura del suelo. Método del densímetro de Boyoucos.

Pesar 50 g de suelo, tamizado a 2 mm, se colocan en una probeta de 1L, se añaden 10 mL de disolución dispersante (hexametafosfato sódico (35,70 g), carbontato sódico (7,94 g) en 1L) y se enrasa a 1 L con agua destilada. Agitar fuertemente durante un minuto. Pasado este tiempo dejar la probeta en reposo y comenzar a contar el tiempo; introducir con cuidado el densímetro y un termómetro, a los 40 segundos tomar nota de la lectura del termómetro (T) y del densímetro (d). Transcurridas 2 horas se toma otra lectura en las mismas condiciones (T´y d´).

Con los datos obtenidos se calcula el contenido en arena, limo y arcilla. A los 40 segundos se obtiene el porcentaje de limo + arcilla, aplicando la fórmula siguiente:

$$\%\ limo + arcilla = \left[\frac{d + (T + 20) \cdot 0{,}36}{P} \right] \cdot 100$$

Siendo *P* el peso (g) de la muestra.

A las dos horas se obtiene el porcentaje de arcilla aplicando la misma fórmula.

$$\% \, arcilla = \left[\frac{d' + (T' + 20) \cdot 0{,}36}{P} \right] \cdot 100$$

Por tanto:

(% limo + arcilla) – (% arcilla) = % limo

100 - (% limo + arcilla) = % arena

Una vez conocidos los contenidos en arena, limo y arcilla que la muestra posee, por medio del diagrama triangular (Figura VII.4.2.1) podemos establecer la textura del suelo; que vendrá determinada por el punto de intersección de las tres rectas trazadas por los porcentajes de arena, limo y arcilla.

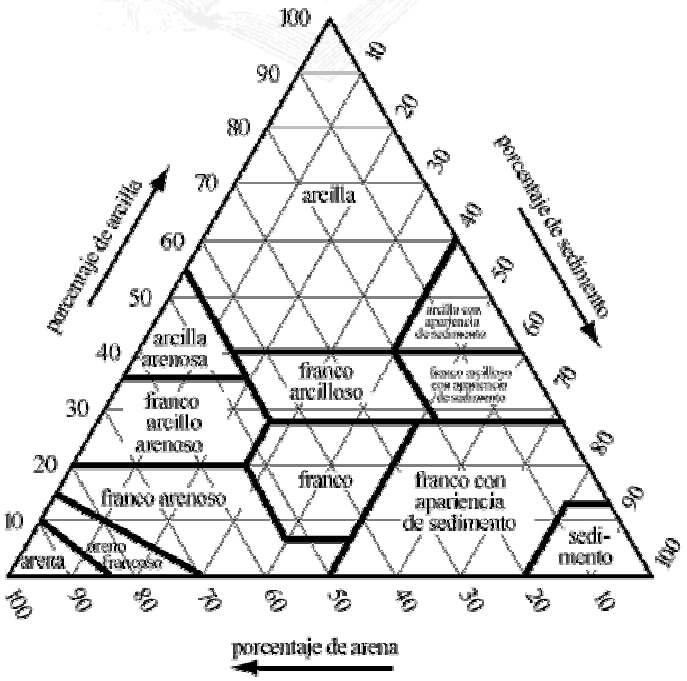


Figura VII.4.2.1. Triángulo de clasificación de suelos por texturas.

VII.4.3. pH

Pesar 10 g de suelo y añadir 25 ml de agua destilada. Agitar durante 30 minutos en agitador de volteo. Medir el pH en un pH-metro.

VII.4.4. Materia orgánica.

Método analítico similar al explicado en el apartado VII.3.1, con la salvedad de que debemos pesar 2 g de suelo.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

VII.4.5. Carbonatos.

Pesar 0,5 g de suelo tamizado y colocarlo en un erlenmeyer, humedecer la muestra con un poco de agua y conectar al calcímetro (Figura VII.4.5.1), en el que previamente se habrán colocado un mililitros de HCl 1:1 usando el dispositivo al respecto. Con la llave del calcímetro abierta para mantener en el interior del sistema la presión atmosférica, ajustar la altura del depósito del calcímetro hasta enrasar la bureta del mismo con el cero. Cerrar la llave, e inclinando el erlenmeyer verter el ácido sobre la muestra, agitando suavemente para favorecer el ataque. Al mismo tiempo se va descendiendo la rama móvil del calcímetro procurando mantener al mismo nivel el líquido en las dos ramas.

Cuando el nivel del líquido del calcímetro permanezca estacionario, dejar de agitar y tomar la lectura alcanzada por el mismo una vez enrasadas las dos ramas. El volumen leído corresponde al del CO_2 desprendido por la muestra ya que habrá desplazado a la disolución de la bureta al ser una solución saturada en CO_2 (100 g de

NaCl y 1 g de $NaHCO_3$ en 350 ml de agua; agregar unas gotas de rojo de metilo y H_2SO_4 diluido, lentamente, hasta reacción ácida al rojo de metilo agitando para eliminar el exceso de CO_2).

Para el blanco pesar 0,2 g de $CaCO_3$ y repetir las operaciones anteriores. Con las lecturas otenidas, efectuar los cálculos:

$$\% \, caliza = \frac{L}{L'} \cdot \frac{P'}{P} \cdot 100$$

Siendo:

L: lectura observada en el calcímetro para la muestra.

L´: lectura observada en el calcímetro para el $CaCO_3$.

P: peso seco (g) de la muestra de suelo.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

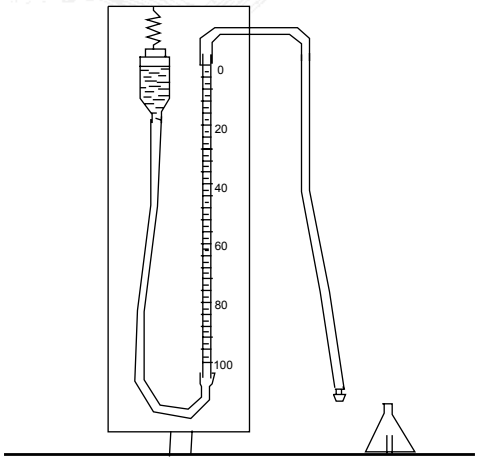


Figura VII.4.5.1. Calcímetro.

VII.4.6. Caliza activa.

Pesar 1 g de suelo tamizado, introducirlo en una botella de plástico de 100 ml y añadir exactamente 25 ml de la disolución de oxalato amónico, agitándolo mecánicamente durante dos horas. Filtrar y tomar 10 ml de filtrado, que se pasan un erlenmeyer con tubo interior. Se procede del mismo modo que para la determinación de carbonatos, anotando el volumen de CO_2 desprendido.

El blanco se realiza de la misma manera pero pesando 0,1 g de $CaCO_3$.

Expresar el contenido en caliza activa en tanto por mil según la fórmula:

$$^{0}/_{00}\ caliza\ activa = \frac{L}{L'} \cdot \frac{P'}{P} \cdot \frac{25}{100} \cdot 1000$$

Siendo:

L: lectura observada en el calcímetro para la muestra.

L´: lectura observada en el calcímetro para el $CaCO_3$.

P: peso seco (g) de la muestra de suelo.

P´: peso de $CaCO_3$.

VII.4.7. Conductividad eléctrica.

Tomar 20 g de suelo tamizado, colocarlo en una botella de plástico y añadir 100 ml de agua destilada (relación 1:5 y tapar el frasco. Agitar en agitador mecánico durante media hora. Se filtra

despreciando las primeras porciones turbias si las hubiera y recogiendo el resto. Se mide la conductividad usando un conductímetro.

VII.4.8. Nitrógeno Kjeldhal.

Método similar al explicado en el apartado VII.1.3, pero pesando 1 g de suelo.

VII.4.9. Fósforo.

BIBLIOTECA VIRTUAL

Pesar 1 g de suelo y ponerlo en una botella de plástico, se añaden 25 ml de la disolución extractora de Burriel-Hernando (1 g de $CaCO_3$, 0,88 g de $MgCO_3$, 400 ml de agua destilada, 1 ml de H_2SO_4 (c), 24,5 ml de AcH 98% y diluir hasta 10L. El pH final de la disolución estará entre 3,2 y 3,3) y se agita durante 5 minutos. Se filtra a través de papel de filtro Albert 242 para análisis gravimétrico.

Al ser una determinación colorímetrica es necesario actuar de la siguiente forma: En un tubo de ensayo colocamos 4 ml de problema más 4 ml de reactivo C (400ml agua destilada, 200 ml de H_2SO_4 6N, molibdato amónico 2,5%, ácido ascórbico 10%). Se pone al baño María durante 90 minutos a 45ºC. Se retira del baño y se mide en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 825 nm.

Es necesario construir una recta patrón, a partir de una disolución de 4 ppm se preparan 8 patrones cuyo contenido en fósforo va de 1 ppm hasta 4 ppm. Las cantidades a añadir son las que se citan en la Tabla VII.4.9.1:

Tabla VII.4.9.1. Recta de calibrado en la determinación de fósforo en suelo.

ppm	ml patrón de 8 ppm	ml H_2O	ml reactivo C
1	1	3	4
2	2	2	4
3	3	1	4
4	4	0	4
Blanco	0	4	4

Cálculos: $[P](mg/kg) = L \cdot \frac{V}{P}$

Siendo:

L: concentración (mg/kg) obtenida a partir de la recta de calibrado.

V: volumen (ml) medidos de la disolución extractora.

P: peso (g) de muestra.

VII.4.10. Sodio, potasio, calcio y magnesio extraídos con acetato amónico.

Colocar 5 g de suelo en una botella de plástico, añadir 50 ml de la disolución extractora de acetato amónico 1N (pH=7) y agitar durante 30 minutos. Centrifugar hasta que el líquido esté claro y decantar el líquido. En el se miden Na, K, Ca y Mg por espectrofotometría de Absorción Atómica. Para determinar la concentración de estos elementos es necesario construir rectas de calibrado con patrones de los elementos a medir.

Cálculos: $[catión](mg/kg) = L \cdot \frac{V}{P} \cdot dilución$

Siendo:

L: concentración (mg/kg) obtenida a partir de la recta de calibrado.

V: volumen (ml) medidos de la disolución extractora.

P: peso (g) de muestra.

VII.4.11. Determinación de hierro, cobre, manganeso y zinc asimilables.

Se introducen 10 g de suelo en una botella de plástico con 20 ml de disolución extractora de Lindsay y Norvell (0,05M en DTPA: 3,92 g de Tritiplex V, 1,1 g de $CaCl_2$ y 35,1 g de Trietanolamina que es utilizada como una reguladora a pH 7,3, se llevan a 2 litros de agua destilada) y se agita mecánicamente durante 2 horas; la suspensión es luego filtrada y los micronutrientes son determinados por espectrofotometría de Absorción Atómica, siendo necesario construir una recta de calibrado para cada elemento con los patrones correspondientes.

Cálculos: $[catión](mg/kg) = L \cdot \frac{V}{P}$

Siendo:

L: concentración (mg/kg) obtenida a partir de la recta de calibrado.

V: volumen (ml) medidos de la disolución extractora.

P: peso (g) de muestra.

VII.5. Análisis de agua para riego.

Para las determinaciones analíticas es necesario eliminar los sólidos en suspensión si los hubiera, para ello centrifugar la muestra y filtrarla.

VII.5.1. pH.

Medida directa del pH en la muestra de agua, usando un pH-metro para la medida.

VII.5.2. Conductividad eléctrica.

Medida directa de la conductividad eléctrica en la muestra de agua, usando un conductímetro para la medida.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

VII.5.3. Cloruros.

Se valora un volumen de muestra, 5 ml o menos dependiendo de la conductividad eléctrica del agua, con $AgNO_3$ de normalidad conocida (aproximadamente 0,01N) y se usa como indicador K_2CrO_4 al 5%. El viraje es de amarillo, pasando por un precipitado blanco de cloruro de plata, a rojo ladrillo.

Se debe conocer con exactitud la concentración de $AgNO_3$ puesto que no es patrón primario, por lo que se factoriza con NaCl 0,01N.

Cálculos:

$$V_{muestra} \cdot N_{muestra} = V_{AgNO_3} \cdot N_{AgNO_3} \Rightarrow N_{muestra} = eq/L$$

$$\left[Cl^-\right](mg/L) = \frac{V_{AgNO_3} \cdot N_{AgNO_3} \cdot 1000 \cdot 35,45}{V_{muestra}}$$

VII.5.4. Bicarbonatos.

Se valora un volumen de muestra (generalmente 5 ml) con HCl 0,1N o 0,05N usando como indicador naranja de metilo. El viraje es de naranja a naranja más intenso-rosa.

Se debe conocer con exactitud la concentración de HCl puesto que no es patrón primario, por lo que se factoriza con Na_2CO_3 0,01N que sí lo es.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

Cálculos:

$$V_{muestra} \cdot N_{muestra} = V_{HCl} \cdot N_{HCl} \Rightarrow N_{muestra} = eq/L$$

$$\left[HCO_3^-\right](mg/L) = \frac{V_{HCl} \cdot N_{HCl} \cdot 1000 \cdot 61}{V_{muestra}}$$

VII.5.5. Sulfatos.

Se hacen diferentes diluciones de la muestra en función de la conductividad eléctrica.

1) Se ponen en un tubo 39 ml de muestra sin filtrar.
2) Se añade 1 ml de HCl 1:10 y 5 ml de $BaCl_2$.
3) Tapar con parafilm y agitar. Dejar en reposo 15 minutos.

Se prepara un recta de calibrado a partir de un patrón de sulfatos de 120 ppm (Tabla VII.5.5.1).

Tabla VII.5.5.1. Recta de calibrado en la determinación de sulfatos en agua.

ppm	ml patrón	ml H_2O	ml HCl 1:10	ml $BaCl_2$
0	0	39	1	5
3	1	38	1	5
0	3	36	1	5
15	5	34	1	5
21	7	32	1	5
27	9	30	1	5
30	10	29	1	5

Transcurridos 15 minutos la lectura se realiza en espectrofotómetro a 650 nm de longitud de onda.

BIBLIOTECA VIRTUAL

Cálculos:

$$[SO_4^{2-}]\ (mg/L) = L \cdot dilución$$

Siendo:

L: concentración (mg/L) obtenida a partir de la recta de calibrado.

VII.5.6. Sodio, potasio, calcio y magnesio.

Se preparan tubos de ensayo con muestras originales y diluciones 1/25, 1/50 y 1/100. Si la conductividad eléctrica > 2000 μS/cm, se prepara también la dilución 1/200. Las medidas se hacen en un espectrofotómetro de Absorción Atómica.

Se ha de tener preparada una serie de patrones de distintas concentraciones para construir una recta patrón y a partir de extrapolar y poder calcular las concentraciones de macronutrientes en la muestra.

Cálculos: $[catión]\ (mg/L) = L \cdot dilución$

L: concentración (mg/L) obtenida a partir de la recta de calibrado.

VII.5.7. Nitratos.

Los medimos directamente en el agua filtrada o, sí la concentración es muy elevada, se hacen diluciones que habrán de ser tenidas en cuenta en los cálculos finales. Los nitratos son determinados mediante el método de la segunda derivada en espectrofotómetro, escogemos el pico más alto antes del valle en la zona central y medimos su altura.

Para la medida es necesario preparar una serie de patrones a los que también se mide la altura del pico más alto, antes del valle central.

Cálculos: $[NO_3^-]$ *(mg/L) = L*

Siendo:

L: concentración (mg/L) obtenida a partir de la recta de calibrado.

VII.5.8. Fosfatos.

Se determinan mediante HPLC con una columna de intercambio aniónico. El detector es de conductividad y en los registros se obtienen los tiempos de retención que cualifica e identifica el anión correspondiente, y con la altura del pico se cuantifica la concentración del anión.

Se pone la muestra filtrada en tubos de ensayo.

Regenerante: 2,8 ml H_2SO_4 (c) medido con pipeta de vidrio y se ponen en un matraz aforado de 4L y se enrasa con agua ultrapura.

Eluyente: Disolución tamponada de Na_2CO_3 /$NaHCO_3$.

Como columna se puede usar AS4 o AS9.

Volumen de inyección: 4 ml

Tiempo de retención: 3,2 min

Es necesario construir una recta de calibrado de concentración conocida (5, 10, 20 ppm HPO_4^-).

Cálculos: $[PO_4^-]$ *(mg/L) = L x dilución x atenuación*

Siendo:

L: concentración (mg/L) obtenida a partir de la recta de calibrado.

Si la atenuación no es la misma en patrones y muestra, esta debe ser tenida en cuenta.

MIGUEL DE CERVANTES

VII.6. Análisis foliar.

VII.6.1.Preparación de las muestras para análisis nutricional.

Se lavan las muestras foliares, con jabón neutro exento de fosfatos y agua destilada, secándose en estufa de aire forzado a 60-65ºC hasta su perdida total de agua (2-3 días).

Seguidamente se trocean y muelen, para asegurar una perfecta homogenización y un tamaño adecuado de las muestras foliares para su posterior análisis.

VII.6.2.Mineralización por vía seca.

Este tipo de mineralización consiste en una calcinación de muestra en horno mufla con el programa que se indica en la Tabla VII.6.2.1. Para ello se pesan 0,5 g de muestra foliar y se introducen en un crisol de porcelana, que se introduce en el horno. El calentamiento se produce paulatinamente para evitar una elevación brusca de la temperatura que pudiera ocasionar la aparición de humos y por lo tanto pérdida de muestra.

BIBLIOTECA VIRTUAL

Tabla VII.6.2.1. Programa de calcinación de la muestras foliares para su mineralización

Rampa (min.)	Temperatura (ºC)	Tiempo de permanencia (min.)
15	100	15
20	200	30
20	350	30
30	550	300

Los crisoles con las cenizas procedentes de la mineralización anterior, se sitúan en un baños térmico de arena. Se adiciona, a cada uno de ellos, 4 ml de HCl 1:1 para la disolución de cenizas. Este ataque se mantiene durante 2 horas, reponiendo el volumen evaporado con agua destilada.

Por último, este mineralizado, una vez frío, se afora a 25 ml, filtrándose el líquido sobre papel lavado a los ácidos. El filtrado se guarda en frasco de poliestireno en frío para su análisis posterior.

VII.6.3. Espectroscopia de absorción atómica.

La disolución obtenida anteriormente servirá para la determinación de todos los nutrientes. Se emplean técnicas de espectroscopia de emisión atómica para el Na y el K. Los contenidos de Ca, Mg, Fe, Cu, Mn y Zn se determinan mediante espectroscopia de absorción atómica.

Será necesario construir rectas de calibrado para cada elemento para determinar la cantidad de cada nutriente presente en la disolución obtenida de la mineralización.

Cálculos:

Na, K, Ca y Mg: $[cationes](\%) = L \cdot \frac{V}{P} \cdot dilución \cdot 10^{-4}$

Fe, Cu, Mn y Zn: $[cationes](ppm) = L \cdot \frac{V}{P}$

Siendo:

L: concentración (mg/kg) obtenida a partir de la recta de calibrado.

V: volumen (ml) aforado del mineralizado.

P: peso (g) de muestra.

VII.6.4. Fósforo foliar.

El fósforo se mide por colorimetría basada en la formación de un complejo de fosfomolibdovanadato de color amarillo en medio nítrico, a 460 nm.

Se toma 1 ml de la disolución resultante de la mineralización por vía seca y se adicionan 4 ml de agua destilada y 5 ml del reactivo C. Se deja desarrollar el color durante 30 minutos.

El reactivo C se prepara a partir de 100 ml de reactivo A, 100 ml de reactivo B y 95 ml de HNO_3 (c), enrasando a 500 ml.

El reactivo A se prepara por disolución de 100 g de molibdato amónico y 10 ml de NH_4OH aforando a 1L. El reactivo B está constituido por una disolución de 2,35 g de metavanadato amónico y 7 ml de HNO_3 (c), aforando a 1L.

La determinación se realiza por la obtención de una recta de calibrado a partir de patrones de P (0, 5, 10, 15, 20, 25 mg/L).

Cálculos: $[P]\ (\%) = Lectura \times 250 \times 10^{-4}$

Siendo

L: concentración (mg/kg) obtenida a partir de la recta de calibrado.

VII.7. Determinación de calidad de los frutos.

VII.7.1. Diámetro ecuatorial y polar.

Para medir los diámetros ecuatorial y polar del fruto, usamos un pie de rey (para la uva de mesa) o un calibrador de la fruta (para el tomate y el limón), expresando la medida en mm (Figura VII.7.1.1.).

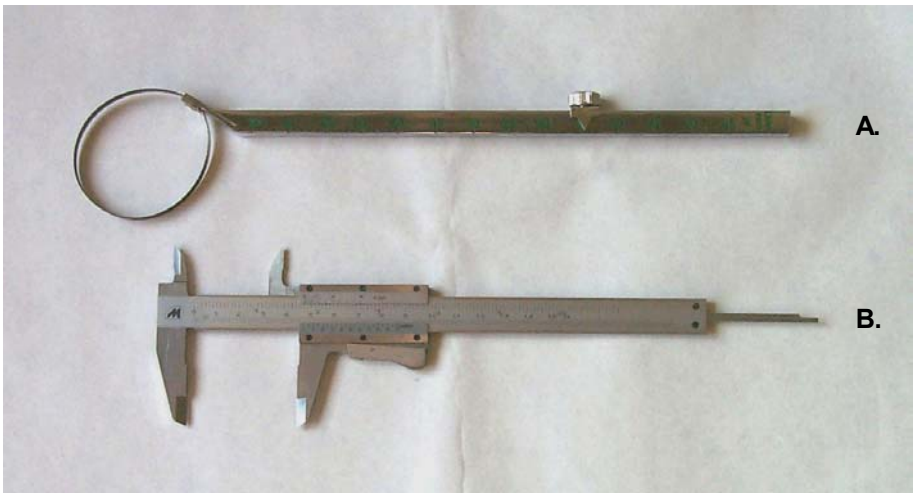


Figura VII.7.1.1. Calibres utilizados para medir los diámetros en los frutos. ***A.*** *Calibrador para fruta.* ***B.*** *Píe de rey.*

MIGUEL DE CERVANTES

VII.7.2. Sólidos solubles totales.

Se trata de una medida física que nos indica el contenido de azúcares en fruto como cantidad de sólidos soluble totales en el zumo. Se basa en la difracción de la luz solar causada por los azúcares solubles en dicho zumo. La determinación se realiza utilizando un refractómetro manual cuya lectura aparece en ºBrix (Figura VII.7.2.1).

Se colocan una o dos gotas de zumo claro en el prisma y se cierra sobre el mismo la placa transparente, asegurándose de que la muestra cubre totalmente la superficie del prisma. A continuación se mira a través de la lente, donde se observa una escala y una línea que la intercepta y que nos da la medida en ºBrix o % de sacarosa. Para ajustar la medida existe una tabla de factores de corrección debidos a la temperatura ambiente.

Figura VII.7.2.1. Refractómetro para la determinación de azúcares en zumo.

VII.7.3. pH.

Para la determinación del pH de los frutos, se toman varias unidades en el mismo punto de madurez visual y se trocean, sometiéndolos a posterior trituración en batidora. El pH se mide directamente en alícuotas de este triturado, usando un pH-metro.

VII.7.4. Acidez valorable. Contenidos en ácido cítrico.

Para conocer la acidez de los frutos de manera más precisa que con la simple medida del pH, se realizó esta determinación.

El triturado obtenido en la determinación del pH se centrífuga y se filtra a vacío, de este filtrado se toman alícuotas de 10 ml a las que se les añade agua destilada hasta alcanzar un volumen de 50 ml y se realiza la valoración con NaOH 0,1N, usando fenolftaleína como indicador.

El resultado obtenido lo expresamos como mg ácido cítrico/ml de zumo mediante la equivalencia: 1ml NaOH 0,1N = 7,009 mg de ácido cítrico.

BIBLIOTECA VIRTUAL

VII.7.5. Contenido en vitamina C.

Como principal referente de la calidad nutritiva de numeros frutos, como tomate o limón, se determina el contenido de los mismos en vitamina C. Para ello se emplea la valoración del ácido ascórbico con el 2,6-diclorofenolindofenol que se basa en la reducción de la sal sódico del 2,6-DF-IF por la vitamina C.

El 2,6-DF-IF es azul. En medio ácido es rojo (medio ácido: ácido metafosfórico-ácido acético). La vitamina C, al reducir al 2,6-DF-IF elimina los dobles enlaces conjugados, y por tanto desaparece el color. El valorante, pues actúa como autoindicador.

Reactivos:

- Extractante: Se disuelven 15 g de ácido metafosfórico puro en 40 ml de AcH y 200 ml de agua. Se enrasa a 500 ml y se filtra rápidamente. Se debe guardar en cámara frigorífica, pues el HPO_3 pasa lentamente a H_3PO_4.

- Disolución patrón de ácido ascórbico. Se pesan 50 mg de ácido ascórbico y se disuelven en 50 ml de agua destilada. Se debe preparar en el momento de utilizar.
- Disolución de colorante: Se disuelven 250 mg de la sal sódica de 2,6-DF-IF y 210 mg de $NaHCO_3$ enrasando con agua a 1L.

Valoración del patrón de arcórbico: Verter 5 ml de la disolución metafosfórico-acético en un erlenmeyer de 50 ml y añadir 2 ml de disolución recién preparada de ácido ascórbico. Seguidamente, valorar rápidamente con la disolución del colorante hasta que la coloración rosa se mantenga por lo menos cinco segundos. Repetir al menos dos veces esa valoración.

Prueba en blanco: Realizar la valoración del blanco con 7 ml de reactivo ácido metafosfórico-ácido acético, por último calcular los mg de ácido ascórbico equivalentes a 1 ml de colorante.

Preparación y valoración de la muestra: Pesar entre 10 y 50 g de muestra según el fruto y pasarla al vaso de la batidora. Añadir 50 ml de disolución metafosfórico-acético. Triturar 2-3 minutos hasta conseguir una pasta homogénea. Filtrar a través de un filtro de gasa y anotar el volumen total obtenido del extracto. Tomar 2 ml de filtrado y verterlos en un erlenmeyer, valorando inmediatamente con la disolución de colorante hasta la aparición de un color rosa débil persistente, por lo menos cinco segundos.

Los resultados se expresan en mg de ácido ascórbico/100 ml de zumo.

VII.7.6. Dureza del fruto.

Para medir la dureza de los frutos usamos un penetrómetro (Figura VII.7.6.1). Este instrumento provee un válido índice para la determinación del periodo más oportuno para la cosecha de la fruta y una valida ayuda durante la conservación de la fruta en cámaras frigoríficas a través del control de la marcha de la maduración.

Uso del penetrómetro: Tomar el penetrómetro entre el pulgar y el índice de la mano derecha, apretar el botón de vuelta manecilla, poner el extremo en el fruto en el punto predispuesto y apretar progresivamente hasta penetrar en la pulpa del fruto. El extremo tiene que entrar en la pulpa progresivamente y no de golpe, si no la medición no será correcta. El valor medio de las lecturas representa la dureza media de los frutos.

Figura VII.7.6.1. Penetrómetro utilizado para determinar la dureza del fruto.

BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

VIII. Apéndice II.

VIII.1. Ensayo introductorio en tomate.

VIII.1.1. Ensayo introductorio en tomate. Nutrientes.

BIBLIOTECA VIRTUAL

SODIO (%)

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	0,38	0,40	0,39	0,37	0,40	**0,39a**
Q+SH	0,39	0,38	0,39	0,38	0,38	**0,39a**
Q+AA	0,37	0,388	0,39	0,37	0,38	**0,39a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	0,41	0,37	0,37	0,40	0,38	**0,38a**
Q+SH	0,40	0,40	0,41	0,37	0,40	**0,39a**
Q+AA	0,37	0,37	0,37	0,37	0,40	**0,38a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	0,53	0,53	0,53	0,54	0,53	**0,53b**
Q+SH	0,52	0,51	0,51	0,51	0,52	**0,52a**
Q+AA	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	**0,54b**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	0,55	0,55	0,55	0,55	0,56	**0,55b**
Q+SH	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	**0,54a**
Q+AA	0,60	0,59	0,60	0,60	0,60	**0,60c**
MUESTREO V						***MEDIAS***
Q	0,59	0,59	0,60	0,60	0,60	**0,60b**
Q+SH	0,59	0,58	0,58	0,59	0,59	**0,59a**
Q+AA	0,58	0,59	0,57	0,58	0,58	**0,58a**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-V)			
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA
	0,52b	**0,51a**	**0,52a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	2	2,825 E-04	1,413 E-04	1,814	**0,205**
Dentro de grupos	12	9,344 E-04	7,787 E-05		
Total	14	1,217 E-03			
MUESTREO II					
Entre grupos	2	8,837 E-04	4,419 E-04	1,756	**0,214**
Dentro de grupos	12	3,020 E-03	2,516 E-04		
Total	14	3,903 E-03			
MUESTREO III					
Entre grupos	2	1,252 E-03	6,261 E-04	42,02	**0,000**
Dentro de grupos	12	1,788 E-04	1,490 E-05		
Total	14	1,431 E-03			
MUESTREO IV					
Entre grupos	2	9,972 E-03	4,986 E-03	547,9	**0,000**
Dentro de grupos	12	1,092 E-04	9,100 E-06		
Total	14	1,008 E-02			
MUESTREO V					
Entre grupos	2	5,700 E-04	2,850 E-04	13,66	**0,001**
Dentro de grupos	12	2,504 E-04	2,087 E-05		
Total	14	8,204 E-04			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	15,962	1	15,962	178862	0,000
Trat	2,042 E-03	2	1,021 E-03	11,441	**0,002**
Error	1,071 E-03	12	8,924 e-05		

POTASIO (%)

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	1,6	1,6	1,5	1,6	1,6	**1,6a**
Q+SH	1,6	1,6	1,6	1,5	1,6	**1,6a**
Q+AA	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	**1,6a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	0,93	0,94	0,93	0,94	0,95	**0,93b**
Q+SH	0,87	0,88	0,86	0,86	0,85	**0,86a**
Q+AA	0,85	0,84	0,87	0,85	0,85	**0,85a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	0,56	0,58	0,57	0,57	0,57	**0,57b**
Q+SH	0,57	0,57	0,57	0,56	0,57	**0,57b**
Q+AA	0,52	0,57	0,54	0,55	0,56	**0,55a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	0,70	0,70	0,69	0,69	0,70	**0,70b**
Q+SH	0,70	0,72	0,72	0,73	0,71	**0,72c**
Q+AA	0,66	0,66	0,65	0,67	0,65	**0,66a**
MUESTREO V						***MEDIAS***
Q	0,72	0,71	0,71	0,73	0,72	**0,72a**
Q+SH	0,73	0,73	0,75	0,75	0,74	**0,74b**
Q+AA	0,73	0,73	0,72	0,71	0,71	**0,72a**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-V)			
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA
	0,73c	**0,72b**	**0,69a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	2	2,602 E-03	1,301 E-03	1,133	**0,354**
Dentro de grupos	12	1,378 E-02	1,148 E-03		
Total	14	1,638 E-02			
MUESTREO II					
Entre grupos	2	1,668 E-03	2,039 E-02	90,77	**0,000**
Dentro de grupos	12	2,655 E-03	1,348 E-03		
Total	14	4,324 E-03	2,174 E-02		
MUESTREO III					
Entre grupos	2	1,603 E-03	8,017 E-04	5,962	**0,016**
Dentro de grupos	12	1,614 E-03	1,345 E-04		
Total	14	3,217 E-03			
MUESTREO IV					
Entre grupos	2	9,454 E-03	4,727 E-03	55,33	**0,000**
Dentro de grupos	12	1,025 E-03	8,543 E-05		
Total	14	1,048 E-02			
MUESTREO V					
Entre grupos	2	1,459 E-03	7,293 E-04	8,955	**0,004**
Dentro de grupos	12	9,772 E-04	8,143 E-05		
Total	14	2,436 E-03			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	30,675	1	30,675	725748	0,000
Trat	1,471 E - 02	2	7,355 E-03	174,02	**0,000**
Error	5,072 E - 04	12	4,227 E - 05		

CALCIO (%)

MUESTREO I	**REPETICIONES**					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	5,8	5,2	5,3	5,2	5,2	**5,3a**
Q+SH	5,4	5,5	5,4	5,8	5,5	**5,5a**
Q+AA	5,6	5,4	5,6	5,7	5,7	**5,6a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	5,8	5,6	5,9	5,5	5,8	**5,7a**
Q+SH	6,0	6,1	6,3	5,5	6,3	**6,0a**
Q+AA	5,9	5,7	5,6	5,6	5,8	**5,7a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	7,4	7,3	7,5	7,5	7,6	**7,5a**
Q+SH	7,4	7,3	7,4	7,2	7,5	**7,4a**
Q+AA	7,3	7,4	7,4	7,3	7,4	**7,4a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	7,1	7,1	7,2	7,2	7,0	**7,1b**
Q+SH	7,1	7,1	7,3	7,2	7,3	**7,1b**
Q+AA	7,0	7,0	6,9	6,9	7,0	**7,0a**
MUESTREO V						***MEDIAS***
Q	5,8	5,8	5,6	5,9	5,8	**5,8a**
Q+SH	6,0	6,2	6,0	6,4	6,5	**6,2b**
Q+AA	6,5	6,8	6,7	6,6	6,6	**6,6c**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-V)			
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA
	6,5a	**6,7b**	**6,7b**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	2	0,201	0,100	2,499	**0,124**
Dentro de grupos	12	0,482	4,013 E-02		
Total	14	0,683			
MUESTREO II					
Entre grupos	2	0,327	0,164	3,412	**0,067**
Dentro de grupos	12	0,575	4,793 E-02		
Total	14	0,902			
MUESTREO III					
Entre grupos	2	3,568 E-02	1,784 E-02	2,274	**0,145**
Dentro de grupos	12	9,416 E-02	7,847 E-03		
Total	14	0,130			
MUESTREO IV					
Entre grupos	2	0,148	7,394 E-02	13,70	**0,001**
Dentro de grupos	12	6,476 E-02	5,397 E-03		
Total	14	0,213			
MUESTREO V					
Entre grupos	2	1,789	0,895	49,16	**0,000**
Dentro de grupos	12	0,218	1,820 E-02		
Total	14	2,007			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	2639,403	1	2639,403	114989	0,000
Trat	0,380	2	190	8,274	**0,006**
Error	0,275	12	2,295 E - 02		

MAGNESIO (%)

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	0,53	0,52	0,54	0,53	0,50	**0,52a**
Q+SH	0,56	0,57	0,52	0,52	0,58	**0,55a**
Q+AA	0,52	0,52	0,54	0,53	0,52	**0,53a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	0,71	0,71	0,70	0,70	0,71	**0,71a**
Q+SH	0,72	0,72	0,73	0,73	0,73	**0,72b**
Q+AA	0,70	0,71	0,72	0,70	0,71	**0,71a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	0,74	0,76	0,76	0,77	0,75	**0,76a**
Q+SH	0,79	0,77	0,79	0,77	0,77	**0,78b**
Q+AA	0,79	0,78	0,79	0,78	0,77	**0,78b**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	0,80	0,79	0,81	0,81	0,83	**0,81a**
Q+SH	0,81	0,82	0,82	0,82	0,81	**0,82a**
Q+AA	0,80	0,82	0,81	0,81	0,82	**0,81a**
MUESTREO V						***MEDIAS***
Q	0,80	0,80	0,81	0,80	0,80	**0,81a**
Q+SH	0,80	0,80	0,80	0,79	0,80	**0,80a**
Q+AA	0,82	0,80	0,84	0,81	0,80	**0,82b**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-V)			
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA
	0,77a	**0,78b**	**0,78b**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	2	2,154 E-03	1,077 E-03	3,078	**0,083**
Dentro de grupos	12	4,200 E-03	3,500 E-04		
Total	14	6,354 E-03			
MUESTREO II					
Entre grupos	2	1,060 E-03	5,299 E-04	13,79	**0,001**
Dentro de grupos	12	4,612 E-04	5,843 E-05		
Total	14	1,521 E-03			
MUESTREO III					
Entre grupos	2	1,894 E-03	9,469 E-04	9,226	**0,004**
Dentro de grupos	12	1,232 E-03	1,026 E-04		
Total	14	3,126 E-3			
MUESTREO IV					
Entre grupos	2	1,308 E-04	6,540 E-05	0,623	0,553
Dentro de grupos	12	1,259 E-03	1,049 E-04		
Total	14	1,390 E-03			
MUESTREO V					
Entre grupos	2	1,477 E-03	7,386 E-04	8,578	**0,005**
Dentro de grupos	12	1,033 E-03	8,610 E-05		
Total	14	2,510 E-03			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	36,056	1	36,056	520352	0,000
Trat	1,703 E – 03	2	8,515 E – 04	12,289	**0,001**
Error	8,315 E – 04	12	6,929 E - 05		

FÓSFORO (%)

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	0,37	0,37	0,37	0,36	0,38	**0,37a**
Q+SH	0,36	0,37	0,38	0,38	0,38	**0,37a**
Q+AA	0,37	0,37	0,37	0,36	0,37	**0,37a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	0,30	0,29	0,29	0,30	0,30	**0,30a**
Q+SH	0,29	0,29	0,29	0,30	0,29	**0,29a**
Q+AA	0,30	0,30	0,30	0,29	0,29	**0,30a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	0,34	035	0,34	0,34	0,33	**0,34a**
Q+SH	0,43	0,42	0,42	0,42	0,42	**0,42c**
Q+AA	0,37	0,37	0,36	0,36	0,36	**0,36b**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	0,34	0,37	0,44	0,36	0,35	**0,37a**
Q+SH	0,43	0,44	0,44	0,43	0,43	**0,43b**
Q+AA	0,42	0,42	0,41	0,41	0,42	**0,41b**
MUESTREO V						***MEDIAS***
Q	0,21	0,21	0,21	0,22	0,21	**0,21a**
Q+SH	0,29	0,29	0,29	0,28	0,28	**0,29b**
Q+AA	0,28	0,28	0,29	0,29	0,28	**0,28b**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-V)			
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA
	0,30a	**0,36c**	**0,34b**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	2	1,092 E-04	5,460 E-05	1,297	**0,309**
Dentro de grupos	12	5,052 E-04	4,210 E-05		
Total	14	6,144 E-04			
MUESTREO II					
Entre grupos	2	4,813 E-05	2,407 E-05	1,563	**0,249**
Dentro de grupos	12	1,848 E-04	1,540 E-05		
Total	14	2,329 E-04			
MUESTREO III					
Entre grupos	2	1,853 E-02	9,265 E-03	648,0	**0,000**
Dentro de grupos	12	1,716 E-04	1,430 E-05		
Total	14	1,870 E-02			
MUESTREO IV					
Entre grupos	2	9,274 E-03	4,637 E-03	8,618	**0,005**
Dentro de grupos	12	6,457 E-03	5,381 E-04		
Total	14	1,573 E-02			
MUESTREO V					
Entre grupos	2	1,772 E-02	8,860 E-03	815,3	**0,000**
Dentro de grupos	12	1,304 E-04	1,087 E-05		
Total	14	1,785 E-02			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	6,681	1	6,681	49028	0,000
Trat	2,939 E – 02	2	1,469 E - 02	107,82	**0,000**
Error	1,635 E – 03	12	1,363 E - 04		

HIERRO (ppm)

MUESTREO I	**REPETICIONES**					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	280	276	271	276	294	**279a**
Q+SH	269	275	265	279	269	**271a**
Q+AA	271	265	277	271	269	**270a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	226	228	220	231	218	**225a**
Q+SH	231	245	229	246	247	**240b**
Q+AA	220	220	218	212	210	**216a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	217	222	213	220	216	**218a**
Q+SH	241	242	240	230	248	**240b**
Q+AA	230	240	241	236	233	**236b**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	235	219	231	226	229	**228a**
Q+SH	286	298	281	296	293	**291c**
Q+AA	279	283	269	272	282	**277b**
MUESTREO V						***MEDIAS***
Q	205	196	195	201	193	**198a**
Q+SH	224	218	230	230	222	**225b**
Q+AA	217	225	240	236	231	**230b**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-V)			
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA
	217a	**248c**	**240b**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	2	233	117	2,895	**0,094**
Dentro de grupos	12	483	40		
Total	14	716			
MUESTREO II					
Entre grupos	2	1458	729	17	**0,000**
Dentro de grupos	12	527	44		
Total	14	1984			
MUESTREO III					
Entre grupos	2	1448	724	27,43	**0,000**
Dentro de grupos	12	317	26		
Total	14	1765			
MUESTREO IV					
Entre grupos	2	10848	5423	137	**0,000**
Dentro de grupos	12	477	40		
Total	14	11325			
MUESTREO V					
Entre grupos	2	2896	1448	32,25	**0,000**
Dentro de grupos	12	539	45		
Total	14	3435			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	3317825,411	1	3317825,41	92713	0,000
Trat	10699,066	2	5349,533	149,49	**0,000**
Error	429,433	12	35,786		

COBRE (ppm)

MUESTREO I	**REPETICIONES**					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	27	19	23	16	26	**22a**
Q+SH	22	20	21	15	27	**21a**
Q+AA	19	26	14	29	18	**21a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	18	22	25	15	14	**19a**
Q+SH	29	29	18	15	24	**23a**
Q+AA	26	25	20	27	12	**22a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	10	13	18	10	14	**13a**
Q+SH	17	16	15	19	11	**15a**
Q+AA	14	13,	11	16	16	**14a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	353	366	376	350	382	**365a**
Q+SH	399	402	418	416	410	**409b**
Q+AA	395	403	400	405	407	**402b**
MUESTREO V						***MEDIAS***
Q	392	406	400	397	399	**399a**
Q+SH	500	482	490	495	492	**492c**
Q+AA	411	426	420	419	422	**420b**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-V)			
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA
	199a	**235b**	**214c**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	2	2,481	1,241	0,047	**0,954**
Dentro de grupos	12	317,056	26,421		
Total	14	319,537			
MUESTREO II					
Entre grupos	2	44	22	0,679	**0,525**
Dentro de grupos	12	389	32		
Total	14	433			
MUESTREO III					
Entre grupos	2	12,844	6,422	0,798	**0,473**
Dentro de grupos	12	96,536	8,045		
Total	14	109,380			
MUESTREO IV					
Entre grupos	2	5535	2767	29,40	**0,000**
Dentro de grupos	12	1129	94		
Total	14	6664			
MUESTREO V					
Entre grupos	2	23683	11841	352	**0,000**
Dentro de grupos	12	404	34		
Total	14	24087			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	2801520,417	1	2801520,42	54075	0,000
Trat	12842,184	2	6421,092	123,94	**0,000**
Error	621,699	12	51,808		

MANGANESO (ppm)

MUESTREO I	**REPETICIONES**					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	30	27	39	31	30	**31a**
Q+SH	33	42	30	45	36	**37a**
Q+AA	29	26	38	42	43	**36a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	36	48	47	40	41	**42a**
Q+SH	50	49	47	53	58	**51b**
Q+AA	40	50	44	41	49	**45a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	96	96	94	89	94	**94a**
Q+SH	98	100	108	100	105	**102b**
Q+AA	99	101	115	112	111	**108b**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	248	235	240	240	249	**242a**
Q+SH	260	265	272	276	268	**268b**
Q+AA	260	260	275	260	263	**264b**
MUESTREO V						***MEDIAS***
Q	226	245	236	230	240	**235a**
Q+SH	254	269	276	266	265	**266b**
Q+AA	259	260	258	262	259	**260b**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-V)			
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA
	153a	**172b**	**169b**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	2	97,609	48,805	1,268	**0,317**
Dentro de grupos	12	461,868	38,489		
Total	14	559,477			
MUESTREO II					
Entre grupos	2	214	107	5	**0,026**
Dentro de grupos	12	257	21		
Total	14	471			
MUESTREO III					
Entre grupos	2	484	242	9.665	**0,003**
Dentro de grupos	12	300	25,029		
Total	14	784			
MUESTREO IV					
Entre grupos	2	1937	969	25	**0,000**
Dentro de grupos	12	463	39		
Total	14	2400			
MUESTREO V					
Entre grupos	2	2613	1307	32,23	**0,000**
Dentro de grupos	12	486	41		
Total	14	3099			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	108740,808	1	108740,808	4146	0,000
Trat	952,184	2	476,092	18,152	**0,000**
Error	314,735	12	26,228		

ZINC (ppm)

MUESTREO I	**REPETICIONES**					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	34	42	36	36	44	**38a**
Q+SH	37	43	40	35	38	**39a**
Q+AA	37	45	32	30	36	**36a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	46	41	35	41	40	**41a**
Q+SH	39	41	44	33	40	**39a**
Q+AA	43	35	36	32	38	**37a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	20	30	26	21	24	**24a**
Q+SH	18	23	30	20	21	**23a**
Q+AA	25	19	30	28	20	**28a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	50	42	42	47	49	**46a**
Q+SH	52	55	60	61	63	**58b**
Q+AA	52	54	60	65	60	**58b**
MUESTREO V						***MEDIAS***
Q	44	35	34	33	39	**37a**
Q+SH	54	60	63	55	69	**60b**
Q+AA	58	70	65	61	64	**64b**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-V)			
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA
	37a	**45b**	**46b**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	2	18,145	9,073	0,418	**0,668**
Dentro de grupos	12	260,412	21,701		
Total	14	278,557			
MUESTREO II					
Entre grupos	2	35,825	17,913	1,111	**0,361**
Dentro de grupos	12	193,484	16,124		
Total	14	229,309			
MUESTREO III					
Entre grupos	2	7,284	3,642	0,174	**0,842**
Dentro de grupos	12	251,116	20,926		
Total	14	258,400			
MUESTREO IV					
Entre grupos	2	483	242	11,42	**0,002**
Dentro de grupos	12	254	21		
Total	14	737			
MUESTREO V					
Entre grupos	2	2096	1048	42,50	**0,000**
Dentro de grupos	12	296	25		
Total	14	2392			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	108740,808	1	108740,808	4145,9	0,000
Trat	952,184	2	476,092	18,152	**0,000**
Error	314,735	12	26,228		

VIII.1.2. Ensayo introductorio en tomate. Relaciones del hierro con otros elementos.

K/Fe

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	58	58	56	59	55	**57a**
Q+SH	60	57	60	55	59	**58a**
Q+AA	60	60	58	60	60	**60a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	41	41	42	40	43	**42c**
Q+SH	38	36	37	35	34	**36a**
Q+AA	39	38	39	40	40	**39b**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	26	26	27	26	26	**26b**
Q+SH	24	24	24	24	23	**24a**
Q+AA	23	24	22	23	24	**23a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	30	32	30	31	31	**31b**
Q+SH	25	24	26	25	24	**25a**
Q+AA	24	23	24	25	23	**24a**
MUESTREO V						***MEDIAS***
Q	35	36	36	36	37	**36c**
Q+SH	33	34	32	33	33	**33b**
Q+AA	34	32	30	30	31	**31a**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-V)			
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA
	34b	**29a**	**29a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	2	13,036	6,518	2,118	**0,163**
Dentro de grupos	12	36,924	3,077		
Total	14	49,960			
MUESTREO II					
Entre grupos	2	79,616	39,81	29,894	**0,000**
Dentro de grupos	12	15,980	1,332		
Total	14	95,595			
MUESTREO III					
Entre grupos	2	27,968	13,98	39,242	**0,000**
Dentro de grupos	12	4,276	0,356		
Total	14	32,244			
MUESTREO IV					
Entre grupos	2	137,954	68,977	136,32	**0,000**
Dentro de grupos	12	6,072	0,506		
Total	14	144,026			
MUESTREO V					
Entre grupos	2	63,225	31,612	28,584	**0,000**
Dentro de grupos	12	13,272	1,106		
Total	14	76,496			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	56937,860	1	56937,860	83794	0,000
Trat	249,573	2	124,787	183,65	**0,000**
Error	8,154	12	0,679		

Ca/Fe

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	207	188	196	186	176	**190a**
Q+SH	201	201	202	208	203	**203b**
Q+AA	206	204	204	209	213	**207b**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	257	246	269	238	266	**253a**
Q+SH	259	250	273	223	254	**250a**
Q+AA	267	260	257	263	275	**264a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	343	330	351	342	352	**344b**
Q+SH	309	302	309	314	302	**308a**
Q+AA	318	310	306	309	315	**314a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	303	321	311	319	306	**311b**
Q+SH	250	239	260	244	249	**244a**
Q+AA	252	248	257	255	248	**253a**
MUESTREO V						***MEDIAS***
Q	283	296	288	293	300	**293a**
Q+SH	268	286	262	277	290	**276a**
Q+AA	301	300	278	280	286	**287a**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-V)			
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA
	300c	**270a**	**279b**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	2	719,05	359,750	6,555	**0,012**
Dentro de grupos	12	658,522	54,879		
Total	14	1378,051			
MUESTREO II					
Entre grupos	2	429,120	214,560	1,182	**0,340**
Dentro de grupos	12	2177,509	181,459		
Total	14	2606,629			
MUESTREO III					
Entre grupos	2	3882,070	1941,035	45,280	**0,000**
Dentro de grupos	12	508,344	42,362		
Total	14	4390,415			
MUESTREO IV					
Entre grupos	2	12875,264	6437,632	140,37	**0,000**
Dentro de grupos	12	550,346	45,862		
Total	14	13425,610			
MUESTREO V					
Entre grupos	2	663,832	331,916	3,325	**0,071**
Dentro de grupos	12	1198,001	99,833		
Total	14	1861,833			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	4828448,744	1	4828448,744	68333	0,000
Trat	9400,0,29	2	4700,014	66,516	**0,000**
Error	847,924	12	70,660		

P/Fe

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	13	13	14	13	13	**13a**
Q+SH	13	13	14	13	14	**14a**
Q+AA	13	14	13	13	14	**14a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	13	13	13	13	14	**13b**
Q+SH	13	12	13	12	12	**12a**
Q+AA	13	14	14	14	14	**14c**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	16	16	16	15	15	**16a**
Q+SH	18	17	18	18	17	**18b**
Q+AA	16	15	15	15	15	**15a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	14	17	19	16	15	**16a**
Q+SH	15	15	16	14	15	**15a**
Q+AA	15	15	15	15	15	**15a**
MUESTREO V						***MEDIAS***
Q	10	11	11	11	11	**11a**
Q+SH	13	13	13	12	13	**13b**
Q+AA	13	12	12	12	12	**12b**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-V)			
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA
	14a	**14a**	**14a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	2	0,878	0,439	3,594	**0,060**
Dentro de grupos	12	1,465	0,122		
Total	14	2,343			
MUESTREO II					
Entre grupos	2	5,975	2,988	35,700	**0,000**
Dentro de grupos	12	1,004	8,369 E-02		
Total	14	6,979			
MUESTREO III					
Entre grupos	2	15,013	7,506	65,240	**0,000**
Dentro de grupos	12	1,381	0,115		
Total	14	16,394			
MUESTREO IV					
Entre grupos	2	6,805	3,402	2,997	**0,088**
Dentro de grupos	12	13,622	1,135		
Total	14	20,427			
MUESTREO V					
Entre grupos	2	11,600	5,800	37,929	**0,000**
Dentro de grupos	12	1,835	0,153		
Total	14	13,435			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	11965,652	1	11965,652	25699	0,000
Trat	1,604	2	0,802	1,723	**0,220**
Error	5,587	12	0,466		

Mn/Fe

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	0,11	0,10	0,14	0,11	0,10	**0,11a**
Q+SH	0,12	0,15	0,11	0,16	0,13	**0,14a**
Q+AA	0,11	0,10	0,14	0,15	0,16	**0,13a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	0,16	0,21	0,21	0,17	0,19	**0,19a**
Q+SH	0,22	0,20	0,20	0,22	0,24	**0,21a**
Q+AA	0,18	0,23	0,20	0,20	0,23	**0,21a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	0,44	0,43	0,44	0,41	0,44	**0,43a**
Q+SH	0,41	0,41	0,45	0,43	0,42	**0,43a**
Q+AA	0,43	0,42	0,48	0,48	0,47	**0,46a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	1,1	1,1	1,0	1,1	1,1	**1,1b**
Q+SH	0,91	0,89	0,97	0,93	0,92	**0,92a**
Q+AA	0,93	0,92	1,0	0,96	0,93	**0,95a**
MUESTREO V						***MEDIAS***
Q	1,1	1,3	1,2	1,1	1,2	**1,2a**
Q+SH	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	**1,2a**
Q+AA	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	**1,1a**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-V)			
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA
	0,72b	**0,69a**	**0,69a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	2	1,719 E-03	8,595 E-04	1,733	**0,218**
Dentro de grupos	12	5,950 E-03	4,958 E-04		
Total	14	7,669 E-03			
MUESTREO II					
Entre grupos	2	1,658 E-03	8,291 E-04	2,062	**0,170**
Dentro de grupos	12	4,825 E-03	4,020 E-04		
Total	14	6,483 E-03			
MUESTREO III					
Entre grupos	2	2,547 E-03	1,274 E-03	2,980	**0,089**
Dentro de grupos	12	5,129 E-03	4,274 E-04		
Total	14	7,676 E-03			
MUESTREO IV					
Entre grupos	2	5,374 E-02	2,687 E-02	28,274	**0,000**
Dentro de grupos	12	1,141 E-02	9,504 E-04		
Total	14	6,515 E-02			
MUESTREO V					
Entre grupos	2	1,008 E-02	5,042 E-03	1,924	**0,189**
Dentro de grupos	12	3,145 E-02	2,621 E-03		
Total	14	4,154 E-02			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	29,185	1	29,185	27525	0,000
Trat	1,297 E-02	2	6,486 E-03	6,117	**0,015**
Error	1,272 E-02	12	1,060 E-03		

Zn/Fe

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	0,12	0,15	0,13	0,13	0,15	**0,14a**
Q+SH	0,14	0,16	0,15	0,13	0,14	**0,14a**
Q+AA	0,14	0,17	0,12	0,11	0,13	**0,13a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	0,20	0,18	0,16	0,18	0,18	**0,18a**
Q+SH	0,17	0,17	0,19	0,13	0,16	**0,16a**
Q+AA	0,20	0,16	0,17	0,15	0,18	**0,17a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	0,090	0,13	0,12	0,094	0,11	**0,11a**
Q+SH	0,074	0,096	0,13	0,087	0,086	**0,094a**
Q+AA	0,11	0,077	0,12	0,12	0,084	**0,10a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	1,1	1,1	1,0	1,1	1,1	**0,20a**
Q+SH	0,91	0,89	0,97	0,93	0,92	**0,20a**
Q+AA	0,93	0,92	1,02	0,96	0,93	**0,21a**
MUESTREO V						***MEDIAS***
Q	0,21	0,18	0,18	0,16	0,20	**0,19a**
Q+SH	0,24	0,28	0,27	0,24	0,31	**0,27b**
Q+AA	0,27	0,31	0,27	0,26	0,28	**0,28b**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-V)			
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA
	0,17a	**0,18ab**	**0,19b**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	2	1,695 E-04	8,476 E-05	0,285	**0,757**
Dentro de grupos	12	3,563 E-03	2,969 E-94		
Total	14	3,733 E-03			
MUESTREO II					
Entre grupos	2	7,495 E-04	3,747 E-04	1,136	**0,353**
Dentro de grupos	12	3,958 E-03	3,298 E-04		
Total	14	4,708 E-03			
MUESTREO III					
Entre grupos	2	6,423 E-04	3,211 E-04	0,850	**0,452**
Dentro de grupos	12	4,534 E-03	3,778 E-04		
Total	14	5,176 E-03			
MUESTREO IV					
Entre grupos	2	3,297 E-04	1,649 E-04	0,516	**0,610**
Dentro de grupos	12	3,837 E-03	3,198 E-04		
Total	14	4,167 E-03			
MUESTREO V					
Entre grupos	2	2,476 E-02	1,238 E-02	23,581	**0,000**
Dentro de grupos	12	6,300 E-03	5,250 E-04		
Total	14	3,106 E-02			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	1,957	1	1,957	4422,0	0,000
Trat	4,111 E-03	2	2,056 E-03	4,644	**0,032**
Error	5,312 E-03	12	4,427 E-04		

Cu/Fe

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	0,047	0,058	0,086	0,046	0,066	**0,078a**
Q+SH	0,069	0,065	0,061	0,082	0,045	**0,077a**
Q+AA	0,062	0,055	0,044	0,067	0,069	**0,078a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	0,079	0,098	0,12	0,065	0,065	**0,084a**
Q+SH	0,13	0,12	0,080	0,060	0,097	**0,096a**
Q+AA	0,12	0,11	0,092	0,13	0,059	**0,10a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	0,047	0,058	0,086	0,046	0,066	**0,061a**
Q+SH	0,069	0,065	0,061	0,082	0,045	**0,064a**
Q+AA	0,062	0,055	0,044	0,067	0,069	**0,059a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	1,5	1,7	1,6	1,6	1,7	**1,6b**
Q+SH	1,4	1,4	1,5	1,4	1,4	**1,4a**
Q+AA	1,4	1,4	1,5	1,5	1,4	**1,5a**
MUESTREO V						***MEDIAS***
Q	1,9	2,1	2,1	2,0	2,1	**2,0b**
Q+SH	2,2	2,2	2,1	2,2	2,2	**2,2c**
Q+AA	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	**1,8a**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-V)			
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA
	0,94b	**0,94b**	**0,86a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	2	1,523 E-06	7,613 E-07	0,002	**0,998**
Dentro de grupos	12	4,368 E-03	3,640 E-04		
Total	14	4,370 E-03			
MUESTREO II					
Entre grupos	2	7,188 E-04	3,594 E-04	0,563	**0,584**
Dentro de grupos	12	7,654 E-03	6,379 E-04		
Total	14	8,373 E-03			
MUESTREO III					
Entre grupos	2	6,879 E-05	3,298 E-02	1,110	**0,361**
Dentro de grupos	12	2,196 E-03	2,970 E-02		
Total	14	2,265 E-03			
MUESTREO IV					
Entre grupos	2	0,104	5,224 E-02	17,095	**0,000**
Dentro de grupos	12	3,667 E-02	3,056 E-03		
Total	14	0,141			
MUESTREO V					
Entre grupos	2	0,325	23,281	28,997	**0,000**
Dentro de grupos	12	4,605 E-02	0,803		
Total	14	0,371			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	50,090	1	50,090	18348	0,000
Trat	8,451 E-02	2	4,225 E-02	15,477	**0,000**
Error	3,276 E-02	12	2,730 E-03		

VIII.1.3. Ensayo introductorio en tomate. Relaciones entre nutrientes distintos al hierro.

K/Mg

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	3,1	3,1	2,8	3,1	3,2	**3,1b**
Q+SH	2,9	2,7	3,1	2,9	2,7	**2,9a**
Q+AA	3,1	3,1	3,0	3,1	3,1	**3,1b**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	**1,3b**
Q+SH	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	**1,2a**
Q+AA	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	**1,2a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	0,76	0,76	0,75	0,75	0,76	**0,76c**
Q+SH	0,72	0,74	0,72	0,73	0,74	**0,73b**
Q+AA	0,66	0,73	0,68	0,71	0,73	**0,70a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	0,87	0,89	0,85	0,85	0,84	**0,86b**
Q+SH	0,87	0,89	0,88	0,89	0,87	**0,88b**
Q+AA	0,82	0,80	0,80	0,83	0,80	**0,81a**
MUESTREO V						***MEDIAS***
Q	0,90	0,88	0,88	0,91	0,90	**0,90a**
Q+SH	0,91	0,92	0,93	0,95	0,94	**0,93b**
Q+AA	0,90	0,90	0,86	0,88	0,85	**0,88a**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-V)			
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA
	0,96c	**0,93b**	**0,90a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	2	0,116	5,775 E-02	3,904	**0,049**
Dentro de grupos	12	0,178	1,480 E-02		
Total	14	0,293			
MUESTREO II					
Entre grupos	2	5,359 E-02	2,680 E-02	79,126	**0,000**
Dentro de grupos	12	4,064 E-03	3,386 E-04		
Total	14	5,765 E-02			
MUESTREO III					
Entre grupos	2	7,705 E-03	3,852 E-03	11,412	**0,002**
Dentro de grupos	12	4,051 E-03	3,376 E-04		
Total	14	1,176 E-02			
MUESTREO IV					
Entre grupos	2	1,375 E-02	6,873 E-03	28,932	**0,000**
Dentro de grupos	12	2,851 E-03	2,376 E-04		
Total	14	1,660 E-02			
MUESTREO V					
Entre grupos	2	6,795 E-03	3,398 E-03	11,100	**0,002**
Dentro de grupos	12	3,673 E-03	3,061 E-04		
Total	14	1,047 E-02			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	51,898	1	51,898	345580	0,000
Trat	3,858 E-02	2	1,929 E-02	128,45	**0,000**
Error	1,802 E-03	12	1,502 E-04		

K/Ca

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	0,28	0,31	0,29	0,31	0,31	**0,30a**
Q+SH	0,30	0,28	0,30	0,26	0,29	**0,29a**
Q+AA	0,29	0,30	0,28	0,29	0,28	**0,29a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	0,16	0,17	0,16	0,17	0,16	**0,16b**
Q+SH	0,15	0,14	0,14	0,16	0,14	**0,14a**
Q+AA	0,14	0,15	0,16	0,15	0,15	**0,15a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	0,076	0,079	0,077	0,076	0,075	**0,077a**
Q+SH	0,076	0,078	0,076	0,078	0,076	**0,077a**
Q+AA	0,071	0,077	0,073	0,075	0,076	**0,074a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	**0,098b**
Q+SH	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	**0,099b**
Q+AA	0,09	0,09	0,09	0,10	0,09	**0,094a**
MUESTREO V						***MEDIAS***
Q	0,12	0,12	0,13	0,12	0,12	**0,124c**
Q+SH	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	**0,119b**
Q+AA	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	**0,109a**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-V)			
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA
	0,116c	**0,110b**	**0,107a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	2	6,312 E-04	3,156 E-04	1,766	**0,213**
Dentro de grupos	12	2,144 E-03	1,787 E-04		
Total	14	2,775 E-03			
MUESTREO II					
Entre grupos	2	1,052 E-03	5,261 E-04	13,394	**0,001**
Dentro de grupos	12	4,713 E-04	3,927 E-05		
Total	14	1,523 E-03			
MUESTREO III					
Entre grupos	2	1,707 E-05	8,534 E-06	3,043	**0,085**
Dentro de grupos	12	3,366 E-05	2,805 E-06		
Total	14	5,073 E-05			
MUESTREO IV					
Entre grupos	2	7,277 E-05	3,639 E-05	11,579	**0,002**
Dentro de grupos	12	3,771 E-05	3,142 E-06		
Total	14	1,105 E-04			
MUESTREO V					
Entre grupos	2	6,416 E-04	3,208 E-04	57,940	**0,000**
Dentro de grupos	12	6,644 E-05	5,537 E-06		
Total	14	7,081 E-04			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	0,734	1	0,734	54643	0,000
Trat	8,277 E-04	2	4,138 E-04	30,824	**0,000**
Error	1,611 E-04	12	1,343 E-05		

K/Na

MUESTREO I	**REPETICIONES**					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	4,2	4,1	3,9	4,4	4,1	**4,1a**
Q+SH	4,1	4,0	4,1	4,0	4,1	**4,1a**
Q+AA	4,4	4,2	4,1	4,3	4,3	**4,3a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	2,3	2,5	2,5	2,3	2,5	**2,4b**
Q+SH	2,2	2,2	2,1	2,4	2,1	**2,2a**
Q+AA	2,3	2,3	2,4	2,3	2,1	**2,3a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	**1,1b**
Q+SH	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	**1,1b**
Q+AA	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	**1,0a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	1,3	1,3	1,3	1,2	1,3	**1,26b**
Q+SH	1,3	1,3	1,3	1,4	1,3	**1,33c**
Q+AA	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	**1,10a**
MUESTREO V						***MEDIAS***
Q	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	**1,20a**
Q+SH	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	**1,26b**
Q+AA	1,3	1,2	1,3	1,2	1,2	**1,24b**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-V)			
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA
	1,49b	**1,47b**	**1,41a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	2	8,955 E-02	4,478 E-02	2,496	**0,124**
Dentro de grupos	12	0,215	1,794 E-02		
Total	14	0,305			
MUESTREO II					
Entre grupos	2	0,152	7,605 E-02	7,410	**0,008**
Dentro de grupos	12	0,123	1,026 E-02		
Total	14	0,275			
MUESTREO III					
Entre grupos	2	1,588 E-02	7,942 E-03	14,425	**0,001**
Dentro de grupos	12	6,607 E-03	5,506 E-04		
Total	14	2,249 E-02			
MUESTREO IV					
Entre grupos	2	0,146	7,309 E-02	215,75	**0,000**
Dentro de grupos	12	4,065 E-03	3,388 E-04		
Total	14	0,150			
MUESTREO V					
Entre grupos	2	7,693 E-03	3,846 E-03	13,267	**0,001**
Dentro de grupos	12	3,479 E-03	2,899 E-04		
Total	14	1,117 E-02			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	127,457	1	127,457	39398	0,000
Trat	8,113 E-02	2	4,056 E-02	12,539	**0,001**
Error	3,882 E-02	12	3,235 E-03		

Ca/Mg

MUESTREO I	**REPETICIONES**					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	11	10	10	10	10	**10a**
Q+SH	10	10	10	11	9	**10a**
Q+AA	11	10	11	11	11	**11a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	8,2	7,9	8,4	7,9	8,2	**8,1a**
Q+SH	8,4	8,5	8,6	7,5	8,6	**8,3a**
Q+AA	8,4	8,0	7,9	7,9	8,2	**8,1a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	10,0	9,7	9,8	9,8	10,1	**9,9b**
Q+SH	9,4	9,5	9,4	9,4	9,7	**9,5a**
Q+AA	9,3	9,6	9,4	9,3	9,5	**9,4a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	8,9	8,9	8,9	8,9	8,4	**8,8b**
Q+SH	8,8	8,7	9,0	8,8	9,0	**8,8b**
Q+AA	8,7	8,5	8,5	8,6	8,5	**8,6a**
MUESTREO V						***MEDIAS***
Q	7,3	7,2	7,0	7,4	7,3	**7,2a**
Q+SH	7,5	7,8	7,5	8,1	8,1	**7,8b**
Q+AA	8,0	8,4	8,0	8,2	8,0	**8,1b**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-V)			
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA
	8,5a	**8,5a**	**8,6a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	2	1,097	0,549	2,076	**0,168**
Dentro de grupos	12	3,171	0,264		
Total	14	4,268			
MUESTREO II					
Entre grupos	2	0,184	9,218 E-02	0,892	**0,435**
Dentro de grupos	12	1,240	0,103		
Total	14	1,424			
MUESTREO III					
Entre grupos	2	0,633	0,316	11,851	**0,001**
Dentro de grupos	12	0,320	2,671 E-02		
Total	14	0,953			
MUESTREO IV					
Entre grupos	2	0,202	0,101	4,793	**0,030**
Dentro de grupos	12	0,253	2,110 E-02		
Total	14	0,455			
MUESTREO V					
Entre grupos	2	2,019	1,010	20,363	**0,000**
Dentro de grupos	12	0,595	4,959 E-02		
Total	14	2,614			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	4392,537	1	4392,537	90365	0,000
Trat	0,139	2	6,944 E-02	1,429	**0,278**
Error	0,583	12	4,861 E-02		

Na/Ca

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	0,066	0,077	0,074	0,072	0,077	**0,073a**
Q+SH	0,073	0,070	0,073	0,066	0,070	**0,070a**
Q+AA	0,066	0,070	0,070	0,066	0,066	**0,067a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	0,070	0,066	0,063	0,073	0,065	**0,067a**
Q+SH	0,067	0,065	0,065	0,066	0,064	**0,065a**
Q+AA	0,063	0,065	0,066	0,066	0,069	**0,066a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	0,071	0,072	0,072	0,072	0,070	**0,071b**
Q+SH	0,070	0,070	0,069	0,071	0,070	**0,070a**
Q+AA	0,074	0,072	0,073	0,074	0,073	**0,073c**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	0,077	0,078	0,077	0,077	0,080	**0,078b**
Q+SH	0,075	0,076	0,074	0,074	0,073	**0,075a**
Q+AA	0,086	0,085	0,087	0,086	0,086	**0,086c**
MUESTREO V						***MEDIAS***
Q	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10	**0,10c**
Q+SH	0,098	0,093	0,096	0,092	0,091	**0,094b**
Q+AA	0,089	0,087	0,086	0,088	0,088	**0,087a**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-V)			
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA
	0,080a	**0,076a**	**0,078b**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	2	7,350 E-05	3,675 E-05	3,316	**0,071**
Dentro de grupos	12	1,330 E-04	1,108 E-05		
Total	14	2,065 E-04			
MUESTREO II					
Entre grupos	2	9,534 E-06	4,767 E-06	0,642	**0,543**
Dentro de grupos	12	8,905 E-05	7,421 E-06		
Total	14	9,859 E-05			
MUESTREO III					
Entre grupos	2	2,320 E-05	1,160 E-05	22,822	**0,000**
Dentro de grupos	12	6,100 E-06	5,083 E-07		
Total	14	2,930 E-05			
MUESTREO IV					
Entre grupos	2	3,389 E-04	1,694 E-04	152,5	**0,000**
Dentro de grupos	12	1,333 E-05	1,111 E-06		
Total	14	3,522 E-04			
MUESTREO V					
Entre grupos	2	5,950 E-04	2,975 E-04	66,691	**0,000**
Dentro de grupos	12	5,353 E-05	4,461 E-06		
Total	14	6,485 E-04			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	0,365	1	0,365	133868	0,000
Trat	1,409 E-04	2	7,4043 E-05	25,856	**0,000**
Error	3,269 E-05	12	2,724 E-06		

P/Zn

MUESTREO I	**REPETICIONES**					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	107	87	104	101	85	**97a**
Q+SH	99	86	95	107	101	**97a**
Q+AA	98	81	115	119	104	**104a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	65	71	82	72	73	**73a**
Q+SH	75	72	65	91	73	**75a**
Q+AA	69	85	83	91	77	**81a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	174	116	133	165	138	**145a**
Q+SH	239	181	140	209	199	**194a**
Q+AA	145	199	123	131	184	**156a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	68	88	1,0	76	71	**81a**
Q+SH	83	80	73	69	68	**75a**
Q+AA	80	77	69	62	69	**71a**
MUESTREO V						***MEDIAS***
Q	47	60	62	65	55	**58b**
Q+SH	53	47	46	51	41	**48a**
Q+AA	49	40	44	47	44	**45a**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-V)			
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA
	89a	**98a**	**88a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	2	142,737	71,368	0,553	**0,589**
Dentro de grupos	12	1549,926	129,161		
Total	14	1692,663			
MUESTREO II					
Entre grupos	2	168,040	84,020	1,224	**0,328**
Dentro de grupos	12	823,419	68,618		
Total	14	991,4595			
MUESTREO III					
Entre grupos	2	6479,908	3239,954	3,180	**0,078**
Dentro de grupos	12	12225,441	1018,787		
Total	14	18705,349			
MUESTREO IV					
Entre grupos	2	258,066	129,033	1,253	**0,320**
Dentro de grupos	12	1235,598	102,967		
Total	14	1493,664			
MUESTREO V					
Entre grupos	2	464,876	232,438	8,847	**0,004**
Dentro de grupos	12	315,293	26,274		
Total	14	780,169			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	505616,072	1	505616,072	1570,3	0,000
Trat	1082,418	2	541,209	1,681	**0,227**
Error	3863,877	12	321,990		

Cu/Mn

MUESTREO I	**REPETICIONES**					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	0,88	0,69	0,60	0,51	0,87	**0,71a**
Q+SH	0,65	0,48	0,68	0,34	0,76	**0,58a**
Q+AA	0,66	1,03	0,36	0,69	0,41	**0,63a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	0,50	0,46	0,54	0,37	0,34	**0,44a**
Q+SH	0,58	0,59	0,39	0,28	0,41	**0,45a**
Q+AA	0,64	0,50	0,45	0,64	0,25	**0,50a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	0,11	0,13	0,19	0,11	0,15	**0,14a**
Q+SH	0,17	0,16	0,13	0,19	0,11	**0,15a**
Q+AA	0,14	0,13	0,09	0,14	0,14	**0,13a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	1,4	1,6	1,6	1,5	1,5	**1,5a**
Q+SH	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	**1,5a**
Q+AA	1,5	1,6	1,5	1,6	1,6	**1,5a**
MUESTREO V						***MEDIAS***
Q	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	**1,7b**
Q+SH	2,0	1,8	1,8	1,9	1,9	**1,9c**
Q+AA	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	**1,6a**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-V)			
MEDIAS	Q	Q + SH	Q+ AA
	0,95a	**1,0a**	**0,94a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	2	4,089 E-02	2,044 E-02	0,485	**0,627**
Dentro de grupos	12	0,506	4,214 E-02		
Total	14	0,547			
MUESTREO II					
Entre grupos	2	8,234 E-03	4,117 E-03	0,246	**0,786**
Dentro de grupos	12	0,201	1,673 E-02		
Total	14	0,209			
MUESTREO III					
Entre grupos	2	1,103 E-03	5,517 E-04	0,605	**0,562**
Dentro de grupos	12	1,094 E-02	9,113 E-04		
Total	14	1,204 E-02			
MUESTREO IV					
Entre grupos	2	8,891 E-04	4,445 E-04	0,21	**0,813**
Dentro de grupos	12	2,536 E-02	2,113 E-03		
Total	14	2,625 E-02			
MUESTREO V					
Entre grupos	2	0,142	7,113 E-02	28,744	**0,000**
Dentro de grupos	12	2,969 E-02	2,474 E-03		
Total	14	0,172			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	55,445	1	55,445	8865,7	0,000
Trat	3,357 E-02	2	1,678 E-02	2,684	**0,109**
Error	7,505 E-02	12	6,254 E-03		

Cu/Zn

MUESTREO I	**REPETICIONES**					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	0,77	0,44	0,65	0,44	0,58	**0,58a**
Q+SH	0,59	0,47	0,51	0,43	0,73	**0,55a**
Q+AA	0,51	0,58	0,42	0,95	0,49	**0,59a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	0,39	0,54	0,72	0,36	0,35	**0,47a**
Q+SH	0,76	0,71	0,41	0,46	0,60	**0,59a**
Q+AA	0,59	0,70	0,55	0,83	0,32	**0,60a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	0,53	0,43	0,72	0,50	0,59	**0,55a**
Q+SH	0,93	0,68	0,49	0,94	0,53	**0,71a**
Q+AA	0,57	0,71	0,36	0,58	0,82	**0,61a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	7,0	8,7	8,9	7,4	7,7	**7,0b**
Q+SH	7,6	7,4	6,9	6,8	6,6	**7,1a**
Q+AA	7,6	7,4	6,6	6,2	6,8	**6,9a**
MUESTREO V						***MEDIAS***
Q	9,0	12	12	12	10	**10,9c**
Q+SH	9,2	8,0	7,8	9,0	7,2	**8,2b**
Q+AA	7,2	6,1	6,4	6,8	6,6	**6,6a**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-V)			
MEDIAS	Q	Q + SH	Q+ AA
	5,0b	**4,1a**	**3,7a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	2	5,343 E-03	2,673 E-03	0,104	**0,902**
Dentro de grupos	12	0,308	3,566 E-02		
Total	14	0,313			
MUESTREO II					
Entre grupos	2	4,799 E-02	2,399 E-02	0,879	**0,440**
Dentro de grupos	12	0,327	2,729 E-02		
Total	14	0,375			
MUESTREO III					
Entre grupos	2	6,595 E-02	3,298 E-02	1,110	**0,361**
Dentro de grupos	12	0,356	2,970 E-02		
Total	14	0,422			
MUESTREO IV					
Entre grupos	2	3,085	1,543	3,912	**0,049**
Dentro de grupos	12	4,732	0,394		
Total	14	7,817			
MUESTREO V					
Entre grupos	2	46,561	23,281	28,997	**0,000**
Dentro de grupos	12	9,634	0,803		
Total	14	56,195			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	1093,177	1	1093,177	2016,2	0,000
Trat	16,767	2	8,383	15,462	**0,000**
Error	6,507	12	0,542		

Mn/Zn

MUESTREO I	**REPETICIONES**					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	0,88	0,64	1,1	0,86	0,67	**0,83a**
Q+SH	0,91	0,97	0,75	1,3	0,96	**0,97a**
Q+AA	0,79	0,57	1,2	1,4	1,2	**1,0a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	0,79	1,2	1,3	0,97	1,0	**1,1a**
Q+SH	1,3	1,2	1,1	1,6	1,5	**1,3a**
Q+AA	0,93	1,4	1,2	1,3	1,3	**1,2a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	4,9	3,2	3,7	4,3	3,9	**4,0a**
Q+SH	5,5	4,3	3,6	5,0	5,0	**4,7a**
Q+AA	3,9	5,5	3,9	4,1	5,7	**4,6a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	4,9	5,6	5,7	5,1	5,0	**5,3b**
Q+SH	5,0	4,8	4,5	4,5	4,3	**4,6a**
Q+AA	5,0	4,8	4,6	4,0	4,4	**4,5a**
MUESTREO V						***MEDIAS***
Q	5,2	7,0	6,9	6,9	6,2	**6,4b**
Q+SH	4,7	4,5	4,4	4,8	3,9	**4,5a**
Q+AA	4,5	3,7	4,0	4,3	4,0	**4,1a**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-V)			
MEDIAS	Q	Q + SH	Q+ AA
	4,2b	**3,8a**	**3,6a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	2	0,108	5,380 E-02	0,891	**0,436**
Dentro de grupos	12	0,724	6,036 E-02		
Total	14	0,832			
MUESTREO II					
Entre grupos	2	0,188	9,418 E-02	2,255	**0,147**
Dentro de grupos	12	0,501	4,177 E-02		
Total	14	0,690			
MUESTREO III					
Entre grupos	2	1,288	0,644	1,104	**0,363**
Dentro de grupos	12	7,002	0,583		
Total	14	8,289			
MUESTREO IV					
Entre grupos	2	1,524	0,762	6,608	**0,012**
Dentro de grupos	12	1,383	0,115		
Total	14	2,907			
MUESTREO V					
Entre grupos	2	15,790	7,895	28,955	**0,000**
Dentro de grupos	12	3,272	0,273		
Total	14	19,062			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	893,318	1	893,318	4109,7	0,000
Trat	3,509	2	1,755	8,072	**0,006**
Error	2,608	12	0,217		

Mn/Ca x 10^{-4}

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	5,2	5,2	7,3	5,9	5,7	**5,9a**
Q+SH	6,1	7,6	5,6	7,7	6,6	**6,7a**
Q+AA	5,3	4,7	6,8	7,3	7,6	**6,3a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	6,2	8,6	7,9	7,3	7,1	**7,4a**
Q+SH	8,4	7,9	7,4	9,7	9,3	**8,5a**
Q+AA	6,8	8,7	7,9	7,4	8,4	**7,8a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	13	13	13	12	12	**13a**
Q+SH	13	14	15	14	14	**14b**
Q+AA	14	14	16	15	15	**15b**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	35	33	33	33	36	**34a**
Q+SH	36	37	37	38	37	**37b**
Q+AA	37	37	40	38	38	**38b**
MUESTREO V						***MEDIAS***
Q	39	42	42	39	41	**41a**
Q+SH	42	43	46	42	41	**43b**
Q+AA	40	39	39	40	39	**39a**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-V)			
MEDIAS	Q	Q + SH	Q+ AA
	24a	**26c**	**25b**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	2	1,886 E-08	9,430 E-09	0,898	**0,433**
Dentro de grupos	12	1,260 E-07	1,050 E-08		
Total	14	1,449 E-07			
MUESTREO II					
Entre grupos	2	3,210 E-08	1,605 E-08	2,150	**0,159**
Dentro de grupos	12	8,955 E-08	7,46 E-09		
Total	14	1,216 E-07			
MUESTREO III					
Entre grupos	2	1,089 E-07	5,445 E-08	11,271	**0,002**
Dentro de grupos	12	5,797 E-08	4,83 E-09		
Total	14	1,669 E-07			
MUESTREO IV					
Entre grupos	2	4,094 E-07	2,047 E-07	22,240	**0,000**
Dentro de grupos	12	1,105 E-07	9,20 E-09		
Total	14	5,199 E-07			
MUESTREO V					
Entre grupos	2	3,365 E-07	1,682 E-07	8,141	**0,006**
Dentro de grupos	12	2,480 E-07	2,066 E-08		
Total	14	5,844 E-07			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	3,668 E-04	1	3,668 E-04	32790	0,000
Trat	3,753 E-07	2	1,876 E-07	16,775	**0,000**
Error	1,342 E-07	12	1,118 E-07		

VIII.2. Ensayo introductorio en limón.

VIII.2.1. Ensayo introductorio en limón. Nutrientes.

SODIO (%)

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	0,025	0,021	0,013	0,018	0,019	**0,019a**
Q+SH	0,015	0,018	0,018	0,011	0,014	**0,015a**
Q+AA	0,014	0,012	0,028	0,010	0,010	**0,015a**
Q+AA2	0,013	0,036	0,030	0,010	0,028	**0,023a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	0,020	0,0075	0,0063	0,0088	0,0088	**0,010a**
Q+SH	0,015	0,010	0,011	0,0038	0,0075	**0,0095a**
Q+AA	0,010	0,0063	0,0088	0,0050	0,0075	**0,0075a**
Q+AA2	0,0063	0,0075	0,0088	0,0063	0,0075	**0,0073a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	0,059	0,055	0,350	0,054	0,058	**0,115a**
Q+SH	0,050	0,062	0,065	0,060	0,052	**0,058a**
Q+AA	0,043	0,059	0,063	0,041	0,054	**0,050a**
Q+AA2	0,051	0,055	0,046	0,054	0,050	**0,051a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13	**0,12a**
Q+SH	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	**0,13a**
Q+AA	0,12	0,12	0,13	0,12	0,13	**0,12a**
Q+AA2	0,12	0,13	0,12	0,12	0,12	**0,12a**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-IV)				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	0,083a	**0,064a**	**0,061a**	**0,060a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	2,429 E-04	8,098 E-05	1,522	**0,247**
Dentro de grupos	16	8,516 E-04	5,322 E-05		
Total	19	1,095 E-3			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	3,238 E-05	1,079 E-05	0,811	**0,506**
Dentro de grupos	16	2,129 E-04	1,331 E-05		
Total	19	2,453 E-04			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	1,465 E-02	4,883 E-03	1,123	**0,369**
Dentro de grupos	16	6,956 E-02	4,347 E-03		
Total	19	8,420 E-02			
MUESTREO IV					
Entre grupos	3	5,500 E-05	1,833 E-05	0,733	**0,547**
Dentro de grupos	16	4,000 E-04	2,500 E-05		
Total	19	4,550 E-04			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	0,269	1	0,269	192,04	0,000
Trat	5,020 E-03	3	1,673 E-03	1,197	**0,343**
Error	2,238 E-02	16	1,398 E-03		

POTASIO (%)

MUESTREO I	**REPETICIONES**					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	1,0	1,0	1,1	1,3	0,96	**1,1a**
Q+SH	1,2	1,1	1,2	1,0	0,86	**1,1a**
Q+AA	1,2	1,1	1,2	1,0	1,1	**1,1a**
Q+AA2	0,99	1,0	1,1	1,1	0,88	**1,0a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	0,90	0,78	0,78	0,84	0,70	**0,80a**
Q+SH	1,0	0,84	0,82	0,77	0,92	**0,87a**
Q+AA	0,78	0,86	0,94	0,77	0,91	**0,85a**
Q+AA2	0,74	0,93	0,83	1,0	0,70	**0,85a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	2,2	1,1	1,5	2,4	1,5	**1,8a**
Q+SH	2,4	1,5	1,3	2,4	1,7	**1,9a**
Q+AA	2,2	1,4	1,6	1,3	2,3	**1,7a**
Q+AA2	2,2	1,4	1,7	2,2	1,3	**1,7a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	1,8	1,7	1,6	1,6	1,7	**1,7a**
Q+SH	1,7	1,7	1,6	1,6	1,7	**1,6a**
Q+AA	1,5	1,4	1,6	1,6	1,6	**1,6a**
Q+AA2	1,4	1,6	1,5	1,6	1,4	**1,5a**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-IV)				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	1,4a	**1,5a**	**1,4a**	**1,4a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	1,644 E-02	5,48 E-03	0,427	**0,737**
Dentro de grupos	16	0,205	1,284 E-02		
Total	19	0,222			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	1,398 E-02	4,660 E-03	0,471	**0,707**
Dentro de grupos	16	0,158	9,902 E-03		
Total	19	0,172			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	6,934 E-02	2,311 E-02	0,102	**0,958**
Dentro de grupos	16	3,643	0,228		
Total	19	3,712			
MUESTREO IV					
Entre grupos	3	7,306 E-02	2,435 E-02	3,022	**0,060**
Dentro de grupos	16	0,129	8,058 E-03		
Total	19	0,202			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	117,852	1	117,852	1156,9	0,000
Trat	8,370 E-02	3	2,790 E-02	0,274	**0,843**
Error	1,630	16	0,102		

CALCIO (%)

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	3,2	4,8	4,5	2,6	2,9	**3,6a**
Q+SH	4,1	3,8	3,3	5,0	3,1	**3,8a**
Q+AA	3,5	5,1	3,3	3,8	3,1	**3,8a**
Q+AA2	4,0	3,9	3,9	3,6	3,7	**3,8a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	3,8	3,8	4,3	4,0	4,0	**4,0a**
Q+SH	3,4	4,0	4,0	3,8	3,8	**3,8a**
Q+AA	4,0	3,6	3,2	4,0	3,6	**3,7a**
Q+AA2	4,2	3,7	3,7	3,6	3,7	**3,8a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	2,7	3,4	3,4	2,1	4,0	**3,2a**
Q+SH	2,3	3,4	4,5	2,4	3,4	**3,2a**
Q+AA	2,8	3,7	3,2	2,5	3,9	**3,2a**
Q+AA2	1,4	3,6	3,3	2,8	4,2	**3,1a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	3,4	3,2	3,1	3,3	3,9	**3,4a**
Q+SH	3,4	3,2	3,3	3,4	3,3	**3,3a**
Q+AA	3,7	3,8	3,6	3,6	3,5	**3,6a**
Q+AA2	3,9	4,1	3,3	3,3	3,6	**3,6a**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-IV)				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	2,9a	**2,9a**	**2,8a**	**2,8a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	0,212	7,062 E-02	0,132	**0,939**
Dentro de grupos	6	8,532	0,533		
Total	19	8,743			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	0,196	6,536 E-02	1,036	**0,403**
Dentro de grupos	16	1,009	6,308 E-02		
Total	19	1,205			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	8,932 E-02	2,977 E-02	0,043	**0,988**
Dentro de grupos	16	11,016	0,689		
Total	19	11,106			
MUESTREO IV					
Entre grupos	3	0,379	0,126	2,038	**0,149**
Dentro de grupos	16	0,991	6,195 E-02		
Total	19	1,370			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	486,609	1	486,609	2235,1	0,000
Trat	0,164	3	5,465 E-02	0,251	**0,859**
Error	3,483	16	0,218		

MAGNESIO (%)

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	0,15	0,21	0,28	0,17	0,29	**0,22a**
Q+SH	0,21	0,18	0,17	0,17	0,17	**0,18a**
Q+AA	0,17	0,16	0,15	0,32	0,17	**0,19a**
Q+AA2	0,26	0,16	0,33	0,18	0,22	**0,23a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	0,17	0,14	0,18	0,16	0,18	**0,17a**
Q+SH	0,14	0,15	0,21	0,16	0,18	**0,17a**
Q+AA	0,15	0,15	0,16	0,18	0,19	**0,17a**
Q+AA2	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	**0,15a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	0,18	0,15	0,15	0,37	0,16	**0,20a**
Q+SH	0,19	0,15	0,15	0,20	0,16	**0,17a**
Q+AA	0,20	0,15	0,13	0,19	0,14	**0,16a**
Q+AA2	0,21	0,14	0,15	0,21	0,17	**0,18a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	0,25	0,24	0,24	0,25	0,27	**0,25a**
Q+SH	0,21	0,23	0,35	0,26	0,27	**0,26a**
Q+AA	0,25	0,24	0,25	0,22	0,25	**0,24a**
Q+AA2	0,22	0,31	0,24	0,24	0,23	**0,25a**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-IV)				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	0,21a	**0,20a**	**0,19a**	**0,19a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	7,960 E-03	2,653 E-03	0,762	**0,532**
Dentro de grupos	6	5,572 E-02	3,483 E-03		
Total	19	6,368 E-02			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	8,200 E-04	2,733 E-04	0,781	**0,522**
Dentro de grupos	16	5,600 E-03	3,500 E-04		
Total	19	6,420 E-03			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	4,495 E-03	1,498 E-03	0,518	**0,676**
Dentro de grupos	16	4,628 E-02	2,893 E-03		
Total	19	5,078 E-02			
MUESTREO IV					
Entre grupos	3	1,300 E-03	4,333 E-04	0,388	**0,763**
Dentro de grupos	16	1,788 E-02	1,118 E-03		
Total	19	1,918 E-02			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	2,332	1	2,332	1758,2	0,000
Trat	2,525 E-03	3	8,417 E-04	0,634	**0,604**
Error	2,123 E-02	16	1,327 E-03		

FÓSFORO (%)

MUESTREO I	**REPETICIONES**					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	0,15	0,15	0,20	0,21	0,17	**0,18a**
Q+SH	0,19	0,16	0,16	0,16	0,16	**0,17a**
Q+AA	0,16	0,17	0,16	0,17	0,17	**0,17a**
Q+AA2	0,16	0,16	0,17	0,15	0,17	**0,16a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	0,14	0,14	0,19	0,16	0,17	**0,16a**
Q+SH	0,15	0,18	0,15	0,21	0,20	**0,18a**
Q+AA	0,14	0,19	0,21	0,19	0,19	**0,18a**
Q+AA2	0,14	0,19	0,17	0,23	0,19	**0,18a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	0,17	0,11	0,13	0,17	0,13	**0,14a**
Q+SH	0,17	0,11	0,13	0,19	0,14	**0,14a**
Q+AA	0,17	0,12	0,14	0,20	0,15	**0,16a**
Q+AA2	0,17	0,10	0,14	0,18	0,13	**0,14a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	0,16	0,15	0,16	0,14	0,18	**0,16a**
Q+SH	0,13	0,15	0,15	0,18	0,19	**0,16a**
Q+AA	0,14	0,15	0,14	0,18	0,18	**0,16a**
Q+AA2	0,14	0,15	0,14	0,18	0,20	**0,16a**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-IV)				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	0,15a	**0,16a**	**0,17a**	**0,16a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	5,350E-04	1,783 E-04	0,673	**0,581**
Dentro de grupos	6	4,424 E-03	2,650 E-04		
Total	19	4,775 E-03			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	1,935 E-03	6,450 E-04	0,866	**0,479**
Dentro de grupos	16	1,192 E-02	7,450 E-04		
Total	19	1,386 E-02			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	5,750 E-04	1,917 E-04	0,207	**0,890**
Dentro de grupos	16	1,480 E-02	9,250 E-04		
Total	19	1,538 E-02			
MUESTREO IV					
Entre grupos	3	5,500 E-05	1,833 E-05	0,037	**0,990**
Dentro de grupos	16	7,840 E-03	4,900 E-04		
Total	19	7,895 E-03			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	1,558	1	1,558	1558,5	0,000
Trat	1,352 E-03	3	4,506 E-04	0,451	**0,720**
Error	1,600 E-02	16	1,000 E-03		

HIERRO (ppm)

MUESTREO I	**REPETICIONES**					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	74	91	98	76	81	**84a**
Q+SH	88	95	91	89	96	**92a**
Q+AA	80	92	87	77	87	**85a**
Q+AA2	96	91	83	76	74	**84a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	84	87	85	84	80	**84a**
Q+SH	107	102	109	99	88	**101b**
Q+AA	96	81	82	83	89	**86a**
Q+AA2	99	99	84	80	78	**88a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	102	110	105	99	89	**101a**
Q+SH	115	133	142	141	101	**126b**
Q+AA	101	131	126	121	112	**118b**
Q+AA2	121	105	124	115	108	**115ab**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	124	113	119	129	122	**121a**
Q+SH	118	126	128	125	127	**125a**
Q+AA	136	118	133	121	123	**126a**
Q+AA2	127	145	129	132	118	**130a**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-IV)				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	102a	**117b**	**110b**	**111b**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	225	75,126	1,246	**0,326**
Dentro de grupos	6	965	60,293		
Total	19	1190			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	892	297	5,575	**0,008**
Dentro de grupos	16	854	53		
Total	19	1746			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	1701	567	3,879	**0,029**
Dentro de grupos	16	2339	146		
Total	19	4040			
MUESTREO IV					
Entre grupos	3	206	68,770	1,283	**0,314**
Dentro de grupos	16	858	53.608		
Total	19	1064			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	78021,005	1	728021,005	8170,1	0,000
Trat	1797,252	3	599,084	6,723	**0,004**
Error	1425,720	16	89,107		

COBRE (ppm)

MUESTREO I	**REPETICIONES**					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	5,8	6,6	5,3	7,5	4,5	**5,9a**
Q+SH	6,2	5,8	6,6	6,6	4,5	**5,9a**
Q+AA	4,9	5,3	5,3	5,8	5,3	**5,3a**
Q+AA2	4,9	6,1	6,2	7,9	5,8	**6,2a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	8,9	5,8	5,0	8,0	4,3	**6,4a**
Q+SH	9,5	13	6,5	8,8	9,0	**9,3b**
Q+AA	6,5	6,0	8,3	7,0	5,5	**6,7a**
Q+AA2	5,5	5,0	6,8	8,0	5,8	**6,2a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	12	13	11	13	12	**12a**
Q+SH	15	15	14	14	14	**14b**
Q+AA	14	16	130	15	13	**14b**
Q+AA2	12	16	130	14	14	**14b**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	12	12	11	11	10	**11a**
Q+SH	14	11	12	12	12	**12a**
Q+AA	12	11	11	13	10	**11a**
Q+AA2	10	12	11	18	13	**13a**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-IV)				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	10a	**12a**	**11a**	**11a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	1,936	0,645	0,781	**0,522**
Dentro de grupos	6	13,217	0,826		
Total	19	15,153			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	30,76	10,25	3,692	**0,034**
Dentro de grupos	16	44,44	2,777		
Total	19	75,20			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	14,1	4,685	3,923	**0,028**
Dentro de grupos	16	19,1	1,194		
Total	19	33,2			
MUESTREO IV					
Entre grupos	3	7,7	2,560	0,844	**0,490**
Dentro de grupos	16	48,5	3,034		
Total	19	56,2			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	7085,719	1	7085,719	2132,8	0,000
Trat	30,910	3	10,303	3,101	**0,056**
Error	53,156	16	3,322		

MANGANESO (ppm)

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	63	80	68	46	49	**61a**
Q+SH	75	65	54	59	56	**62a**
Q+AA	80	72	66	61	70	**70a**
Q+AA2	67	78	65	39	62	**62a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	62	68	61	68	72	**66a**
Q+SH	63	70	64	67	50	**63a**
Q+AA	83	62	49	69	61	**65a**
Q+AA2	65	61	70	51	49	**59a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	24	42	42	47	44	**40a**
Q+SH	48	50	59	46	58	**52b**
Q+AA	48	47	42	42	42	**46ab**
Q+AA2	46	43	45	47	45	**45ab**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	65	61	62	63	56	**61a**
Q+SH	82	64	57	66	60	**66a**
Q+AA	92	78	86	64	61	**66a**
Q+AA2	90	65	65	68	68	**71a**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-IV)				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	56a	**60a**	**62a**	**58a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	236	78,754	0,607	**0,620**
Dentro de grupos	6	2075,943	129,746		
Total	19	2312			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	142	47	0,600	**0,624**
Dentro de grupos	16	1260	79		
Total	19	1402			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	374,5	124,8	3,241	**0,050**
Dentro de grupos	16	616,3	38,518		
Total	19	990,8			
MUESTREO IV					
Entre grupos	3	622	207,373	2,053	**0,147**
Dentro de grupos	16	1616	101,034		
Total	19	2238			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	209952,926	1	209952,926	2596,8	0,000
Trat	355,484	3	355,484	1,466	**0,261**
Error	1293,622	16	1293,622		

ZINC (ppm)

MUESTREO I	**REPETICIONES**					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	36	48	40	29	19	**34a**
Q+SH	36	37	31	35	31	**34a**
Q+AA	43	48	42	33	33	**40a**
Q+AA2	42	55	40	24	30	**38a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	28	30	25	38	28	**30a**
Q+SH	21	35	28	45	25	**31a**
Q+AA	47	31	17	17	22	**27a**
Q+AA2	41	28	51	25	13	**32a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	18	38	50	16	49	**34a**
Q+SH	21	41	60	20	45	**37a**
Q+AA	21	54	39	18	33	**33a**
Q+AA2	23	53	44	26	32	**36a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	25	20	20	18	16	**20a**
Q+SH	26	21	20	16	16	**19a**
Q+AA	39	32	30	20	16	**27a**
Q+AA2	39	21	17	19	23	**24a**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-IV)				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	28a	**29a**	**29a**	**30a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	119	39,557	0,494	**0,691**
Dentro de grupos	6	1281			
Total	19	1400			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	63,0	21,0	0,172	**0,914**
Dentro de grupos	16	1955,2	122,2		
Total	19	2018,2			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	47,1	15,697	0,068	**0,976**
Dentro de grupos	16	3684,5	230,278		
Total	19	3731,6			
MUESTREO IV					
Entre grupos	3	206	68,716	1,394	**0,281**
Dentro de grupos	16	788	49,280		
Total	19	994			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	50867,399	1	50867,399	415,99	0,000
Trat	46,700	3	15,567	0,127	**0,943**
Error	1956,499	16	122,281		

VIII.2.2. Ensayo introductorio en limón. Relaciones del hierro con otros elementos.

K/Fe

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	139	110	108	173	119	**130a**
Q+SH	134	115	129	112	90	**116a**
Q+AA	146	119	134	132	128	**132a**
Q+AA2	103	115	136	147	119	**124a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	108	90	92	101	87	**95a**
Q+SH	95	82	76	78	104	**87a**
Q+AA	82	106	115	93	102	**100a**
Q+AA2	75	94	99	130	90	**98a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	215	103	144	244	169	**175a**
Q+SH	206	116	94	174	168	**151a**
Q+AA	214	105	124	105	204	**150a**
Q+AA2	178	130	135	186	122	**150a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	148	148	130	121	135	**137c**
Q+SH	147	132	121	127	131	**132bc**
Q+AA	113	121	121	133	130	**123ab**
Q+AA2	112	108	115	123	121	**116a**
MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-IV)						
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2		
	136a	**123a**	**124a**	**121a**		

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	765,274	255,091	0,714	**0,558**
Dentro de grupos	16	5716,444	357,278		
Total	19	6481,717			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	468,689	156,230	0,793	**0,515**
Dentro de grupos	16	3151,926	196,995		
Total	19	3620,615			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	2219,703	739,901	0,328	**0,805**
Dentro de grupos	16	36045 ,675	2252,855		
Total	19	38265,378			
MUESTREO IV					
Entre grupos	3	1240,119	413,373	5,072	**0,012**
Dentro de grupos	16	1303,997	81,500		
Total	19	2544,116			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	954889,597	1	954889,597	1006,5	0,000
Trat	1890,099	3	630,033	0,664	**0,586**
Error	15179,273	16	948,705		

Ca/Fe

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	428	527	456	337	363	**422a**
Q+SH	459	402	359	558	326	**421a**
Q+AA	436	552	383	496	354	**444a**
Q+AA2	421	426	475	476	495	**458a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	451	437	500	483	495	**473b**
Q+SH	316	386	365	384	429	**376a**
Q+AA	414	449	394	482	409	**430b**
Q+AA2	425	375	443	442	481	**433b**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	269	311	325	217	448	**314a**
Q+SH	196	253	318	171	339	**255a**
Q+AA	280	282	256	203	347	**274a**
Q+AA2	118	337	264	245	386	**270a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	277	285	262	253	323	**280a**
Q+SH	291	256	255	268	260	**266a**
Q+AA	275	322	269	295	287	**290a**
Q+AA2	304	280	256	245	301	**277a**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-IV)				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	356a	**299a**	**331a**	**327a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	4895,481	1631,827	0,300	**0,825**
Dentro de grupos	16	86980,301	5436,269		
Total	19	91875,782			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	23796,102	7932,034	6,101	**0,006**
Dentro de grupos	16	20801,075	1300,067		
Total	19	44597,178			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	9470,419	3156,806	0,487	**0,696**
Dentro de grupos	16	103689,493	6480,593		
Total	19	113159,912			
MUESTREO IV					
Entre grupos	3	1411,570	470,523	0,908	**0,459**
Dentro de grupos	16	8292,383	518,274		
Total	19	9703,953			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	6462019,598	1	6462019,598	1930,0	0,000
Trat	24105,089	3	8035,030	2,400	**0,106**
Error	53572,544	16	3348,284		

P/Fe

MUESTREO I	**REPETICIONES**					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	20	17	20	28	21	**21a**
Q+SH	22	17	18	18	17	**18a**
Q+AA	20	19	18	22	20	**20a**
Q+AA2	17	18	21	20	23	**20a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	17	16	22	19	21	**19a**
Q+SH	14	18	14	21	23	**18a**
Q+AA	15	23	26	23	21	**22a**
Q+AA2	14	19	20	29	24	**21a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	17	10	12	17	15	**14a**
Q+SH	15	8,3	9,1	14	14	**12a**
Q+AA	17	9,2	11	17	13	**13a**
Q+AA2	14	9,5	11	16	12	**12a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	13	13	13	11	15	**13a**
Q+SH	11	12	12	14	15	**13a**
Q+AA	10	13	10	15	15	**13a**
Q+AA2	11	10	11	14	17	**13a**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-IV)				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	15a	**14a**	**16a**	**15a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	23,650	7,883	1,091	**0,381**
Dentro de grupos	16	115,638	7,227		
Total	19	139,288			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	48,900	16,300	0,919	**0,454**
Dentro de grupos	16	283,745	17,734		
Total	19	332,645			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	14,962	4,987	0,570	**0,643**
Dentro de grupos	16	139,930	8,746		
Total	19	154,893			
MUESTREO IV					
Entre grupos	3	7,623 E-01	2,541 E-01	0,058	**0,981**
Dentro de grupos	16	70,282	4,393		
Total	19	71,044			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	13943,508	1	13943,508	991,0	0,000
Trat	24,006	3	8,002	0,569	**0,644**
Error	225,113	16	14,070		

Mn/Fe

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	0,85	0,88	0,70	0,61	0,61	**0,73a**
Q+SH	0,85	0,68	0,60	0,66	0,58	**0,68a**
Q+AA	0,99	0,78	0,75	0,80	0,80	**0,83a**
Q+AA2	0,70	0,86	0,78	0,51	0,84	**0,74a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	0,74	0,78	0,71	0,81	0,89	**0,79b**
Q+SH	0,59	0,68	0,59	0,68	0,57	**0,62a**
Q+AA	0,87	0,77	0,60	0,83	0,69	**0,75b**
Q+AA2	0,65	0,62	0,83	0,63	0,63	**0,67b**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	0,24	0,38	0,40	0,47	0,49	**0,40a**
Q+SH	0,42	0,37	0,41	0,33	0,57	**0,42a**
Q+AA	0,47	0,43	0,33	0,35	0,38	**0,39a**
Q+AA2	0,38	0,41	0,37	0,41	0,42	**0,40a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	0,52	0,54	0,52	0,49	0,46	**0,51a**
Q+SH	0,70	0,51	0,44	0,53	0,47	**0,53a**
Q+AA	0,68	0,66	0,64	0,53	0,50	**0,60a**
Q+AA2	0,71	0,45	0,50	0,52	0,58	**0,55a**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-IV)				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	0,56a	**0,52a**	**0,58a**	**0,54a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	5,894 E-02	1,965 –02	1,367	**0,288**
Dentro de grupos	16	0,230	1,437 E-02		
Total	19	0,289			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	8,540 E-02	2,847 E-02	4,047	**0,026**
Dentro de grupos	16	0,113	7,034 E-03		
Total	19	0,198			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	2,489 E-03	8,297 E-04	0,148	**0,929**
Dentro de grupos	16	8,957 E-02	5,598 E-03		
Total	19	9,205 E-02			
MUESTREO IV					
Entre grupos	3	2,485 E-02	8,283 E-03	1,189	**0,345**
Dentro de grupos	16	0,111	6,965 E-03		
Total	19	0,136			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	18,275	1	18,275	2851,1	0,000
Trat	2,918 E-02	3	9,728 E-03	1,518	**0,248**
Error	0,103	16	6,410 E-03		

Zn/Fe

MUESTREO I	**REPETICIONES**					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	0,48	0,53	0,41	0,38	0,24	**0,41a**
Q+SH	0,40	0,39	0,34	0,40	0,32	**0,37a**
Q+AA	0,54	0,53	0,48	0,43	0,37	**0,47a**
Q+AA2	0,44	0,61	0,48	0,31	0,40	**0,45a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	0,33	0,35	0,29	0,45	0,34	**0,35a**
Q+SH	0,19	0,34	0,26	0,45	0,29	**0,31a**
Q+AA	0,49	0,38	0,21	0,20	0,25	**0,31a**
Q+AA2	0,41	0,28	0,61	0,31	0,16	**0,36a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	0,18	0,35	0,48	0,17	0,55	**0,34a**
Q+SH	0,18	0,31	0,42	0,14	0,44	**0,30a**
Q+AA	0,21	0,41	0,30	0,15	0,30	**0,27a**
Q+AA2	0,19	0,51	0,36	0,23	0,30	**0,32a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	0,20	0,17	0,17	0,14	0,13	**0,16a**
Q+SH	0,21	0,16	0,16	0,13	0,12	**0,16a**
Q+AA	0,29	0,27	0,22	0,16	0,13	**0,21a**
Q+AA2	0,31	0,15	0,13	0,15	0,19	**0,19a**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-IV)				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	0,29a	**0,25a**	**0,27a**	**0,29a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	2,861 E-02	9,357 E-03	1,258	**0,322**
Dentro de grupos	16	0,121	7,581 E-03		
Total	19	0,150			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	1,124 E-02	3,748 E-03	0,265	**0,849**
Dentro de grupos	16	0,226	1,413 E-02		
Total	19	0,237			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	1,272 E-02	4,241 E-03	0,230	**0,874**
Dentro de grupos	16	0,295	1,842 E-02		
Total	19	0,307			
MUESTREO IV					
Entre grupos	3	1,030 E-02	3,434 E-03	1,118	**0,371**
Dentro de grupos	16	4,915 E-02	3,072 E-03		
Total	19	5,945 E-02			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	4,468	1	4,468	464,87	0,000
Trat	1,173 E-02	3	3,908 E-03	0,407	**0,750**
Error	0,154	16	9,612 E-03		

Cu/Fe

MUESTREO I	**REPETICIONES**					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	0,078	0,073	0,055	0,098	0,055	**0,072a**
Q+SH	0,070	0,061	0,073	0,074	0,047	**0,065a**
Q+AA	0,061	0,058	0,061	0,075	0,061	**0,063a**
Q+AA2	0,051	0,068	0,075	0,104	0,078	**0,075a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	0,107	0,066	0,059	0,096	0,053	**0,076a**
Q+SH	0,089	0,122	0,060	0,088	0,102	**0,092a**
Q+AA	0,068	0,074	0,101	0,085	0,062	**0,078a**
Q+AA2	0,056	0,051	0,081	0,100	0,074	**0,072a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	0,12	0,12	0,10	0,13	0,13	**0,12a**
Q+SH	0,13	0,11	0,10	0,097	0,14	**0,11a**
Q+AA	0,14	0,12	0,10	0,12	0,11	**0,12a**
Q+AA2	0,10	0,15	0,11	0,12	0,13	**0,12a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	0,10	0,107	0,096	0,083	0,078	**0,093a**
Q+SH	0,122	0,091	0,097	0,094	0,092	**0,099a**
Q+AA	0,089	0,094	0,083	0,105	0,082	**0,091a**
Q+AA2	0,082	0,081	0,083	0,132	0,111	**0,098a**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-IV)				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	0,097a	**0,102a**	**0,096a**	**0,097a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	4,627 E-04	1,542 E-04	0,713	**0,558**
Dentro de grupos	16	3,459 E-03	2,162 E-04		
Total	19	3,922 E-03			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	1,161 E-03	3,868 E-04	0,907	**0,459**
Dentro de grupos	16	6,824 E-03	4,265 E-04		
Total	19	7,984 E-03			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	1,476 E-04	4,921 E-05	0,198	**0,896**
Dentro de grupos	16	3,975 E-03	2,484 E-04		
Total	19	4,123 E-03			
MUESTREO IV					
Entre grupos	3	2,385 E-04	7,952 E-05	0,341	**0,796**
Dentro de grupos	16	3,729 E-03	2,331 E-04		
Total	19	3,968 E-03			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	0,575	1	0,575	1563,6	0,000
Trat	3,194 E-04	3	1,065 E-04	0,289	**0,832**
Error	5,887 E-03	16	3,679 E-04		

VIII.2.3. Ensayo introductorio en limón. Relaciones entre nutrientes distintos al hierro.

K/Mg

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	6,9	4,8	3,8	7,7	3,3	**5,3a**
Q+SH	5,6	6,1	6,9	5,9	5,1	**5,9a**
Q+AA	6,9	6,8	7,8	3,2	6,5	**6,2a**
Q+AA2	3,8	6,5	3,4	6,2	4,0	**4,8a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	5,3	5,6	4,3	5,3	3,9	**4,9a**
Q+SH	7,2	5,6	3,9	4,8	5,1	**5,3a**
Q+AA	5,2	5,7	5,9	4,3	4,8	**5,2a**
Q+AA2	4,9	6,2	5,5	6,9	4,4	**5,6a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	12,1	7,5	10,1	6,5	9,4	**9,1a**
Q+SH	12,5	10,3	8,9	12,2	10,6	**10,9a**
Q+AA	10,9	9,2	12,0	6,7	16,4	**11,0a**
Q+AA2	10,3	9,8	11,1	10,2	7,8	**9,8a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	7,3	7,0	6,5	6,3	6,1	**6,6a**
Q+SH	8,2	7,2	4,4	6,1	6,2	**6,4a**
Q+AA	6,1	5,9	6,4	7,3	6,4	**6,4a**
Q+AA2	6,5	5,1	6,2	6,8	6,2	**6,1a**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-IV)				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	6,9a	**7,5a**	**7,5a**	**7,2a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	6,280	2,093	0,891	**0,467**
Dentro de grupos	16	37,599	2,350		
Total	19	43,879			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	1,384	0,461	0,532	**0,667**
Dentro de grupos	16	13,880	0,868		
Total	19	15,264			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	11,869	3,956	0,734	**0,547**
Dentro de grupos	16	86,263	5,391		
Total	19	98,132			
MUESTREO IV					
Entre grupos	3	0,584	0,195	0,261	**0,852**
Dentro de grupos	16	11,924	0,745		
Total	19	12,508			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	3189,330	1	3189,330	1009,5	0,000
Trat	4,640	3	1,547	0,490	**0,694**
Error	50,551	16	3,159		

K/Ca

MUESTREO I	**REPETICIONES**					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	0,32	0,21	0,24	0,51	0,33	**0,32a**
Q+SH	0,29	0,29	0,36	0,20	0,27	**0,28a**
Q+AA	0,34	0,22	0,35	0,27	0,36	**0,31a**
Q+AA2	0,25	0,27	0,29	0,31	0,24	**0,27a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	0,24	0,21	0,18	0,21	0,18	**0,20a**
Q+SH	0,30	0,21	0,21	0,20	0,24	**0,23a**
Q+AA	0,20	0,24	0,29	0,19	0,25	**0,23a**
Q+AA2	0,18	0,25	0,22	0,29	0,19	**0,23a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	0,80	0,33	0,44	1,12	0,38	**0,61a**
Q+SH	1,05	0,46	0,29	1,02	0,49	**0,66a**
Q+AA	0,76	0,37	0,48	0,52	0,59	**0,54a**
Q+AA2	1,51	0,39	0,51	0,76	0,32	**0,70a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	0,53	0,52	0,50	0,48	0,42	**0,49b**
Q+SH	0,50	0,51	0,47	0,47	0,50	**0,49b**
Q+AA	0,41	0,37	0,45	0,45	0,45	**0,43a**
Q+AA2	0,37	0,39	0,45	0,50	0,40	**0,43a**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-IV)

MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	0,44a	**0,46a**	**0,40a**	**0,45a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	8,181 E-03	2,727 E-03	0,496	**0,690**
Dentro de grupos	16	8,802 E-02	5,501 E-03		
Total	19	9,6920 E-02			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	3,168 E-03	1,056 E-03	0,686	**0,574**
Dentro de grupos	16	2,464 E-02	1,540 E-03		
Total	19	2,781 E-02			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	6,491 E-03	2,164 E-02	0,176	**0,911**
Dentro de grupos	16	1,963	0,123		
Total	19	2,027			
MUESTREO IV					
Entre grupos	3	2,298 E-02	7,660 E-03	4,771	**0,015**
Dentro de grupos	16	2,569 E-02	1,606 E-03		
Total	19	4,867 E-02			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	11,472	1	11,472	271,01	0,000
Trat	3,053 E-02	3	1,018 E-02	0,240	**0,867**
Error	0,677	16	4,233 -02		

K/Na

MUESTREO I	**REPETICIONES**					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	41	48	82	73	51	**59a**
Q+SH	79	61	65	91	61	**71a**
Q+AA	84	91	42	101	111	**86a**
Q+AA2	76	29	38	111	31	**57a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	45	104	125	96	80	**90a**
Q+SH	67	84	75	205	123	**111a**
Q+AA	78	138	107	154	121	**120a**
Q+AA2	118	124	95	166	93	**119a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	37	21	4	44	26	**26a**
Q+SH	47	25	20	41	33	**33a**
Q+AA	50	23	25	31	51	**36a**
Q+AA2	42	25	36	40	26	**34a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	15	14	13	13	13	**14a**
Q+SH	13	13	12	13	14	**13a**
Q+AA	13	12	12	13	12	**13a**
Q+AA2	12	12	12	14	12	**12a**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-IV)				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	43a	**52a**	**56a**	**55a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	2641,146	880,382	1,431	**0,271**
Dentro de grupos	16	9841,266	615,079		
Total	19	12482,412			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	2920,366	973,455	0,664	**0,586**
Dentro de grupos	16	23469,406	1466,838		
Total	19	26389,772			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	4,418	4,803	1,727	**0,202**
Dentro de grupos	16	10,025	2,782		
Total	19	14,443			
MUESTREO IV					
Entre grupos	3	4,418	1,473	2,350	**0,111**
Dentro de grupos	16	10,015	0,627		
Total	19	14,443			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	160686,016	1	160686,016	317,27	0,000
Trat	1534,860	3	511,620	1,010	**0,414**
Error	8103,535	16	506,471		

Ca/Mg

MUESTREO I	**REPETICIONES**					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	21	23	16	15	10	**17a**
Q+SH	19	21	19	29	18	**21a**
Q+AA	21	32	22	12	18	**21a**
Q+AA2	16	24	12	20	17	**18a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	22	27	24	25	22	**24a**
Q+SH	24	26	19	24	21	**23a**
Q+AA	26	24	20	22	19	**22a**
Q+AA2	28	25	25	24	23	**25a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	15	23	23	6	25	**18a**
Q+SH	12	22	30	12	21	**20a**
Q+AA	14	25	25	13	28	**21a**
Q+AA2	7	25	22	13	24	**18a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	14	13	13	13	15	**14a**
Q+SH	16	14	9	13	12	**13a**
Q+AA	15	16	14	16	14	**15a**
Q+AA2	18	13	14	14	15	**15a**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-IV)				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	19a	**18a**	**19a**	**19a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	76,045	25,348	0,857	**0,484**
Dentro de grupos	16	473,467	29,592		
Total	19	549,512			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	19,219	6,406	1,023	**0,409**
Dentro de grupos	16	100,182	6,261		
Total	19	119,400			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	22,122	7,374	0,127	**0,943**
Dentro de grupos	16	932,503	58,281		
Total	19	954,626			
MUESTREO IV					
Entre grupos	3	14,409	4,803	1,727	**0,203**
Dentro de grupos	16	44,511	2,782		
Total	19	58,920			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	21586,171	1	21586,171	1638,0	0,000
Trat	11,264	3	3,755	0,285	**0,836**
Error	210,849	16	13,178		

Mn/Zn

MUESTREO I	**REPETICIONES**					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	1,8	1,7	1,7	1,6	2,5	**1,9a**
Q+SH	2,1	1,8	1,7	1,7	1,8	**1,8a**
Q+AA	1,8	1,5	1,6	1,9	2,1	**1,8a**
Q+AA2	1,6	1,4	1,6	1,7	2,1	**1,7a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	2,3	2,3	2,4	1,8	2,6	**2,3a**
Q+SH	3,0	2,0	2,3	1,5	2,0	**2,2a**
Q+AA	1,8	2,0	2,8	4,2	2,8	**2,7a**
Q+AA2	1,6	2,2	1,4	2,0	3,8	**2,2a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	1,3	1,1	0,8	2,8	0,9	**1,4a**
Q+SH	2,3	1,2	1,0	2,4	1,3	**1,6a**
Q+AA	2,2	1,0	1,1	2,3	1,3	**1,6a**
Q+AA2	2,0	0,8	1,0	1,8	1,4	**1,4a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	2,5	3,1	3,0	3,6	3,5	**3,1a**
Q+SH	3,3	3,1	2,8	4,2	3,8	**3,5a**
Q+AA	2,3	2,4	2,9	3,2	3,9	**3,0a**
Q+AA2	2,3	3,0	3,8	3,5	3,0	**3,1a**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-IV)				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	2,3a	**2,4a**	**2,4a**	**2,2a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	8,588 E-02	2,863 E-02	0,363	**0,781**
Dentro de grupos	16	1,262	7,890 E-02		
Total	19	1,348			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	0,971	0,324	0,578	**0,638**
Dentro de grupos	16	8,956	0,560		
Total	19	9,927			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	0,220	7,343 E-02	0,167	**0,917**
Dentro de grupos	16	7,026	0,439		
Total	19	7,247			
MUESTREO IV					
Entre grupos	3	0,620	0,207	0,676	**0,579**
Dentro de grupos	16	4,888	0,306		
Total	19	5,508			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	327,826	1	327,826	690,84	0,000
Trat	0,392	3	0,131	0,275	**0,843**
Error	7,593	16	0,475		

Na/Ca

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	0,0079	0,0044	0,0029	0,0071	0,0065	**0,0057a**
Q+SH	0,0037	0,0047	0,0055	0,0022	0,0045	**0,0041a**
Q+AA	0,0040	0,0024	0,0084	0,0026	0,0032	**0,0041a**
Q+AA2	0,0032	0,0093	0,0076	0,0028	0,0077	**0,0061a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	0,0053	0,0020	0,0015	0,0022	0,0022	**0,0026a**
Q+SH	0,0045	0,0025	0,0028	0,0010	0,0020	**0,0025a**
Q+AA	0,0025	0,0017	0,0027	0,0013	0,0021	**0,0021a**
Q+AA2	0,0015	0,0020	0,0024	0,0018	0,0020	**0,0019a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	0,022	0,016	0,102	0,025	0,015	**0,036a**
Q+SH	0,022	0,018	0,014	0,025	0,015	**0,019a**
Q+AA	0,015	0,016	0,020	0,017	0,012	**0,016a**
Q+AA2	0,036	0,015	0,014	0,019	0,012	**0,019a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	0,035	0,037	0,039	0,037	0,033	**0,036ab**
Q+SH	0,038	0,040	0,040	0,036	0,036	**0,038b**
Q+AA	0,032	0,032	0,036	0,034	0,037	**0,034a**
Q+AA2	0,031	0,032	0,036	0,037	0,034	**0,034a**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-IV)				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	0,025a	**0,020a**	**0,017a**	**0,018a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	1,665 E-05	5,549 E-06	1,088	**0,383**
Dentro de grupos	16	8,162 E-05	5,101 E-06		
Total	19	9,827 E-05			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	1,824 E-06	6,080 E-07	0,764	**0,530**
Dentro de grupos	16	1,760 E-05	1,100 E-05		
Total	19	1,943 E-05			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	1,244 E-03	4,148 E-04	1,095	**0,380**
Dentro de grupos	16	6,060 E-03	3,788 E-04		
Total	19	7,305 E-03			
MUESTREO IV					
Entre grupos	3	5,388 E-05	1,796 E-05	3,468	**0,041**
Dentro de grupos	16	8,286 E-05	5,179 E-06		
Total	19	1,367 E-04			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	2,428 E-02	1	2,428 E-02	186,31	0,000
Trat	5,071 E-04	3	1,690 E-04	1,297	**0,310**
Error	2,085 E-03	16	1,303 E-04		

P/Zn

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	42	31	50	72	88	**57a**
Q+SH	53	44	51	45	52	**49a**
Q+AA	37	35	38	52	52	**43a**
Q+AA2	38	29	43	64	57	**46a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	51	47	76	42	62	**56a**
Q+SH	72	51	53	47	79	**61a**
Q+AA	30	61	122	115	85	**83a**
Q+AA2	34	68	33	91	149	**75a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	93	29	26	103	27	**55a**
Q+SH	81	27	22	97	31	**52a**
Q+AA	80	22	36	110	45	**59a**
Q+AA2	74	19	32	68	40	**47a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	63	76	79	79	113	**82a**
Q+SH	53	73	74	114	123	**87a**
Q+AA	36	47	47	91	116	**67a**
Q+AA2	36	71	82	93	89	**74a**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-IV)				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	64a	**66a**	**70a**	**65a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	529,663	176,554	0,851	**0,486**
Dentro de grupos	16	3317,593	207,350		
Total	19	3847,256			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	2374,058	791,353	0,764	**0,530**
Dentro de grupos	16	16563,481	1035,218		
Total	19	18937,539			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	407,857	135,952	0,119	**0,948**
Dentro de grupos	16	18309,446	1144,340		
Total	19	18717,302			
MUESTREO IV					
Entre grupos	3	1143,587	381,196	0,519	**0,675**
Dentro de grupos	16	11759,983	734,999		
Total	19	12903,570			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	264703,614	1	264703,614	242,56	0,000
Trat	237,753	3	79,251	0,073	**0,974**
Error	17460,893	16	1091,306		

Cu/Mn

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	0,091	0,083	0,078	0,162	0,092	**0,10a**
Q+SH	0,082	0,089	0,121	0,113	0,081	**0,097a**
Q+AA	0,062	0,074	0,081	0,094	0,076	**0,077a**
Q+AA2	0,073	0,079	0,096	0,202	0,092	**0,11a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	0,14	0,085	0,083	0,12	0,059	**0,098a**
Q+SH	0,15	0,18	0,10	0,13	0,18	**0,15a**
Q+AA	0,078	0,097	0,17	0,10	0,090	**0,11a**
Q+AA2	0,085	0,082	0,097	0,16	0,12	**0,11a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	0,49	0,31	0,26	0,28	0,27	**0,32a**
Q+SH	0,31	0,30	0,24	0,29	0,24	**0,28a**
Q+AA	0,30	0,29	0,31	0,35	0,29	**0,31a**
Q+AA2	0,27	0,36	0,29	0,29	0,31	**0,30a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	0,19	0,20	0,19	0,17	0,17	**0,18a**
Q+SH	0,18	0,18	0,22	0,18	0,20	**0,19a**
Q+AA	0,13	0,14	0,13	0,20	0,17	**0,15a**
Q+AA2	0,12	0,18	0,17	0,26	0,19	**0,18a**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-IV)				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	0,20a	**0,21a**	**0,19a**	**0,20a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	2,641 E-03	8,804 E-04	0,781	**0,522**
Dentro de grupos	16	1,803 E-02	1,127 E-03		
Total	19	2,067 E-02			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	7,651 E-03	2,550 E-03	2,295	**0,117**
Dentro de grupos	16	1,778 E-02	1,111 E-03		
Total	19	2,543 E-02			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	5,574 E-03	1,858 E-03	0,596	**0,626**
Dentro de grupos	16	4,984 E-02	3,115 E-03		
Total	19	5,541 E-02			
MUESTREO IV					
Entre grupos	3	3,786 E-03	1,262 E-03	1,280	**0,315**
Dentro de grupos	16	1,578 E-02	9,862 E-04		
Total	19	1,956 E-02			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	2,361	1	2,361	952,42	0,000
Trat	1,786 E-03	3	5,953 E-04	0,240	**0,867**
Error	3,966 E-02	16	2,479 E-03		

Cu/Zn

MUESTREO I	**REPETICIONES**					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	0,16	0,14	0,13	0,26	0,23	**0,18a**
Q+SH	0,17	0,16	0,21	0,19	0,14	**0,17a**
Q+AA	0,11	0,11	0,13	0,18	0,16	**0,14a**
Q+AA2	0,12	0,11	0,16	0,33	0,19	**0,18a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	0,32	0,19	0,20	0,21	0,15	**0,22a**
Q+SH	0,46	0,35	0,23	0,20	0,36	**0,32a**
Q+AA	0,14	0,19	0,48	0,42	0,25	**0,30a**
Q+AA2	0,13	0,18	0,13	0,32	0,45	**0,24a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	0,65	0,34	0,22	0,79	0,24	**0,45a**
Q+SH	0,71	0,37	0,24	0,70	0,30	**0,46a**
Q+AA	0,67	0,30	0,34	0,82	0,37	**0,50a**
Q+AA2	0,54	0,29	0,30	0,52	0,44	**0,42a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	0,49	0,61	0,56	0,61	0,59	**0,57a**
Q+SH	0,58	0,55	0,61	0,74	0,76	**0,65a**
Q+AA	0,31	0,35	0,38	0,64	0,65	**0,47a**
Q+AA2	0,26	0,55	0,63	0,91	0,58	**0,59a**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-IV)				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	0,41a	**0,48a**	**0,42a**	**0,42a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	7,058 E-03	2,353 E-03	0,720	**0,555**
Dentro de grupos	16	5,232 E-02	3,270 E-03		
Total	19	5,937 E-02			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	3,352 E-02	1,117 E-02	0,793	**0,515**
Dentro de grupos	16	0,225	1,408 E-02		
Total	19	0,259			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	1,745 E-02	5,815 E-03	0,127	**0,943**
Dentro de grupos	16	0,734	4,587 E-02		
Total	19	0,751			
MUESTREO IV					
Entre grupos	3	8,785 E-02	2,928 E-02	1,264	**0,320**
Dentro de grupos	16	0,371	2,317 E-02		
Total	19	0,459			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	11,162	1	11,162	317,19	0,000
Trat	4,165 E-02	3	1,388 E-02	0,395	**0,759**
Error	0,563	16	3,519 E-02		

Mn/Ca

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	0,0020	0,0017	0,0015	0,0018	0,0017	**0,0017a**
Q+SH	0,0019	0,0017	0,0017	0,0012	0,0018	**0,0016a**
Q+AA	0,0023	0,0014	0,0020	0,0016	0,0023	**0,0019a**
Q+AA2	0,0017	0,0020	0,0016	0,0011	0,0011	**0,0015a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
Q	0,0016	0,0018	0,0014	0,0017	0,0018	**0,0017a**
Q+SH	0,0019	0,0018	0,0016	0,0018	0,0013	**0,0017a**
Q+AA	0,0021	0,0017	0,0015	0,0017	0,0017	**0,0018a**
Q+AA2	0,0015	0,0017	0,0019	0,0014	0,0014	**0,0016a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
Q	0,00088	0,0012	0,0012	0,0022	0,0011	**0,0013a**
Q+SH	0,0021	0,0015	0,0013	0,0019	0,0017	**0,0017a**
Q+AA	0,0017	0,0015	0,0013	0,0017	0,0011	**0,0015a**
Q+AA2	0,0032	0,0012	0,0014	0,0017	0,0017	**0,0018a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
Q	0,0019	0,0019	0,0020	0,0019	0,0014	**0,0018a**
Q+SH	0,0024	0,0020	0,0017	0,0020	0,0018	**0,0020a**
Q+AA	0,0025	0,0021	0,0024	0,0018	0,0017	**0,0021a**
Q+AA2	0,0023	0,0016	0,0020	0,0021	0,0019	**0,0020a**

MEDIDAS REPETIDAS (muestreos II-IV)				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	0,0016a	**0,0018a**	**0,0018a**	**0,0018a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	4,448 E-07	1,483 E-07	1,421	**0,273**
Dentro de grupos	16	1,670 E-06	1,044 E-07		
Total	19	2,115 E-06			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	6,520 E-08	2,173 E-08	0,576	**0,639**
Dentro de grupos	16	6,039 E-07	3,775 E-08		
Total	19	6,691 E-07			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	7,738 E-07	2,579 E-07	0,965	**0,433**
Dentro de grupos	16	4,275 E-06	2,672 E-07		
Total	19	5,049 E-06			
MUESTREO IV					
Entre grupos	3	1,749 E-07	5,829 E-08	0,764	**0,531**
Dentro de grupos	16	1,221 E-06	7,632 E-08		
Total	19	1,396 E-06			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	1,810 E-04	1	1,810 E-04	971,46	0,000
Trat	3,542 E-07	3	1,181 E-07	0,634	**0,604**
Error	2,981 E-06	16	1,863 E-07		

VIII.2.4. Ensayo introductorio en limón. Parámetros de calidad de los frutos madurados en cámara.

pH	REPETICIONES							
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	MEDIAS
Q	2,2	2,3	2,2					**2,2a**
Q+SH	2,3	2,3	2,3					**2,3a**
Q+AA	2,2	2,2	2,3					**2,2a**
Q+AA2	2,3	2,3	2,2					**2,3a**
Diámetro ecuatorial (Øe mm)								***MEDIAS***
Q	57	57	57	56	58	56	53	**56a**
Q+SH	60	57	59	59	60	61	60	**59b**
Q+AA	58	57	57	59	55	60	57	**58ab**
Q+AA2	57	56	61	60	54	57	58	**58ab**
Diámetro polar (Øp mm)								***MEDIAS***
Q	77	73	76	83	85	85	83	**80a**
Q+SH	92	79	90	84	74	88	80	**84a**
Q+AA	83	88	89	88	84	80	80	**85a**
Q+AA2	80	97	81	76	77	73	76	**80a**
Øe/Øp								***MEDIAS***
Q	0,74	0,78	0,75	0,67	0,68	0,66	0,64	**0,70a**
Q+SH	0,65	0,72	0,66	0,70	0,81	0,69	0,75	**0,71a**
Q+AA	0,70	0,65	0,64	0,67	0,65	0,75	0,71	**0,68a**
Q+AA2	0,71	0,58	0,75	0,79	0,70	0,78	0,76	**0,73a**
Peso del fruto (gr)								***MEDIAS***
Q	114	127	117	125	107	118	125	**119a**
Q+SH	146	158	174	118	131	136	138	**143b**
Q+AA	119	121	125	127	134	125	143	**128a**
Q+AA2	139	133	148	119	118	116	112	**126a**
Grosor de la corteza (mm)								***MEDIAS***
Q	3,3	4,4	2,2	2,1				**3,0a**
Q+SH	4,3	5,2	4,2	2,0				**3,9a**
Q+AA	2,6	3,7	2,5	3,8				**3,2a**
Q+AA2	2,5	2,9	2,9	3,7				**3,0a**
Vitamina C (mg/100ml)								***MEDIAS***
Q	3,3	4,4	2,2	2,1				**37a**
Q+SH	4,3	5,2	4,2	2,0				**52b**
Q+AA	2,6	3,7	2,5	3,8				**46b**
Q+AA2	2,5	2,9	2,9	3,7				**51b**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
pH					
Entre grupos	3	9,167 E-03	3,056 E-03	1,222	**0,363**
Dentro de grupos	8	2,000 E-02	2,500 E-03		
Total	11	2,917 E-02			
Diámetro ecuatorial (Øe mm)					
Entre grupos	3	35,143	11,714	3,770	**0,024**
Dentro de grupos	24	74,571	3,107		
Total	27	109,714			
Diámetro polar (Øp mm)					
Entre grupos	3	118,107	39,369	1,091	**0,372**
Dentro de grupos	24	866,000	36,083		
Total	27	984,107			
Øe/Øp					
Entre grupos	3	6,938 E-03	2,313 E-03	0,719	**0,550**
Dentro de grupos	24	7,715 E-02	3,215 E-03		
Total	27	8,409 E-02			
Peso del fruto (gr)					
Entre grupos	3	2129,821	709,940	4,406	**0,013**
Dentro de grupos	24	3867,143	161,131		
Total	27	5996,964			
Grosor de la corteza (mm)					
Entre grupos	3	2,357	0,786	0,837	**0,499**
Dentro de grupos	12	11,258	0,938		
Total	15	13,614			
Vitamina C (mg/100ml))					
Entre grupos	3	551,500	183,833	15,266	**0,000**
Dentro de grupos	12	144,500	12,042		
Total	15	696,000			

VIII.2.5. Ensayo introductorio en limón. Parámetros de calidad de los frutos madurados en árbol.

pH	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
Q	2,4	2,3	2,4	2,4	2,3	**2,4a**
Q+SH	2,4	2,4	2,3	2,5	2,4	**2,4a**
Q+AA	2,5	2,4	2,4	2,3	2,5	**2,4a**
Q+AA2	2,5	2,3	2,4	2,4	2,5	**2,4a**
Diámetro ecuatorial (Øe mm)						***MEDIAS***
Q	69	67	63	65	66	**66a**
Q+SH	75	71	65	65	65	**68a**
Q+AA	68	66	66	66	63	**66a**
Q+AA2	63	69	69	66	69	**67a**
Diámetro polar (Øp mm)						***MEDIAS***
Q	80	77	75	76	78	**77a**
Q+SH	86	90	78	76	78	**82a**
Q+AA	78	82	82	79	73	**79a**
Q+AA2	80	86	82	81	84	**83a**
Øe/Øp						***MEDIAS***
Q	0,86	0,87	0,84	0,86	0,85	**0,85a**
Q+SH	0,87	0,79	0,83	0,86	0,83	**0,84a**
Q+AA	0,87	0,80	0,80	0,84	0,86	**0,84a**
Q+AA2	0,79	0,80	0,84	0,81	0,82	**0,81a**
Peso del fruto (gr)						***MEDIAS***
Q	130	129	151	140	137	**137a**
Q+SH	144	241	158	204	208	**191b**
Q+AA	183	187	178	156	136	**168ab**
Q+AA2	212	200	150	145	172	**176ab**
Grosor de la corteza (mm)						***MEDIAS***
Q	5	4	4	4	4	**4,2a**
Q+SH	4	4	5	3	3	**3,8a**
Q+AA	4	3	4	3	4	**3,6a**
Q+AA2	5	2	3	4	3	**3,4a**
Vitamina C (mg/100ml)						***MEDIAS***
Q	45	42	44	42	41	**43a**
Q+SH	38	39	37	49	50	**43a**
Q+AA	45	51	50	56	45	**49b**
Q+AA2	45	49	45	49	47	**47ab**
Ácido cítrico (mg/ml)						***MEDIAS***
Q	56	58	52	54	59	**56a**
Q+SH	61	59	55	59	54	**58a**
Q+AA	57	61	53	50	58	**56a**
Q+AA2	57	53	56	62	64	**58a**
Sólidos Solubles Totales (ºBrix)						***MEDIAS***
Q	7,0	7,2	6,6	7,0	7,0	**7,0a**
Q+SH	7,0	6,5	6,6	6,6	7,2	**6,8a**
Q+AA	7,2	7,2	6,6	7,2	6,4	**6,9a**
Q+AA2	6,9	6,8	6,8	7,1	7,0	

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
pH					
Entre grupos	3	1,200 E-02	4,000 E-03	0,727	**0,551**
Dentro de grupos	16	8,800 E-02	5,500 E-03		
Total	19	1,000 E-01			
Diámetro ecuatorial (Øe mm)					
Entre grupos	3	18,800	6,267	0,685	**0,574**
Dentro de grupos	16	146,400	9,150		
Total	19	165,200			
Diámetro polar (Øp mm)					
Entre grupos	3	92,950	30,983	2,066	**0,145**
Dentro de grupos	16	240,000	15,000		
Total	19	332,950			
Øe/Øp					
Entre grupos	3	4,288 E-03	1,429 E-03	2,267	**0,120**
Dentro de grupos	16	1,009 E-02	6,306 E-04		
Total	19	1,438 E-02			
Peso del fruto (gr)					
Entre grupos	3	7630,950	2543,650	3,405	**0,043**
Dentro de grupos	16	11952,000	747,000		
Total	19	19582,950			
Grosor de la corteza (mm)					
Entre grupos	3	1,750	0,583	0,933	**0,447**
Dentro de grupos	16	10,000	0,625		
Total	19	11,750			
Vitamina C (mg/100ml))					
Entre grupos	3	165,750	55,250	3,236	**0,050**
Dentro de grupos	16	273,200	17,075		
Total	19	438,950			
Ácido cítrico (mg/ml)					
Entre grupos	3	25,800	8,600	0,614	**0,616**
Dentro de grupos	16	224,000	14,000		
Total	19	249,800			
Sólidos Solubles Totales (ºBrix)					
Entre grupos	3	9,350 E-02	3,117 E-02	0,403	**0,753**
Dentro de grupos	16	1,236	7,725 E-02		
Total	19	1,329			

VIII.3. Ensayo introductorio en uva de mesa.

VIII.3.1. Ensayo introductorio en uva de mesa. Nutrientes.

SODIO (%)

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
Q	0,04	0,02	0,03	0,04	0,03	0,06	**0,037a**
Q+SH	0,06	0,01	0,02	0,02	0,07	0,04	**0,037a**
Q+AA	0,11	0,08	0,01	0,06	0,11	0,03	**0,067a**
Q+AA2	0,3	0,02	0,02	0,04	0,06	0,05	**0,082a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
Q	0,13	0,12	0,12	0,12	0,13	0,12	**0,12a**
Q+SH	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	**0,12a**
Q+AA	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	**0,12a**
Q+AA2	0,13	0,12	0,13	0,12	0,12	0,12	**0,12a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
Q	0,40	0,28	0,37	0,47	0,29	0,35	**0,36a**
Q+SH	0,33	0,17	0,30	0,29	0,33	0,30	**0,29a**
Q+AA	0,45	0,27	0,12	0,35	0,52	0,41	**0,35a**
Q+AA2	0,37	0,25	0,22	0,27	0,37	0,40	**0,31a**

MEDIDAS REPETIDAS				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	0,17a	**0,15a**	**0,18a**	**0,17a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	9,112 E-03	3,038 E-03	0,857	**0,479**
Dentro de grupos	20	7,088 E-02	3,544 E-03		
Total	23	8,000 E-02			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	4,583 E-05	1,528 E-05	0,873	**0,472**
Dentro de grupos	20	3,500 E-04	1,750 E-05		
Total	23	3,958 E-04			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	2,153 E-02	7,178 E-03	0,829	**0,494**
Dentro de grupos	20	0,173	8,660 E-03		
Total	23	0,195			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	2,047	1	2,047	354,66	0,000
Trat	1,109 E-02	3	3,698 E-03	0,641	**0,598**
Error	0,115	20	5,772 E-03		

POTASIO (%)

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
Q	1,3	1,2	1,2	1,3	1,2	1,1	**1,2a**
Q+SH	1,1	1,1	1,3	1,2	1,1	1,0	**1,1a**
Q+AA	1,4	1,5	1,0	1,3	1,2	1,0	**1,2a**
Q+AA2	1,2	1,0	1,2	1,3	1,3	1,1	**1,2a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
Q	0,63	0,59	0,62	0,56	0,66	0,59	**0,61a**
Q+SH	0,62	0,61	0,61	0,61	0,60	0,71	**0,63a**
Q+AA	0,72	0,71	0,63	0,63	0,65	0,61	**0,66a**
Q+AA2	0,54	0,69	0,56	0,63	0,55	0,57	**0,59a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
Q	0,90	0,83	0,83	0,85	0,84	0,79	**0,84a**
Q+SH	0,64	0,84	0,72	0,83	0,80	0,74	**0,76a**
Q+AA	0,70	0,85	0,83	0,86	0,71	0,87	**0,80a**
Q+AA2	0,60	0,97	0,75	0,92	0,83	0,88	**0,83a**

MEDIDAS REPETIDAS				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	0,88a	**0,84a**	**0,90a**	**0,87a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	3,115 E-02	1,038 E-02	0,560	**0,648**
Dentro de grupos	20	0,371	1,856 E-02		
Total	23	0,402			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	1,528 E-02	5,094 E-03	2,409	**0,097**
Dentro de grupos	20	4,230 E-02	2,115 E-03		
Total	23	5,758 E-02			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	2,088 E-02	6,961 E-03	0,898	**0,459**
Dentro de grupos	20	0,155	7,748 E-03		
Total	23	0,176			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	54,741	1	54,741	6337,8	0,000
Trat	3,212 E-02	3	1,071 E-02	1,239	**0,322**
Error	0,173	20	8,637 E-03		

CALCIO (%)

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
Q	1,7	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	**1,5a**
Q+SH	1,2	2,2	1,6	1,6	1,3	1,2	**1,5a**
Q+AA	1,5	1,5	1,9	1,5	1,4	1,8	**1,6a**
Q+AA2	1,3	1,5	1,6	1,3	1,4	1,4	**1,4a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
Q	2,4	2,6	2,6	2,9	2,2	2,5	**2,5a**
Q+SH	2,6	2,2	2,5	2,6	2,6	2,3	**2,5a**
Q+AA	2,4	2,2	2,3	2,4	2,3	3,2	**2,5a**
Q+AA2	2,7	2,3	1,8	2,5	2,6	2,4	**2,4a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
Q	3,2	2,5	2,8	2,8	3,0	2,9	**2,9a**
Q+SH	3,3	2,5	3,0	3,4	2,8	3,1	**3,0a**
Q+AA	3,0	2,5	2,3	2,9	2,9	3,2	**2,8a**
Q+AA2	2,8	2,7	2,9	2,7	3,1	3,1	**2,9a**

MEDIDAS REPETIDAS				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	2,3a	**2,3a**	**2,3a**	**2,3a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	0,119	3,980 E-02	0,729	**0,547**
Dentro de grupos	20	1,092	5,458 E-02		
Total	23	1,211			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	0,100	3,342 E-02	0,430	**0,734**
Dentro de grupos	20	1,553	7,765 E-02		
Total	23	1,653			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	0,131	4,369 E-02	0,569	**0,642**
Dentro de grupos	20	1,536	7,679 E-02		
Total	23	1,667			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	374,239	1	374,239	5333,2	0,000
Trat	0,122	3	4,051 E-02	0,577	**0,637**
Error	1,403	20	7,017 E-02		

MAGNESIO (%)

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
Q	0,54	0,37	0,40	0,45	0,46	0,46	**0,45a**
Q+SH	0,38	0,56	0,44	0,49	0,42	0,42	**0,45a**
Q+AA	0,41	0,48	0,56	0,46	0,43	0,53	**0,48a**
Q+AA2	0,37	0,61	0,49	0,41	0,45	0,46	**0,47a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
Q	0,63	0,60	0,65	0,70	0,60	0,67	**0,64a**
Q+SH	0,62	0,54	0,66	0,68	0,60	0,64	**0,62a**
Q+AA	0,62	0,58	0,61	0,65	0,63	0,66	**0,63a**
Q+AA2	0,67	0,59	0,59	0,63	0,71	0,64	**0,64a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
Q	0,80	0,52	0,65	0,71	0,76	0,67	**0,68a**
Q+SH	0,73	0,52	0,72	0,78	0,61	0,74	**0,68a**
Q+AA	0,73	0,59	0,47	0,72	0,73	0,78	**0,67a**
Q+AA2	0,60	0,63	0,63	0,64	0,76	0,70	**0,66a**

MEDIDAS REPETIDAS				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	0,59a	**0,59a**	**0,59a**	**0,59a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	3,646 E-03	1,215 E-03	0,275	**0,842**
Dentro de grupos	20	8,825 E-02	4,413 E-03		
Total	23	9,190 E-02			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	1,546 E-03	5,153 E-04	0,292	**0,830**
Dentro de grupos	20	3,525 E-02	1,763 E-03		
Total	23	3,680 E-02			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	2,373 E-03	7,909 E-04	0,088	**0,966**
Dentro de grupos	20	0,180	9,016 E-03		
Total	23	0,183			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	24,972	1	24,972	4389,2	0,000
Trat	3,104 E-04	3	1,035 E-04	0,018	**0,997**
Error	0,114	20	5,690 E-03		

FÓSFORO (%)

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
Q	0,79	0,71	0,76	0,64	0,79	0,84	**0,76a**
Q+SH	0,72	0,85	0,72	0,83	0,72	0,89	**0,79a**
Q+AA	0,67	0,73	0,70	0,79	0,68	0,79	**0,73a**
Q+AA2	0,69	0,76	0,82	0,72	0,72	0,79	**0,75a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
Q	0,27	0,29	0,25	0,30			**0,28a**
Q+SH	0,28	0,26	0,31	0,4			**0,31a**
Q+AA	0,29	0,29	0,3	0,28			**0,29a**
Q+AA2	0,26	0,28	0,33	0,26			**0,28a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
Q	0,20	0,18	0,21	0,19	0,24	0,22	**0,21a**
Q+SH	0,18	0,16	0,17	0,20	0,22	0,25	**0,20a**
Q+AA	0,18	0,20	0,16	0,19	0,22	0,21	**0,19a**
Q+AA2	0,15	0,19	0,19	0,31	0,25	0,24	**0,22a**

MEDIDAS REPETIDAS				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	0,40a	**0,42a**	**0,40a**	**0,41a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	1,163 E-02	3,878 E-03	0,958	**0,432**
Dentro de grupos	20	8,097 E-02	4,048 E-03		
Total	23	9,260 E-02			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	2,869 E-03	9,562 E-04	0,699	**0,571**
Dentro de grupos	20	1,642 E-02	1,369 E-03		
Total	15	1,929 E-02			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	2,913 E-03	9,708 E-04	0,733	**0,544**
Dentro de grupos	20	2,648 E-02	1,324 E-03		
Total	23	2,940 E-02			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	8,012	1	8,012	3234,2	0,000
Trat	5,206 E-03	3	1,735 E-03	0,701	**0,570**
Error	2,973 E-02	12	2,477 E-03		

HIERRO (ppm)

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
Q	69	62	69	56	67	73	**66a**
Q+SH	83	86	72	72	79	70	**77b**
Q+AA	82	71	73	81	83	87	**80b**
Q+AA2	79	82	61	69	91	71	**75b**
MUESTREO II							***MEDIAS***
Q	169	153	160	138	105	112	**139a**
Q+SH	162	168	168	182	172	173	**171b**
Q+AA	160	148	179	140	147	161	**156ab**
Q+AA2	174	180	164	132	179	140	**162ab**
MUESTREO III							***MEDIAS***
Q	156	158	159	159	168	170	**162a**
Q+SH	205	189	166	223	249	199	**205b**
Q+AA	197	197	170	200	211	174	**192ab**
Q+AA2	196	154	123	209	161	203	**174a**

MEDIDAS REPETIDAS				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	122a	**151c**	**142bc**	**137b**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	644,974	214,991	3,694	**0,029**
Dentro de grupos	20	1163,846	58,192		
Total	23	1808,820			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	3127,427	1042,476	3,088	**0,050**
Dentro de grupos	20	6750,909	337,545		
Total	23	9878,336			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	6511,006	2170,335	3,837	0,025
Dentro de grupos	20	11312,497	565,625		
Total	23	17823,503			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	1374128,316	1	1374128,32	5912,5	0,000
Trat	7798,633	3	2599,544	11,185	**0,000**
Error	4648,220	12	232,411		

COBRE (ppm)

MUESTREO I	**REPETICIONES**						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
Q	20	16	17	23	13	11	**17a**
Q+SH	16	16	20	16	11	16	**16a**
Q+AA	20	22	18	23	13	15	**18a**
Q+AA2	16	17	18	17	14	16	**16a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
Q	16	13	15	17	15	14	**15a**
Q+SH	22	14	15	18	17	14	**17a**
Q+AA	16	15	15	18	14	14	**15a**
Q+AA2	15	15	14	17	15	11	**14a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
Q	12	17	15	20	19	6,5	**15a**
Q+SH	22	17	10	21	19	6,5	**16a**
Q+AA	20	21	16	22	22	6,9	**18a**
Q+AA2	18	22	16	21	16	7,0	**16a**

MEDIDAS REPETIDAS				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	16a	**16a**	**17a**	**16a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	21,689	7,230	0,634	**0,602**
Dentro de grupos	20	228,160	11,408		
Total	23	249,849			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	16,175	5,392	1,199	**0,336**
Dentro de grupos	20	89,965	4,498		
Total	23	106,140			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	29,664	9,888	0,311	**0,817**
Dentro de grupos	20	636,420	31,821		
Total	23	666,084			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	18815,893	1	18815,893	758,7	0,000
Trat	31,291	3	10,430	0,421	**0,740**
Error	495,979	20	24,799		

MANGANESO (ppm)

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
Q	210	135	167	169	170	147	**166a**
Q+SH	158	243	182	168	167	140	**176a**
Q+AA	176	228	217	150	124	148	**174a**
Q+AA2	137	159	196	157	204	179	**172a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
Q	303	253	275	239	238	250	**260a**
Q+SH	288	232	261	240	261	234	**253a**
Q+AA	273	224	285	258	229	232	**250a**
Q+AA2	284	256	261	275	270	256	**267a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
Q	236	240	245	243	240	237	**240a**
Q+SH	298	253	250	294	261	252	**268b**
Q+AA	272	253	252	215	212	251	**243a**
Q+AA2	233	257	256	247	262	266	**254ab**

MEDIDAS REPETIDAS				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	222a	**232a**	**222a**	**231a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	356,451	118,817	0,110	**0,953**
Dentro de grupos	20	21528,666	1076,433		
Total	23	21885,117			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	1070,703	356,901	0,765	**0,527**
Dentro de grupos	20	9326,260	466,313		
Total	23	10396,963			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	2872,545	957,515	3,191	**0,046**
Dentro de grupos	20	6001,715	300,086		
Total	23	8874,260			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	3705059,385	1	3705059,385	4555,1	0,000
Trat	1643,413	3	547,804	0,673	**0,578**
Error	16267,634	20	813,382		

ZINC (ppm)

MUESTREO I	**REPETICIONES**						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
Q	26	23	45	46	46	39	**37a**
Q+SH	23	31	50	45	46	37	**38a**
Q+AA	30	29	62	40	32	39	**39a**
Q+AA2	23	35	55	42	58	49	**44a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
Q	33	31	29	31	28	23	**29a**
Q+SH	30	42	34	40	34	29	**35b**
Q+AA	33	30	36	38	37	34	**35b**
Q+AA2	33	36	34	33	36	32	**34b**
MUESTREO III							***MEDIAS***
Q	30	26	35	34	35	35	**32a**
Q+SH	32	22	35	36	32	34	**32a**
Q+AA	33	33	27	33	29	33	**31a**
Q+AA2	28	36	30	33	37	35	**33a**

MEDIDAS REPETIDAS				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	33a	**35a**	**35a**	**37a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	142,799	47,266	0,352	**0,788**
Dentro de grupos	20	2683,385	134,169		
Total	23	2815,185			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	131,841	43,947	3,376	**0,039**
Dentro de grupos	20	260,329	13,016		
Total	23	392,170			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	14,088	4,696	0,298	**0,826**
Dentro de grupos	20	314,792	15,740		
Total	23	328,880			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	87863,621	1	87863,621	1365,2	0,000
Trat	147,560	3	49,187	0,764	**0,527**
Error	1287,218	20	64,361		

VIII.3.2. Ensayo introductorio en uva de mesa. Relaciones del hierro con otros elementos.

K/Fe

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
Q	181	187	171	232	173	151	**182a**
Q+SH	130	130	186	165	136	147	**149a**
Q+AA	170	211	138	163	143	117	**157a**
Q+AA2	156	119	202	187	141	154	**160a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
Q	37	38	39	41	63	53	**45a**
Q+SH	38	36	36	33	35	41	**37a**
Q+AA	45	48	35	45	44	38	**43a**
Q+AA2	31	38	34	48	31	41	**37a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
Q	58	53	52	54	50	47	**52b**
Q+SH	31	44	43	37	32	37	**38a**
Q+AA	35	43	49	43	34	50	**42ab**
Q+AA2	31	63	61	44	51	43	**49b**

MEDIDAS REPETIDAS				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	93a	**74a**	**81ab**	**82ab**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	3865,042	1228,347	1,540	**0,235**
Dentro de grupos	20	15952,377	797,619		
Total	23	19637,419			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	309,644	103,215	2,284	**0,110**
Dentro de grupos	20	903,671	45,184		
Total	23	1213,315			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	758,754	252,918	4,256	**0,018**
Dentro de grupos	20	1188,536	59,427		
Total	23	1947,291			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	490916,298	1	490916,298	1632,5	0,000
Trat	3300,603	3	1100,201	3,659	**0,030**
Error	6014,184	20	300,709		

Ca/Fe

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
Q	251	213	185	255	225	205	**223a**
Q+SH	146	252	222	224	169	174	**198a**
Q+AA	182	205	264	185	170	210	**203a**
Q+AA2	168	182	257	190	158	196	**192a**
MUESTREO Ⅱ							***MEDIAS***
Q	144	167	165	211	206	222	**186b**
Q+SH	161	131	148	142	149	135	**144a**
Q+AA	149	149	129	173	157	200	**159ab**
Q+AA2	152	125	112	187	143	168	**148a**
MUESTREO Ⅲ							***MEDIAS***
Q	203	159	174	175	178	171	**177a**
Q+SH	162	131	178	154	110	156	**149a**
Q+AA	152	129	138	144	137	182	**147a**
Q+AA2	141	177	237	128	190	154	**171a**

MEDIDAS REPETIDAS				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	195b	**164a**	**170a**	**170a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	3220,337	1073,436	0,903	**0,457**
Dentro de grupos	20	23780,639	1189,032		
Total	23	27000,946			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	6441,492	2147,164	3,495	**0,035**
Dentro de grupos	20	12288,698	614,435		
Total	23	18730,190			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	4163,962	1387,987	2,048	**0,139**
Dentro de grupos	20	13551,591	677,580		
Total	23	17715,553			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	2195949,190	1	2195949,190	3029,7	0,000
Trat	10517,253	3	3505,751	4,837	**0,011**
Error	14496,246	20	724,812		

P/Fe

MUESTREO I	**REPETICIONES**						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
Q	114	115	111	114	118	115	**115a**
Q+SH	87	99	100	115	92	127	**103a**
Q+AA	81	102	96	98	82	91	**92a**
Q+AA2	88	93	134	105	79	111	**102a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
Q	16	19	16	22			**18a**
Q+SH	17	16	18	22			**18a**
Q+AA	18	20	17	20			**19a**
Q+AA2	15	16	20	20			**18a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
Q	13	11	13	12	14	13	**13b**
Q+SH	8,8	8,5	10	9,0	8,8	13	**10a**
Q+AA	9,1	10	9,4	10	10	12	**10a**
Q+AA2	7,6	12	15	15	16	12	**13b**

MEDIDAS REPETIDAS				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	49a	**44a**	**40a**	**44a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	1588,681	529,560	3,052	**0,052**
Dentro de grupos	20	3470,795	173,540		
Total	23	5059,476			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	2,258	0,753	0,119	**0,947**
Dentro de grupos	12	75,730	6,311		
Total	15	77,988			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	53,584	17,861	5,175	**0,008**
Dentro de grupos	20	69,023	3,451		
Total	23	122,607			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	139975,664	1	139975,664	1853,9	0,000
Trat	634,903	3	211,634	2,803	**0,066**
Error	1510,056	20	75,503		

Mn/Fe

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
Q	3,0	2,2	2,4	3,0	2,5	2,0	**2,5a**
Q+SH	1,9	2,8	2,5	2,3	2,1	2,0	**2,3a**
Q+AA	2,1	3,2	3,0	1,9	1,5	1,7	**2,2a**
Q+AA2	1,7	1,9	3,2	2,3	2,2	2,5	**2,3a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
Q	1,8	1,6	1,7	1,7	2,3	2,2	**1,9b**
Q+SH	1,8	1,4	1,6	1,3	1,5	1,4	**1,5a**
Q+AA	1,7	1,5	1,6	1,8	1,6	1,4	**1,6a**
Q+AA2	1,6	1,4	1,6	2,1	1,5	1,8	**1,7ab**
MUESTREO III							***MEDIAS***
Q	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4	**1,5a**
Q+SH	1,5	1,3	1,5	1,3	1,0	1,3	**1,3a**
Q+AA	1,4	1,3	1,5	1,1	1,0	1,4	**1,3a**
Q+AA2	1,2	1,7	2,1	1,2	1,6	1,3	**1,5a**

MEDIDAS REPETIDAS				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	2,0a	**1,7a**	**1,7a**	**1,8a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	0,320	0,107	0,403	**0,752**
Dentro de grupos	20	5,287	0,264		
Total	23	5,607			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	0,556	0,185	4,061	**0,021**
Dentro de grupos	20	0,914	4,568 E-02		
Total	23	1,470			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	0,244	8,149 E-02	1,686	**0,202**
Dentro de grupos	20	0,967	4,835 E-02		
Total	23	1,211			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	234,075	1	234,075	1762,0	0,000
Trat	0,931	3	0,310	2,335	**0,105**
Error	2,657	20	0,133		

Zn/Fe

MUESTREO I	**REPETICIONES**						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
Q	0,37	0,38	0,66	0,81	0,69	0,53	**0,57a**
Q+SH	0,27	0,35	0,69	0,62	0,58	0,52	**0,51a**
Q+AA	0,37	0,41	0,85	0,49	0,39	0,45	**0,49a**
Q+AA2	0,29	0,43	0,90	0,61	0,63	0,69	**0,59a**
MUESTREO Ⅱ							***MEDIAS***
Q	0,19	0,20	0,18	0,23	0,26	0,20	**0,21a**
Q+SH	0,19	0,25	0,20	0,22	0,20	0,17	**0,20a**
Q+AA	0,20	0,20	0,20	0,27	0,25	0,21	**0,22a**
Q+AA2	0,19	0,20	0,21	0,25	0,20	0,23	**0,21a**
MUESTREO Ⅲ							***MEDIAS***
Q	0,19	0,16	0,22	0,22	0,21	0,21	**2,0a**
Q+SH	0,16	0,12	0,21	0,16	0,13	0,17	**1,6a**
Q+AA	0,17	0,17	0,16	0,16	0,14	0,19	**1,6a**
Q+AA2	0,14	0,23	0,25	0,16	0,23	0,17	**2,0a**

MEDIDAS REPETIDAS				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	3,3a	**2,9a**	**2,9a**	**3,3a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	4,316E-02	1,439 E-02	0,425	**0,737**
Dentro de grupos	20	0,677	3,384 E-02		
Total	23	0,720			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	1,032 E-03	3,440 E-04	0,442	**0,725**
Dentro de grupos	20	1,555 E-02	7,776 E-04		
Total	23	1,658 E-02			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	8,884 E-03	2,961 E-03	3,030	**0,053**
Dentro de grupos	20	1,954 E-02	9,771 E-04		
Total	23	2,843 E-02			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	6,976	1	6,976	497,9	0,000
Trat	2,939 E-02	3	9,798 E-03	0,699	**0,563**
Error	0,280	20	1,401 E-02		

Cu/Fe

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
Q	0,28	0,26	0,25	0,41	0,19	0,15	**0,26a**
Q+SH	0,19	0,19	0,27	0,22	0,14	0,23	**0,21a**
Q+AA	0,24	0,31	0,25	0,28	0,15	0,17	**0,23a**
Q+AA2	0,20	0,21	0,30	0,25	0,15	0,22	**0,22a**
MUESTREO Ⅱ							***MEDIAS***
Q	0,10	0,085	0,092	0,13	0,14	0,13	**0,11a**
Q+SH	0,13	0,081	0,091	0,10	0,10	0,082	**0,10a**
Q+AA	0,10	0,10	0,083	0,13	0,093	0,088	**0,10a**
Q+AA2	0,087	0,084	0,083	0,13	0,082	0,078	**0,09a**
MUESTREO Ⅲ							***MEDIAS***
Q	0,075	0,11	0,10	0,13	0,11	0,038	**0,09a**
Q+SH	0,10	0,089	0,063	0,095	0,076	0,033	**0,08a**
Q+AA	0,10	0,11	0,092	0,11	0,11	0,039	**0,09a**
Q+AA2	0,090	0,14	0,13	0,10	0,10	0,036	**0,10a**

MEDIDAS REPETIDAS				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	0,15a	**0,13a**	**0,14a**	**0,14a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	8,017 E-03	2,672 E-03	0,652	**0,591**
Dentro de grupos	20	8,203 E-02	4,101 E-03		
Total	23	9,004 E-02			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	1,329 E-03	4,430 E-04	1,198	**0,336**
Dentro de grupos	20	7,395 E-03	3,698 E-04		
Total	23	8,724 E-03			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	1,547 E-03	5,157 E-04	0,547	**0,656**
Dentro de grupos	20	1,885 E-02	9,423 E-04		
Total	23	2,039 E-02			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	1,414	1	1,414	593,97	0,000
Trat	6,595 E-03	3	2,198 E-03	0,923	**0,448**
Error	4,763 E-02	20	2,381 E-03		

VIII.3.3. Ensayo introductorio en uva de mesa. Relaciones entre nutrientes distintos al hierro.

K/Mg

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
Q	2,3	3,1	2,9	2,9	2,5	2,4	**2,7a**
Q+SH	2,8	2,0	3,1	2,4	2,6	2,5	**2,6a**
Q+AA	3,4	3,1	1,8	2,9	2,8	1,9	**2,7a**
Q+AA2	3,3	1,6	2,5	3,1	2,9	2,4	**2,6a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
Q	1,0	0,98	0,95	0,80	1,1	0,88	**1,0a**
Q+SH	1,0	1,1	0,92	0,90	1,0	1,1	**1,0a**
Q+AA	1,2	1,2	1,0	0,97	1,0	0,92	**1,1a**
Q+AA2	0,81	1,2	0,95	1,0	0,77	0,89	**1,0a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
Q	1,1	1,6	1,3	1,2	1,1	1,2	**1,2a**
Q+SH	0,88	1,6	1,0	1,1	1,3	1,0	**1,1a**
Q+AA	0,96	1,4	1,8	1,2	0,97	1,1	**1,2a**
Q+AA2	1,0	1,5	1,2	1,4	1,1	1,3	**1,3a**

MEDIDAS REPETIDAS				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	1,6a	**1,6a**	**1,7a**	**1,6a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	6,123 E-02	2,041 E-02	0,078	**0,971**
Dentro de grupos	20	5,233	0,262		
Total	23	5,294			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	5,810 E-02	1,937 E-02	1,451	**0,258**
Dentro de grupos	20	0,267	1,335 E-02		
Total	23	0,325			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	4,801 E-02	1,600 E-02	0,261	**0,853**
Dentro de grupos	20	1,227	6,136 E-02		
Total	23	1,275			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	187,562	1	187,562	2476,8	0,000
Trat	6,558 E-02	3	2,186 E-02	0,289	**0,833**
Error	1,515	20	7,573 E-02		

K/Ca

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
Q	0,72	0,88	0,92	0,91	0,77	0,73	**0,82a**
Q+SH	0,89	0,52	0,84	0,73	0,80	0,84	**0,77a**
Q+AA	0,93	1,03	0,52	0,88	0,84	0,56	**0,79a**
Q+AA2	0,93	0,66	0,78	0,98	0,90	0,79	**0,84a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
Q	0,26	0,23	0,24	0,19	0,31	0,24	**0,24a**
Q+SH	0,24	0,28	0,25	0,24	0,24	0,30	**0,26a**
Q+AA	0,30	0,32	0,27	0,26	0,28	0,19	**0,27a**
Q+AA2	0,20	0,31	0,31	0,26	0,22	0,24	**0,25a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
Q	0,28	0,33	0,30	0,31	0,28	0,27	**0,30a**
Q+SH	0,19	0,34	0,24	0,24	0,29	0,24	**0,26a**
Q+AA	0,23	0,33	0,35	0,30	0,25	0,27	**0,29a**
Q+AA2	0,22	0,36	0,26	0,34	0,27	0,28	**0,29a**

MEDIDAS REPETIDAS				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	0,45a	**0,43a**	**0,45a**	**0,46a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	1,606 E-02	5,354 E-03	0,255	**0,857**
Dentro de grupos	20	0,420	2,099 E-02		
Total	23	0,436			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	2,366 E-03	7,888 E-04	0,507	**0,682**
Dentro de grupos	20	3,110 E-02	1,555 E-03		
Total	23	3,347 E-02			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	5,197 E-03	1,732 E-03	0,855	**0,481**
Dentro de grupos	20	4,054 E-02	2,027 E-03		
Total	23	5,574 E-02			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	14,495	1	14,495	2066,2	0,000
Trat	1,048 E-02	3	3,495 E-03	0,498	**0,688**
Error	0,140	20	7,015 E-03		

K/Na

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
Q	31	58	39	33	39	18	**36a**
Q+SH	18	112	67	60	15	26	**50a**
Q+AA	13	19	101	22	11	34	**33a**
Q+AA2	4,1	49	62	32	22	22	**32a**
MUESTREO Ⅱ							***MEDIAS***
Q	4,8	4,9	5,2	4,7	5,1	4,9	**4,9a**
Q+SH	5,2	5,1	5,1	5,1	5,0	5,9	**5,2a**
Q+AA	5,5	5,9	5,3	5,3	5,4	5,1	**5,4a**
Q+AA2	4,2	5,8	4,3	5,3	4,6	4,8	**4,8a**
MUESTREO Ⅲ							***MEDIAS***
Q	2,3	3,0	2,2	1,8	2,9	2,3	**2,4a**
Q+SH	1,9	4,9	2,4	2,9	2,4	2,5	**2,8a**
Q+AA	1,6	3,1	6,9	2,5	1,4	2,1	**2,9a**
Q+AA2	1,6	3,9	3,4	3,4	2,2	2,2	**2,8a**

MEDIDAS REPETIDAS				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	15a	**19a**	**14a**	**13a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	1205,331	401,777	0,507	**0,682**
Dentro de grupos	20	15846,406	792,320		
Total	23	17051,737			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	1,374	0,458	3,062	**0,052**
Dentro de grupos	20	2,992	0,150		
Total	23	4,367			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	0,967	0,322	0,203	**0,893**
Dentro de grupos	20	31,834	1,592		
Total	23	32,801			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	16550,892	1	16550,892	58,166	0,000
Trat	413,650	3	137,883	0,485	**0,697**
Error	5690,870	20	284,543		

Ca/Mg

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
Q	3,2	3,5	3,2	3,2	3,3	3,3	**3,3a**
Q+SH	3,2	3,9	3,6	3,3	3,2	2,9	**3,3a**
Q+AA	3,7	3,0	3,4	3,3	3,3	3,5	**3,4a**
Q+AA2	3,6	2,4	3,2	3,2	3,2	3,0	**3,1a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
Q	3,9	4,3	4,0	4,2	3,6	3,7	**3,9a**
Q+SH	4,2	4,1	3,8	3,8	4,3	3,6	**4,0a**
Q+AA	3,9	3,8	3,8	3,7	3,7	4,9	**4,0a**
Q+AA2	4,0	3,8	3,1	3,9	3,6	3,7	**3,7a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
Q	4,0	4,8	4,3	3,9	3,9	4,3	**4,2a**
Q+SH	4,5	4,8	4,1	4,4	4,5	4,2	**4,4a**
Q+AA	4,1	4,3	5,0	4,0	3,9	4,1	**4,2a**
Q+AA2	4,6	4,3	4,6	4,2	4,0	4,5	**4,4a**

MEDIDAS REPETIDAS				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	3,8a	**3,9a**	**3,8a**	**3,7a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	0,249	8,292 E-02	1,014	**0,407**
Dentro de grupos	20	1,636	8,181 E-02		
Total	23	1,885			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	0,329	0,110	0,988	**0,418**
Dentro de grupos	20	2,220	0,111		
Total	23	2,549			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	0,185	6,165 E-02	0,652	**0,591**
Dentro de grupos	20	1,890	9,448 E-02		
Total	23	2,074			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	1050,378	1	1050,378	8192,2	0,000
Trat	0,339	3	0,113	0,882	**0,467**
Error	2,564	20	0,128		

Mn/Zn

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
Q	8,2	5,8	3,7	3,7	3,7	3,8	**4,8a**
Q+SH	6,9	8,0	3,6	3,8	3,7	3,8	**5,0a**
Q+AA	5,8	7,8	3,5	3,8	3,9	3,8	**4,8a**
Q+AA2	5,9	4,5	3,6	3,7	3,6	3,6	**4,2a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
Q	9,2	8,1	9,5	7,7	8,6	11	**9,0a**
Q+SH	9,6	5,5	7,7	6,0	7,8	8,0	**7,4a**
Q+AA	8,3	7,5	7,9	6,9	6,2	6,9	**7,3a**
Q+AA2	8,7	7,0	7,7	8,3	7,6	8,0	**7,9a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
Q	8,0	9,4	7,0	7,1	6,9	6,8	**7,5a**
Q+SH	9,4	12	7,1	8,2	8,1	7,4	**8,6a**
Q+AA	8,3	7,7	9,4	6,6	7,4	7,5	**7,8a**
Q+AA2	8,4	7,1	8,5	7,4	7,1	7,5	**7,7a**

MEDIDAS REPETIDAS				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	7,1a	**7,0a**	**6,6a**	**6,6a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	2,255	0,752	0,270	**0,846**
Dentro de grupos	20	55,622	2,781		
Total	23	57,877			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	11,237	3,746	3,302	**0,041**
Dentro de grupos	20	22,688	1,134		
Total	23	33,925			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	4,178	1,393	1,112	**0,368**
Dentro de grupos	20	25,057	1,253		
Total	23	29,235			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	3355,713	1	3355,713	1389,8	0,000
Trat	3,989	3	1,330	0,551	**0,654**
Error	48,289	20	2,414		

Na/Ca

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
Q	0,023	0,015	0,024	0,028	0,020	0,040	**0,025a**
Q+SH	0,050	0,0046	0,013	0,012	0,053	0,033	**0,027a**
Q+AA	0,073	0,055	0,0052	0,040	0,078	0,016	**0,045a**
Q+AA2	0,227	0,014	0,013	0,031	0,036	0,042	**0,060a**
MUESTREO Ⅱ							***MEDIAS***
Q	0,053	0,047	0,046	0,041	0,060	0,048	**0,049a**
Q+SH	0,046	0,055	0,048	0,047	0,047	0,052	**0,049a**
Q+AA	0,054	0,055	0,052	0,050	0,052	0,037	**0,050a**
Q+AA2	0,049	0,053	0,071	0,049	0,047	0,051	**0,053a**
MUESTREO Ⅲ							***MEDIAS***
Q	0,13	0,11	0,13	0,17	0,10	0,12	**0,13a**
Q+SH	0,10	0,069	0,10	0,085	0,12	0,10	**0,10a**
Q+AA	0,15	0,11	0,051	0,12	0,18	0,13	**0,12a**
Q+AA2	0,13	0,092	0,076	0,10	0,12	0,13	**0,11a**

MEDIDAS REPETIDAS				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	0,067a	**0,057a**	**0,073a**	**0,074a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	4,894 E-03	1,631 E-03	0,795	**0,511**
Dentro de grupos	20	4,106 E-02	2,053 E-03		
Total	23	4,595 E-02			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	7,190 E-05	2,397 E-05	0,541	**0,660**
Dentro de grupos	20	8,857 E-04	4,429 E-05		
Total	23	9,576 E-04			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	3,714 E-03	1,238 E-03	1,496	**0,246**
Dentro de grupos	20	1,655 E-02	8,273 E-04		
Total	23	2,026 E-02			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	0,330	1	0,330	249,39	0,000
Trat	3,142 E-03	3	1,047 E-03	0,792	**0,512**
Error	2,644 E-02	20	1,322 E-03		

P/Zn

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
Q	310	305	169	141	172	217	**219a**
Q+SH	316	279	144	185	158	244	**221a**
Q+AA	221	250	113	198	213	203	**199a**
Q+AA2	300	217	149	171	125	160	**187a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
Q	82	93	86	97	90	90	**90a**
Q+SH	93	61	92	100	86	87	**87a**
Q+AA	88	97	84	74	86	86	**86a**
Q+AA2	80	77	97	78	83	83	**83a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
Q	68	70	60	55	69	63	**64a**
Q+SH	57	73	49	56	68	73	**62a**
Q+AA	55	61	59	58	77	63	**62a**
Q+AA2	54	53	63	93	67	68	**66a**

MEDIDAS REPETIDAS				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	124a	**123a**	**116a**	**112a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	4732,017	1577,639	0,388	**0,763**
Dentro de grupos	20	81242,423	4062,121		
Total	23	85975,340			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	135,564	45,188	0,595	**0,625**
Dentro de grupos	20	1518,323	75,916		
Total	23	1653,887			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	66,604	22,201	0,217	**0,884**
Dentro de grupos	20	2049,676	102,484		
Total	23	2116,280			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	1017644,705	1	1017644,705	759,59	0,000
Trat	1856,783	3	618,928	0,462	**0,712**
Error	26794,607	20	1339,730		

Cu/Mn

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
Q	0,093	0,12	0,10	0,14	0,073	0,077	**0,10a**
Q+SH	0,10	0,066	0,11	0,095	0,067	0,11	**0,092a**
Q+AA	0,11	0,096	0,085	0,15	0,10	0,10	**0,11a**
Q+AA2	0,12	0,11	0,094	0,11	0,067	0,90	**0,098a**
MUESTREO Ⅱ							***MEDIAS***
Q	0,054	0,052	0,053	0,073	0,062	0,057	**0,058a**
Q+SH	0,076	0,059	0,058	0,075	0,067	0,061	**0,066a**
Q+AA	0,060	0,068	0,052	0,070	0,059	0,061	**0,062a**
Q+AA2	0,054	0,059	0,052	0,061	0,054	0,043	**0,054a**
MUESTREO Ⅲ							***MEDIAS***
Q	0,049	0,072	0,063	0,083	0,078	0,027	**0,062a**
Q+SH	0,072	0,066	0,042	0,072	0,073	0,026	**0,058a**
Q+AA	0,074	0,083	0,062	0,103	0,105	0,027	**0,076a**
Q+AA2	0,076	0,084	0,060	0,085	0,060	0,026	**0,065a**

MEDIDAS REPETIDAS				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	0,074a	**0,072a**	**0,082a**	**0,072a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	7,644 E-04	2,548 E-04	0,524	**0,671**
Dentro de grupos	20	9,727 E-03	4,863 E-04		
Total	23	1,049 E-02			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	4,548 E-04	1,516 E-04	2,916	**0,059**
Dentro de grupos	20	1,040 E-03	5,198 E-05		
Total	23	1,494 E-03			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	1,000 E-03	3,335 E-04	0,620	**0,610**
Dentro de grupos	20	1,076 E-02	5,379 E-04		
Total	23	1,176 E-02			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	0,404	1	0,404	725,6	0,000
Trat	1,132 E-03	3	3,774 E-04	0,678	**0,576**
Error	1,114 E-02	20	5,570 E-04		

Cu/Zn

MUESTREO I	**REPETICIONES**						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
Q	0,77	0,69	0,38	0,51	0,27	0,29	**0,48a**
Q+SH	0,70	0,53	0,39	0,36	0,25	0,44	**0,44a**
Q+AA	0,65	0,75	0,30	0,58	0,39	0,38	**0,51a**
Q+AA2	0,70	0,49	0,33	0,41	0,24	0,33	**0,42a**
MUESTREO Ⅱ							***MEDIAS***
Q	0,50	0,42	0,51	0,56	0,53	0,62	**0,52a**
Q+SH	0,72	0,32	0,45	0,45	0,52	0,48	**0,49a**
Q+AA	0,50	0,51	0,41	0,48	0,37	0,42	**0,45a**
Q+AA2	0,47	0,42	0,40	0,51	0,41	0,34	**0,42a**
MUESTREO Ⅲ							***MEDIAS***
Q	0,40	0,68	0,44	0,59	0,54	0,19	**0,47a**
Q+SH	0,68	0,77	0,30	0,59	0,58	0,19	**0,52a**
Q+AA	0,62	0,64	0,58	0,68	0,78	0,21	**0,58a**
Q+AA2	0,64	0,60	0,51	0,63	0,42	0,20	**0,50a**

MEDIDAS REPETIDAS				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	0,49a	**0,48a**	**0,51a**	**0,45a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	2,962 E-02	9,873 E-03	0,316	**0,814**
Dentro de grupos	20	0,625	3,127 E-02		
Total	23	0,655			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	3,494 E-02	1,165 E-02	1,657	**0,208**
Dentro de grupos	20	0,141	7,028 E-03		
Total	23	0,175			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	4,136 E-02	1,379 E-02	0,373	**0,773**
Dentro de grupos	20	0,739	3,697 E-02		
Total	23	0,781			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	16,862	1	16,825	465,4	0,000
Trat	4,089 E-02	3	1,363 E-02	0,376	**0,771**
Error	0,725	20	3,623 E-02		

Mn/Ca

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
Q	0,012	0,010	0,013	0,012	0,011	0,0098	**0,011a**
Q+SH	0,013	0,011	0,011	0,010	0,013	0,011	**0,012a**
Q+AA	0,012	0,016	0,011	0,010	0,0088	0,0081	**0,011a**
Q+AA2	0,010	0,011	0,013	0,012	0,014	0,013	**0,012a**
MUESTREO Ⅱ							***MEDIAS***
Q	0,012	0,0099	0,010	0,0082	0,011	0,010	**0,010a**
Q+SH	0,011	0,011	0,011	0,0093	0,010	0,010	**0,010a**
Q+AA	0,011	0,010	0,012	0,011	0,0099	0,0072	**0,010a**
Q+AA2	0,011	0,011	0,014	0,011	0,011	0,011	**0,012a**
MUESTREO Ⅲ							***MEDIAS***
Q	0,0074	0,0096	0,0089	0,0088	0,0080	0,0082	**0,0085a**
Q+SH	0,0090	0,0102	0,0084	0,0086	0,0095	0,0081	**0,0090a**
Q+AA	0,0091	0,010	0,011	0,0075	0,0074	0,0079	**0,0088a**
Q+AA2	0,0084	0,0094	0,0088	0,0093	0,0085	0,0085	**0,0088a**

MEDIDAS REPETIDAS				
MEDIAS	Q	Q + SH	Q + AA	Q + AA2
	0,010a	**0,010a**	**0,010a**	**0,011a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	3	4,497 E-06	1,499 E-06	0,512	**0,679**
Dentro de grupos	20	5,859 E-05	2,929 E-06		
Total	23	6,308 E-05			
MUESTREO II					
Entre grupos	3	6,442 E-06	2,147 E-06	1,182	**0,342**
Dentro de grupos	20	3,632 E-05	1,816 E-06		
Total	23	4,276 E-05			
MUESTREO III					
Entre grupos	3	8,003 E-07	2,668 E-07	0,321	**0,810**
Dentro de grupos	20	1,664 E-05	8,318 E-07		
Total	23	1,744 E-05			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	7,626 E-03	1	7,626 E-03	2619,1	0,000
Trat	7,477 E-06	3	2,492 E-06	0,856	**0,480**
Error	5,824 E-05	20	2,912 E-06		

VIII.3.4. Ensayo introductorio en uva de mesa. Parámetros de calidad de los frutos.

Diámetro ecuatorial (Øe mm)	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
Q	22	19	18	22	22	19	**20a**
Q+SH	23	20	20	20	20	19	**20a**
Q+AA	19	20	19	20	20	21	**20a**
Q+AA2	19	19	19	22	24	20	**21a**
Diámetro polar (Øp mm)							***MEDIAS***
Q	26	20	24	21	25	23	**23a**
Q+SH	24	25	27	24	24	24	**25a**
Q+AA	27	27	25	25	27	26	**26a**
Q+AA2	24	24	25	29	19	22	**24a**
Øe/Øp							***MEDIAS***
Q	0,85	0,95	0,75	1,05	0,88	0,83	**0,88a**
Q+SH	0,96	0,80	0,74	0,83	0,83	0,79	**0,83a**
Q+AA	0,70	0,74	0,76	0,80	0,74	0,81	**0,76a**
Q+AA2	0,79	0,79	0,76	0,76	1,26	0,91	**0,88a**
Gramos/grano							***MEDIAS***
Q	11	7	8	7	7	8	**8,1a**
Q+SH	10	9	9	10	8	10	**9,1a**
Q+AA	10	9	8	8	10	8	**8,9a**
Q+AA2	8	9	8	9	8	9	**8,6a**
Racimos por cepa							***MEDIAS***
Q	12	16	19	15	13	19	**8,1a**
Q+SH	19	17	15	14	17	17	**9,1a**
Q+AA	19	18	17	12	20	16	**8,9a**
Q+AA2	20	17	15	16	22	17	**8,6a**
Sólidos solubles totales (ºBrix)							***MEDIAS***
Q	18	20	19	17	19	19	**19a**
Q+SH	20	18	29	19	19	20	**19a**
Q+AA	17	17	21	19	18	18	**18a**
Q+AA2	17	19	18	20	19	20	**19a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
Diámetro ecuatorial (Øe mm)					
Entre grupos	3	1,500	0,500	0,196	**0,898**
Dentro de grupos	20	51,000	2,550		
Total	23	52,500			
Diámetro polar (Øp mm)					
Entre grupos	3	30,125	10,042	2,140	**0,127**
Dentro de grupos	20	93,833	4,692		
Total	23	123,958			
Øe/Øp					
Entre grupos	3	6,084 E-02	2,028 E-02	1,445	**0,260**
Dentro de grupos	20	0,281	1,404 E-02		
Total	23	0,342			
Gramos/grano					
Entre grupos	3	3,769	1,256	1,349	**0,287**
Dentro de grupos	20	18,628	0,931		
Total	23	22,397			
Racimos por cepa					
Entre grupos	3	15,216	5,072	0,763	**0,528**
Dentro de grupos	20	133,010	6,651		
Total	23	148,227			
Sólidos solubles totales (ºBrix)					
Entre grupos	3	1,423	0,474	0,435	**0,731**
Dentro de grupos	20	21,830	1,091		
Total	23	23,253			

VIII.4. Ensayo de dosis en tomate.

VIII.4.1. Ensayo de dosis en tomate. Nutrientes.

SODIO (%)

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
100% Q	0,57	0,59	0,47	0,49	0,39	**0,50a**
83%Q + 17%SH	0,58	0,46	0,52	0,48	0,49	**0,51a**
67%Q + 33%SH	0,72	0,49	0,39	0,44	0,44	**0,49a**
50%Q + 50%SH	0,50	0,53	0,45	0,39	0,43	**0,46a**
33%Q + 67%SH	0,49	0,46	0,53	0,48	0,41	**0,47a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	0,62	0,76	0,68	0,52	0,55	**0,63b**
83%Q + 17%SH	0,54	0,45	0,39	0,57	0,39	**0,47a**
67%Q + 33%SH	0,46	0,46	0,52	0,56	0,46	**0,49a**
50%Q + 50%SH	0,50	0,49	0,48	0,50	0,45	**0,48a**
33%Q + 67%SH	0,45	0,46	0,53	0,57	0,42	**0,49a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	0,59	0,56	0,56	0,53	0,54	**0,55b**
83%Q + 17%SH	0,57	0,52	0,52	0,45	0,46	**0,50ab**
67%Q + 33%SH	0,62	0,47	0,51	0,58	0,54	**0,54b**
50%Q + 50%SH	0,50	0,46	0,57	0,49	0,44	**0,49ab**
33%Q + 67%SH	0,44	0,43	0,50	0,48	0,45	**0,46a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	0,55a	**0,49a**	**0,51a**	**0,48a**	**0,47a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	7,044 E-03	1,761 E-03	0,283	**0,885**
Dentro de grupos	20	0,124	6,219 E-03		
Total	24	0,131			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	8,320 E-02	2,080 E-02	4,590	**0,009**
Dentro de grupos	20	9,063 E-02	4,532 E-03		
Total	24	0,174			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	2,893 E-02	7,234 E-03	3,800	**0,019**
Dentro de grupos	20	3,807 E-02	1,903 E-03		
Total	24	6,700 E-02			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	18,874	1	18,874	2126,3	0,000
Trat	6,230 E-02	4	1,558 E-02	1,755	**0,178**
Error	0,178	20	8,876 E-03		

POTASIO (%)

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
100% Q	1,6	1,8	1,4	1,6	1,5	**1,6a**
83%Q + 17%SH	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	**1,5a**
67%Q + 33%SH	1,6	1,6	1,9	1,5	1,3	**1,6a**
50%Q + 50%SH	1,7	1,5	1,6	1,5	1,8	**1,6a**
33%Q + 67%SH	1,4	2,0	1,4	1,3	1,4	**1,5a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	1,7	1,8	1,6	1,9	1,8	**1,8a**
83%Q + 17%SH	1,8	1,9	1,7	1,6	1,4	**1,7a**
67%Q + 33%SH	1,8	1,8	1,9	1,7	1,8	**1,8a**
50%Q + 50%SH	1,7	1,7	1,5	1,6	2,2	**1,7a**
33%Q + 67%SH	1,6	1,8	1,9	1,8	1,9	**1,8a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	2,0	1,7	2,0	1,9	2,2	**2,0a**
83%Q + 17%SH	1,7	2,0	2,0	1,9	1,8	**1,9a**
67%Q + 33%SH	1,9	1,8	1,8	1,9	1,9	**1,9a**
50%Q + 50%SH	1,8	2,1	2,1	1,9	2,3	**2,0a**
33%Q + 67%SH	1,7	1,9	2,0	2,0	2,0	**1,9a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	1,8a	**1,7a**	**1,7a**	**1,8a**	**1,7a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	5,788 E-02	1,447 E-02	0,464	**0,762**
Dentro de grupos	20	0,624	3,121 E-02		
Total	24	0,682			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	4,400 E-02	1,100 E-02	0,361	**0,833**
Dentro de grupos	20	0,609	3,046 E-02		
Total	24	0,653			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	9,295 E-02	2,324 E-02	1,025	**0,418**
Dentro de grupos	20	0,453	2,267 E-02		
Total	24	0,546			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	228,569	1	228,569	5885,9	0,000
Trat	0,106	4	2,638 E-02	0,679	**0,614**
Error	0,777	20	3,883 E-02		

CALCIO (%)

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
100% Q	5,7	6,0	6,3	6,8	6,5	**6,2a**
83%Q + 17%SH	6,4	6,0	6,1	6,0	6,2	**6,1a**
67%Q + 33%SH	6,2	6,1	5,9	5,8	6,5	**6,1a**
50%Q + 50%SH	5,6	6,2	6,3	6,0	6,2	**6,1a**
33%Q + 67%SH	6,2	6,0	6,8	6,2	6,6	**6,4a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	6,8	6,1	6,9	6,0	6,0	**6,3b**
83%Q + 17%SH	6,1	5,9	5,8	6,2	5,4	**5,9a**
67%Q + 33%SH	6,4	6,4	6,4	6,6	6,3	**6,4b**
50%Q + 50%SH	6,8	6,5	6,5	6,3	6,8	**6,6b**
33%Q + 67%SH	6,5	6,0	6,5	6,7	6,4	**6,4b**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	6,3	6,4	6,2	6,3	5,5	**6,1a**
83%Q + 17%SH	6,1	6,3	6,0	6,3	5,7	**6,1a**
67%Q + 33%SH	6,6	6,6	7,0	6,7	6,6	**6,7b**
50%Q + 50%SH	6,9	6,6	6,7	6,8	6,6	**6,7b**
33%Q + 67%SH	6,6	6,7	6,6	6,7	6,8	**6,7b**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	6,2b	**6,0a**	**6,4bc**	**6,4c**	**6,5c**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	0,294	7,357 E-02	0,779	**0,552**
Dentro de grupos	20	1,889	9,446 E-02		
Total	24	2,184			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	1,423	0,356	3,952	**0,016**
Dentro de grupos	20	1,800	9,001 E-02		
Total	24	3,223			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	2,166	0,542	10,410	**0,000**
Dentro de grupos	20	1,040	5,202 E-02		
Total	24	3,207			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	3001,016	1	3001,016	48612	0,000
Trat	2,234	4	0,558	9,045	**0,000**
Error	1,235	20	6,173 E-02		

MAGNESIO (%)

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
100% Q	0,73	0,72	0,70	0,74	0,68	**0,71a**
83%Q + 17%SH	0,82	0,73	0,77	0,60	0,60	**0,70a**
67%Q + 33%SH	0,72	0,76	0,63	0,62	0,65	**0,68a**
50%Q + 50%SH	0,69	0,77	0,76	0,57	0,63	**0,68a**
33%Q + 67%SH	0,82	0,58	0,82	0,73	0,72	**0,73a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	0,84	0,72	0,90	0,68	0,60	**0,75a**
83%Q + 17%SH	0,71	0,57	0,68	0,72	0,66	**0,67a**
67%Q + 33%SH	0,64	0,70	0,70	0,75	0,70	**0,70a**
50%Q + 50%SH	0,68	0,73	0,73	0,68	0,75	**0,71a**
33%Q + 67%SH	0,75	0,63	0,78	0,74	0,67	**0,71a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	0,77	0,77	0,75	0,73	0,58	**0,72a**
83%Q + 17%SH	0,69	0,72	0,78	0,76	0,67	**0,73a**
67%Q + 33%SH	0,81	0,75	0,83	0,88	0,85	**0,82b**
50%Q + 50%SH	0,81	0,70	0,75	0,77	0,66	**0,74a**
33%Q + 67%SH	0,68	0,64	0,74	0,73	0,68	**0,69a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	0,73a	**0,70a**	**0,73a**	**0,71a**	**0,71a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	1,126 E-02	2,815 E-03	0,457	**0,766**
Dentro de grupos	20	0,123	6,158 E-03		
Total	24	0,134			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	1,684 E-02	4,209 E-03	0,854	**0,508**
Dentro de grupos	20	9,854 E-02	4,927 E-03		
Total	24	0,115			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	5,019 E-02	1,255 E-02	3,826	**0,018**
Dentro de grupos	20	6,559 E-02	3,280 E-03		
Total	24	0,116			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	38,472	1	38,472	5531,2	0,000
Trat	1,100 E-02	4	2,750 E-03	0,395	**0,610**
Error	0,139	20	6,955 E-03		

FÓSFORO (%)

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
100% Q	0,37	0,43	0,38	0,41	0,40	**0,40a**
83%Q + 17%SH	0,34	0,43	0,37	0,37	0,44	**0,39a**
67%Q + 33%SH	0,42	0,38	0,41	0,42	0,40	**0,41a**
50%Q + 50%SH	0,42	0,44	0,37	0,43	0,38	**0,41a**
33%Q + 67%SH	0,39	0,42	0,37	0,42	0,38	**0,40a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	0,36	0,40	0,33	0,35	0,35	**0,36a**
83%Q + 17%SH	0,38	0,38	0,38	0,45	0,37	**0,39ab**
67%Q + 33%SH	0,41	0,42	0,39	0,47	0,47	**0,43b**
50%Q + 50%SH	0,52	0,42	0,38	0,44	0,41	**0,43b**
33%Q + 67%SH	0,44	0,47	0,38	0,40	0,42	**0,42b**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	0,38	0,37	0,36	0,43	0,36	**0,38a**
83%Q + 17%SH	0,26	0,45	0,322	0,44	0,41	**0,38a**
67%Q + 33%SH	0,42	0,39	0,41	0,39	0,40	**0,40a**
50%Q + 50%SH	0,43	0,46	0,44	0,41	0,42	**0,43a**
33%Q + 67%SH	0,36	0,41	0,38	0,38	0,41	**0,39a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	0,39a	**0,38a**	**0,41a**	**0,42a**	**0,40a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	1,322 E-03	3,305 E-04	0,391	**0,813**
Dentro de grupos	20	1,693 E-02	8,463 E-04		
Total	24	1,825 E-02			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	2,122 E-02	5,304 E-03	3,673	**0,021**
Dentro de grupos	20	2,888 E-02	1,444 E-03		
Total	24	5,010 E-02			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	1,088 E-02	2,721 E-03	1,577	**0,219**
Dentro de grupos	20	3,450 E-02	1,725 E-03		
Total	24	4,538 E-02			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	12,050	1	21,050	4699,3	0,000
Trat	2,077 E-02	4	5,193 E-03	2,025	**0,130**
Error	5,129 E-02	20	2,564 E-03		

HIERRO (ppm)

MUESTREO I	**REPETICIONES**					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
100% Q	140	148	163	168	166	**157a**
83%Q + 17%SH	159	185	179	170	164	**171ab**
67%Q + 33%SH	190	177	194	196	185	**188b**
50%Q + 50%SH	203	166	159	192	161	**176ab**
33%Q + 67%SH	159	164	198	172	168	**172ab**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	199	160	196	188	220	**193a**
83%Q + 17%SH	170	243	217	188	201	**204a**
67%Q + 33%SH	219	219	180	232	178	**206a**
50%Q + 50%SH	240	263	253	249	260	**253b**
33%Q + 67%SH	204	206	164	247	248	**214a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	154	166	168	175	163	**165a**
83%Q + 17%SH	192	199	221	221	217	**210bc**
67%Q + 33%SH	228	212	170	197	210	**203b**
50%Q + 50%SH	230	217	196	203	230	**215bc**
33%Q + 67%SH	219	217	239	239	228	**228c**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	176a	**195b**	**195b**	**215c**	**205bc**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	2532,960	633,240	3,317	**0,031**
Dentro de grupos	20	3,818,000	190,900		
Total	24	6350,960g			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	10766,560	2691,640	4,234	**0,012**
Dentro de grupos	20	12714,000	635,700		
Total	24	23480,560			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	11308,160	2827,040	13,297	**0,000**
Dentro de grupos	20	4252,000	212,600		
Total	24	15560,160			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	2915799,253	1	2915799,25	5144,5	0,000
Trat	12701,147	4	3175,287	5,602	**0,003**
Error	11335,600	20	566,780		

COBRE (ppm)

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
100% Q	19	22	25	23	31	**24a**
83%Q + 17%SH	18	22	22	23	25	**22a**
67%Q + 33%SH	25	28	19	22	20	**23a**
50%Q + 50%SH	19	24	22	21	24	**22a**
33%Q + 67%SH	24	25	23	19	23	**23a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	16	14	15	14	18	**15a**
83%Q + 17%SH	15	17	16	14	18	**16a**
67%Q + 33%SH	15	16	14	14	9	**14a**
50%Q + 50%SH	17	22	21	18	19	**20b**
33%Q + 67%SH	19	18	21	18	18	**18b**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	24	25	24	22	29	**25a**
83%Q + 17%SH	25	28	32	29	28	**28a**
67%Q + 33%SH	33	41	22	22	22	**28a**
50%Q + 50%SH	25	25	26	24	22	**24a**
33%Q + 67%SH	21	22	22	21	22	**22a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	21a	**22a**	**21a**	**22a**	**21a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	15,391	3,848	0,389	**0,814**
Dentro de grupos	20	197,786	9,889		
Total	24	213,178			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	115,458	28,865	7,675	**0,001**
Dentro de grupos	20	75,216	3,761		
Total	24	190,674			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	157,760	39,440	2,165	**0,110**
Dentro de grupos	20	364,400	18,220		
Total	24	522,160			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	34894,436	1	34894,436	1659,5	0,000
Trat	12,501	4	3.125	0,149	**0,961**
Error	420,545	20	21,027		

MANGANESO (ppm)

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
100% Q	68	70	53	69	53	**62a**
83%Q + 17%SH	68	55	39	46	46	**51a**
67%Q + 33%SH	57	55	53	63	57	**57a**
50%Q + 50%SH	70	54	57	51	70	**60a**
33%Q + 67%SH	68	67	54	63	60	**63a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	58	65	54	63	56	**59a**
83%Q + 17%SH	54	62	41	49	37	**49a**
67%Q + 33%SH	52	51	51	65	54	**54a**
50%Q + 50%SH	53	56	54	49	69	**56a**
33%Q + 67%SH	63	62	54	54	61	**59a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	62	78	58	81	73	**71a**
83%Q + 17%SH	63	67	70	65	71	**67a**
67%Q + 33%SH	57	70	55	64	63	**62a**
50%Q + 50%SH	68	58	52	52	86	**63a**
33%Q + 67%SH	46	69	56	58	62	**58a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	64a	**56a**	**58a**	**60a**	**60a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	488,548	122,137	1,879	**0,154**
Dentro de grupos	20	1299,772	64,989		
Total	24	1788,320			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	356,010	89,002	1,930	**0,145**
Dentro de grupos	20	922,532	46,127		
Total	24	1278,542			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	474,928	118,732	1,365	**0,281**
Dentro de grupos	20	1740,032	87,002		
Total	24	2214,960			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	264733,931	1	264733,931	2145,3	0,000
Trat	585,141	4	146,285	1,185	**0,347**
Error	2467,985	20	123,399		

ZINC (ppm)

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
100% Q	32	33	35	32	41	**35a**
83%Q + 17%SH	36	37	33	38	31	**35a**
67%Q + 33%SH	36	31	31	30	33	**32a**
50%Q + 50%SH	35	33	33	31	33	**33a**
33%Q + 67%SH	38	34	30	32	36	**34a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	32	27	30	25	32	**29a**
83%Q + 17%SH	27	25	23	23	30	**26a**
67%Q + 33%SH	24	22	33	24	42	**29a**
50%Q + 50%SH	31	37	41	26	38	**35a**
33%Q + 67%SH	27	30	30	27	30	**29a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	24	31	23	32	31	**28a**
83%Q + 17%SH	23	24	29	25	29	**26a**
67%Q + 33%SH	30	33	33	42	41	**36a**
50%Q + 50%SH	43	29	27	27	60	**37a**
33%Q + 67%SH	23	37	28	32	35	**31a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	31a	**29a**	**32a**	**35a**	**31a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	28,994	7,249	0,903	**0,481**
Dentro de grupos	20	160,632	8,032		
Total	24	189,626			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	201,800	50,450	1,944	**0,142**
Dentro de grupos	20	519,940	25,947		
Total	24	720,740			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	464,249	116,062	1,960	**0,140**
Dentro de grupos	20	1184,178	59,209		
Total	24	1648,427			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	74809,863	1	74809,863	2188,9	0,000
Trat	288,907	4	72,227	2,113	**0,117**
Error	683,549	20	34,177		

VIII.4.2. Ensayo introductorio en tomate. Relaciones del hierro con otros elementos.

K/Fe

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
100% Q	114	122	87	93	90	**101a**
83%Q + 17%SH	89	77	83	88	95	**86a**
67%Q + 33%SH	84	88	97	74	72	**83a**
50%Q + 50%SH	82	87	101	80	113	**92a**
33%Q + 67%SH	90	121	73	78	82	**89a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	85	113	80	101	84	**93a**
83%Q + 17%SH	105	78	79	86	68	**82a**
67%Q + 33%SH	83	82	108	73	94	**88a**
50%Q + 50%SH	71	65	61	64	83	**69a**
33%Q + 67%SH	76	90	113	73	78	**86a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	131	103	121	108	134	**119b**
83%Q + 17%SH	89	101	91	88	84	**91a**
67%Q + 33%SH	83	85	107	96	89	**92a**
50%Q + 50%SH	76	99	107	93	100	**95a**
33%Q + 67%SH	77	89	85	82	88	**85a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	104b	**87a**	**88a**	**85a**	**86a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	955,068	238,767	1,249	**0,322**
Dentro de grupos	20	3822,111	191,106		
Total	24	4777,179			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	1626,939	406,735	2,208	**0,105**
Dentro de grupos	20	3684,672	184,234		
Total	24	5311,611			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	3605,651	901,143	9,467	**0,000**
Dentro de grupos	20	1904,230	95,211		
Total	24	5509,880			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	608945,412	1	608945,412	3221,3	0,000
Trat	3850,850	4	962,713	5,093	**0,005**
Error	3780,754	20	189,038		

Ca/Fe

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
100% Q	410	402	388	402	389	**398c**
83%Q + 17%SH	401	326	341	353	379	**360abc**
67%Q + 33%SH	326	347	204	295	353	**325a**
50%Q + 50%SH	278	372	398	310	288	**349ab**
33%Q + 67%SH	388	364	345	363	395	**371bc**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	341	379	351	317	272	**332a**
83%Q + 17%SH	359	245	266	329	268	**293a**
67%Q + 33%SH	293	293	354	285	356	**316a**
50%Q + 50%SH	283	249	257	252	260	**260a**
33%Q + 67%SH	321	290	393	273	258	**307a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	406	388	370	362	338	**373c**
83%Q + 17%SH	316	316	270	283	262	**289a**
67%Q + 33%SH	287	313	414	340	316	**334bc**
50%Q + 50%SH	299	302	342	336	285	**313ab**
33%Q + 67%SH	301	309	277	282	297	**293ab**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	368a	**314a**	**325a**	**307a**	**324a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	14571,524	3642,881	3,795	**0,019**
Dentro de grupos	20	19198,240	959,912		
Total	24	33769,763			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	14827,206	3706,801	2,242	**0,101**
Dentro de grupos	20	33072,788	1653,639		
Total	24	47899,993			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	23375,128	5843,782	6,559	**0,002**
Dentro de grupos	20	17819,715	890,986		
Total	24	41194,843			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	8050424,507	1	8050424,507	5848,9	0,000
Trat	33253,634	4	8313,409	6,040	**0,002**
Error	27527,913	20	1376,396		

P/Fe

MUESTREO I	**REPETICIONES**					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
100% Q	27	29	23	24	24	**25a**
83%Q + 17%SH	21	23	20	22	27	**23a**
67%Q + 33%SH	22	21	21	21	22	**22a**
50%Q + 50%SH	21	26	23	23	24	**23a**
33%Q + 67%SH	24	26	19	24	23	**23a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	18	25	17	18	16	**19a**
83%Q + 17%SH	22	16	17	24	18	**20a**
67%Q + 33%SH	19	19	22	20	26	**21a**
50%Q + 50%SH	22	16	15	18	16	**17a**
33%Q + 67%SH	22	23	23	16	17	**20a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	24	22	21	24	22	**23b**
83%Q + 17%SH	13	23	15	20	19	**18a**
67%Q + 33%SH	18	18	24	20	19	**20b**
50%Q + 50%SH	19	21	23	20	18	**20b**
33%Q + 67%SH	16	19	16	16	18	**17a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	22a	**20a**	**21a**	**20a**	**20a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	40,575	10,144	2,096	**0,119**
Dentro de grupos	20	96,810	4,841		
Total	24	137,386			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	47,770	11,943	1,162	**0,357**
Dentro de grupos	20	205,479	10,274		
Total	24	253,249			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	106,915	26,729	4,869	**0,007**
Dentro de grupos	20	109,786	5,489		
Total	24	216,701			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	32180,798	1	32180,798	4553,2	0,000
Trat	58,924	4	14,731	2,084	**0,121**
Error	141,354	20	7,068		

Mn/Fe

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
100% Q	0,49	0,47	0,32	0,41	0,32	**4,0a**
83%Q + 17%SH	0,43	0,30	0,22	0,27	0,28	**3,0a**
67%Q + 33%SH	0,30	0,31	0,27	0,32	0,31	**3,0a**
50%Q + 50%SH	0,34	0,33	0,36	0,27	0,44	**3,5a**
33%Q + 67%SH	0,43	0,41	0,27	0,37	0,36	**3,7a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	0,29	0,40	0,28	0,34	0,25	**3,1b**
83%Q + 17%SH	0,32	0,26	0,19	0,26	0,19	**2,4a**
67%Q + 33%SH	0,24	0,23	0,28	0,28	0,30	**2,7ab**
50%Q + 50%SH	0,22	0,21	0,21	0,20	0,27	**2,2a**
33%Q + 67%SH	0,31	0,30	0,33	0,22	0,25	**2,8ab**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	0,40	0,47	0,35	0,47	0,45	**4,3c**
83%Q + 17%SH	0,33	0,34	0,32	0,30	0,33	**3,2b**
67%Q + 33%SH	0,25	0,33	0,32	0,32	0,30	**3,1ab**
50%Q + 50%SH	0,30	0,27	0,26	0,25	0,37	**2,9ab**
33%Q + 67%SH	0,21	0,32	0,24	0,24	0,27	**2,5a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	3,8b	**2,9a**	**2,9a**	**2,9a**	**3,0a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	3,796 E-02	9,490 E-03	2,389	**0,085**
Dentro de grupos	20	7,945 E-02	3,972 E-03		
Total	24	0,117			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	2,441 E-02	6,102 E-03	2,976	**0,044**
Dentro de grupos	20	4,101 E-02	2,050 E-03		
Total	24	6,541 E-02			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	8,316 E-02	2,079 E-02	12,587	**0,000**
Dentro de grupos	20	3,303 E-02	1,652 E-03		
Total	24	0,116			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	7,172	1	7,172	1543,5	0,000
Trat	9,621 E-02	4	2,405 E-02	5,177	**0,005**
Error	9,293 E-02	20	4,646 E-03		

Zn/Fe

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
100% Q	0,23	0,22	0,21	0,19	0,25	**2,2c**
83%Q + 17%SH	0,23	0,20	0,18	0,22	0,19	**2,0bc**
67%Q + 33%SH	0,19	0,18	0,16	0,15	0,18	**1,7a**
50%Q + 50%SH	0,17	0,20	0,20	0,16	0,20	**1,9ab**
33%Q + 67%SH	0,24	0,20	0,15	0,19	0,21	**2,0abc**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	0,16	0,17	0,15	0,13	0,15	**1,5a**
83%Q + 17%SH	0,16	0,11	0,11	0,12	0,15	**1,3a**
67%Q + 33%SH	0,11	0,10	0,19	0,10	0,23	**1,5a**
50%Q + 50%SH	0,13	0,14	0,16	0,10	0,14	**1,4a**
33%Q + 67%SH	0,13	0,15	0,18	0,11	0,12	**1,4a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	0,16	0,19	0,13	0,18	0,19	**1,7a**
83%Q + 17%SH	0,12	0,12	0,13	0,11	0,13	**1,2a**
67%Q + 33%SH	0,13	0,16	0,19	0,21	0,19	**1,8a**
50%Q + 50%SH	0,19	0,13	0,14	0,13	0,26	**1,7a**
33%Q + 67%SH	0,10	0,17	0,12	0,14	0,15	**1,4a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	1,8a	**1,5a**	**1,7a**	**1,7a**	**1,6a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	7,006 E-03	1,751 E-03	3,545	**0,024**
Dentro de grupos	20	9,882 E-03	4,941 E-04		
Total	24	1,689 E-02			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	1,702 E-03	4,255 E-04	0,372	**0,826**
Dentro de grupos	20	2,289 E-02	1,145 E-03		
Total	24	2,459 E-02			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	1,160 E-02	2,900 E-03	2,598	**0,067**
Dentro de grupos	20	2,232 E-02	1,116 E-03		
Total	24	3,392 E-02			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	2,021	1	2,021	1945,5	0,000
Trat	7,084 E-03	4	1,771 E-03	1,705	**0,188**
Error	2,078 E-02	20	1,039 E-03		

Cu/Fe

MUESTREO I	**REPETICIONES**					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
100% Q	0,13	0,15	0,16	0,14	0,19	**1,5a**
83%Q + 17%SH	0,11	0,12	0,12	0,14	0,15	**1,3a**
67%Q + 33%SH	0,13	0,16	0,10	0,11	0,11	**1,2a**
50%Q + 50%SH	0,10	0,14	0,14	0,11	0,15	**1,3a**
33%Q + 67%SH	0,15	0,15	0,11	0,11	0,14	**1,3a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	0,081	0,085	0,077	0,075	0,082	**0,80a**
83%Q + 17%SH	0,089	0,068	0,074	0,075	0,087	**0,79a**
67%Q + 33%SH	0,068	0,073	0,078	0,060	0,051	**0,66a**
50%Q + 50%SH	0,071	0,085	0,083	0,072	0,075	**0,77a**
33%Q + 67%SH	0,091	0,085	0,13	0,071	0,072	**0,89a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	0,16	0,15	0,14	0,13	0,18	**1,5c**
83%Q + 17%SH	0,13	0,14	0,14	0,13	0,13	**1,4bc**
67%Q + 33%SH	0,14	0,19	0,13	0,11	0,10	**1,4bc**
50%Q + 50%SH	0,11	0,12	0,13	0,12	0,10	**1,1ab**
33%Q + 67%SH	0,10	0,10	0,09	0,09	0,10	**0,95a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	1,3a	**1,1a**	**1,1a**	**1,1a**	**1,1a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	2,934 E-03	7,335 E-04	1,693	**0,191**
Dentro de grupos	20	8,668 E-03	4,334 E-04		
Total	24	1,160 E-02			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	1,382 E-03	3,456 E-04	2,184	**0,108**
Dentro de grupos	20	3,165 E-03	1,582 E-04		
Total	24	4,547 E-03			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	9,623 E-03	2,406 E-03	6,443	**0,002**
Dentro de grupos	20	7,467 E-03	3,734 E-04		
Total	24	1,709 E-02			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	0,946	1	0,946	1837,3	0,000
Trat	5,164 E-03	4	1,291 E-03	2,507	**0,075**
Error	1,030 E-02	20	5,149 E-04		

VIII.4.3. Ensayo de dosis en tomate. Relaciones entre nutrientes distintos al hierro.

K/Mg

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
100% Q	2,2	2,5	2,0	2,1	2,2	**2,2a**
83%Q + 17%SH	1,7	2,0	1,9	2,5	2,6	**2,1a**
67%Q + 33%SH	2,2	2,1	3,0	2,3	2,1	**2,3a**
50%Q + 50%SH	2,4	1,9	2,1	2,7	2,9	**2,4a**
33%Q + 67%SH	1,7	3,4	1,8	1,8	1,9	**2,1a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	2,0	2,5	1,7	2,8	3,1	**2,4a**
83%Q + 17%SH	2,5	3,3	2,6	2,3	2,1	**2,5a**
67%Q + 33%SH	2,8	2,6	2,8	2,3	2,4	**2,6a**
50%Q + 50%SH	2,5	2,3	2,1	2,4	2,9	**2,4a**
33%Q + 67%SH	2,1	2,9	2,4	2,4	2,9	**2,5a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	2,6	2,2	2,7	2,6	3,8	**2,8a**
83%Q + 17%SH	2,5	2,8	2,6	2,6	2,7	**2,6a**
67%Q + 33%SH	2,4	2,4	2,2	2,1	2,2	**2,3a**
50%Q + 50%SH	2,2	3,1	2,8	2,5	3,5	**2,8a**
33%Q + 67%SH	2,5	3,0	2,8	2,7	3,0	**2,8a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	2,5a	**2,4a**	**2,4a**	**2,5a**	**2,5a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	0,294	7,351 E-02	0,355	**0,838**
Dentro de grupos	20	4,146	0,207		
Total	24	4,440			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	7,816 E-02	1,954 E-02	0,123	**0,973**
Dentro de grupos	20	3,183	0,159		
Total	24	3,261			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	1,069	0,267	1,999	**0,133**
Dentro de grupos	20	2,675	0,134		
Total	24	3,744			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	455,758	1	455,758	1802,4	0,000
Trat	0,222	4	5,545 E-02	0,219	**0,925**
Error	5,057	20	0,253		

K/Ca

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
100% Q	0,28	0,30	0,22	0,23	0,23	**0,25a**
83%Q + 17%SH	0,22	0,24	0,24	0,25	0,25	**0,24a**
67%Q + 33%SH	0,26	0,25	0,32	0,25	0,21	**0,26a**
50%Q + 50%SH	0,29	0,24	0,25	0,26	0,29	**0,27a**
33%Q + 67%SH	0,23	0,33	0,21	0,21	0,21	**0,24a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	0,25	0,30	0,23	0,31	0,31	**0,28a**
83%Q + 17%SH	0,29	0,32	0,30	0,26	0,25	**0,28a**
67%Q + 33%SH	0,28	0,28	0,30	0,26	0,27	**0,28a**
50%Q + 50%SH	0,25	0,26	0,24	0,26	0,32	**0,26a**
33%Q + 67%SH	0,24	0,31	0,29	0,27	0,30	**0,28a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	0,32	0,27	0,33	0,30	0,40	**0,32a**
83%Q + 17%SH	0,28	0,32	0,34	0,31	0,32	**0,31a**
67%Q + 33%SH	0,29	0,27	0,26	0,28	0,28	**0,28a**
50%Q + 50%SH	0,25	0,33	0,31	0,28	0,35	**0,30a**
33%Q + 67%SH	0,26	0,29	0,31	0,29	0,30	**0,20**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	0,29a	**0,28a**	**0,27a**	**0,28a**	**0,27a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	2,641 E-03	6,603 E-04	0,512	**0,728**
Dentro de grupos	20	2,580 E-02	1,290 E-03		
Total	24	2,844 E-02			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	1,228 E-03	3,070 E-04	0,337	**0,850**
Dentro de grupos	20	1,822 E-02	9,110 E-04		
Total	24	1,945 E-02			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	6,689 E-03	1,672 E-03	1,789	**0,171**
Dentro de grupos	20	1,870 E-02	9,349 E-04		
Total	24	2,539 E-02			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	5,739	1	5,739	4910,7	0,000
Trat	2,670 E-03	4	6,675 E-04	0,571	**0,687**
Error	2,337 E-02	20	1,169 E-03		

K/Na

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
100% Q	2,8	3,0	3,0	3,2	3,8	**3,2a**
83%Q + 17%SH	2,4	3,1	2,8	3,1	3,2	**2,9a**
67%Q + 33%SH	2,2	3,2	4,9	3,3	3,1	**3,3a**
50%Q + 50%SH	3,3	2,7	3,5	4,0	4,2	**3,5a**
33%Q + 67%SH	2,9	4,3	2,7	2,8	3,3	**3,2a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	2,7	2,4	2,3	3,6	3,4	**2,9a**
83%Q + 17%SH	3,3	4,2	4,4	2,8	3,5	**3,6a**
67%Q + 33%SH	3,9	3,9	3,7	3,0	3,6	**3,6a**
50%Q + 50%SH	3,4	3,4	3,2	3,2	4,8	**3,6a**
33%Q + 67%SH	3,4	4,0	3,5	3,2	4,7	**3,7a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	3,4	3,1	3,7	3,6	4,1	**3,6a**
83%Q + 17%SH	3,0	3,8	3,9	4,3	4,0	**3,8a**
67%Q + 33%SH	3,1	3,8	3,6	3,3	3,5	**3,5a**
50%Q + 50%SH	3,5	4,6	3,7	3,8	5,2	**4,2a**
33%Q + 67%SH	3,8	4,6	4,1	4,1	4,5	**4,2a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	3,2a	**3,5a**	**3,5a**	**3,8a**	**3,7a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	0,977	0,244	0,627	**0,649**
Dentro de grupos	20	7,794	0,390		
Total	24	8,771			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	2,418	0,605	1,793	**0,170**
Dentro de grupos	20	6,744	0,337		
Total	24	9,162			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	2,418	0,604	2,849	**0,051**
Dentro de grupos	20	4,242	0,212		
Total	24	6,660			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	934,460	1	934,460	1695,3	0,000
Trat	3,156	4	0,789	1,432	**0,260**
Error	11,024	20	0,551		

Ca/Mg

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
100% Q	7,8	8,3	9,0	9,2	9,4	**8,8a**
83%Q + 17%SH	7,8	8,3	7,9	10,0	10,3	**8,8a**
67%Q + 33%SH	8,6	8,1	9,4	9,3	10,1	**9,1a**
50%Q + 50%SH	8,2	8,0	8,4	10,5	10,0	**9,0a**
33%Q + 67%SH	7,5	10,4	8,4	8,5	9,2	**8,8a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	8,1	8,5	7,6	8,8	10,0	**8,6a**
83%Q + 17%SH	8,6	10,4	8,6	8,6	8,2	**8,9a**
67%Q + 33%SH	10,0	9,2	9,1	8,8	9,1	**9,3a**
50%Q + 50%SH	10,0	9,0	8,9	9,2	9,0	**9,2a**
33%Q + 67%SH	8,7	9,5	8,2	9,1	9,6	**9,0a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	8,1	8,3	8,3	8,6	9,5	**8,6a**
83%Q + 17%SH	8,8	8,7	7,6	8,3	8,5	**8,9a**
67%Q + 33%SH	8,1	8,8	8,5	7,6	7,8	**9,3a**
50%Q + 50%SH	8,5	9,4	8,9	8,9	9,9	**9,2a**
33%Q + 67%SH	9,8	10,5	9,0	9,3	10,0	**9,0a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	8,6a	**8,7a**	**8,8a**	**9,1a**	**9,2a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	0,429	0,107	0,111	**0,977**
Dentro de grupos	20	19,303	0,965		
Total	24	19,732			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	1,422	0,356	0,799	**0,540**
Dentro de grupos	20	8,903	0,445		
Total	24	10,326			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	7,895	1,974	6,748	**0,001**
Dentro de grupos	20	5,850	0,292		
Total	24	13,745			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	5934,627	1	5934,627	7668,1	0,000
Trat	3,620	4	0,905	1,169	**0,354**
Error	15,479	20	0,774		

Mn/Zn

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
100% Q	2,1	2,1	1,5	2,1	1,3	**1,8a**
83%Q + 17%SH	1,9	1,5	1,2	1,2	1,5	**1,5a**
67%Q + 33%SH	1,6	1,8	1,7	2,1	1,7	**1,8a**
50%Q + 50%SH	2,0	1,7	1,7	1,6	2,2	**1,8a**
33%Q + 67%SH	1,8	2,0	1,8	2,0	1,7	**1,9a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	1,8	2,4	1,8	2,6	1,7	**2,1a**
83%Q + 17%SH	2,0	2,4	1,8	2,1	1,2	**1,9a**
67%Q + 33%SH	2,2	2,3	1,5	2,7	1,3	**2,0a**
50%Q + 50%SH	1,7	1,5	1,3	1,9	1,8	**1,7a**
33%Q + 67%SH	2,3	2,0	1,8	2,0	2,0	**2,1a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	2,6	2,5	2,6	2,6	2,3	**2,5b**
83%Q + 17%SH	2,7	2,8	2,5	2,6	2,5	**2,6b**
67%Q + 33%SH	1,9	2,1	1,7	1,5	1,5	**1,8a**
50%Q + 50%SH	1,6	2,0	1,9	1,9	1,4	**1,8a**
33%Q + 67%SH	2,0	1,9	2,0	1,8	1,8	**1,9a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	2,1a	**2,0a**	**1,8a**	**1,8a**	**1,9a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	0,577	0,144	2,128	**0,115**
Dentro de grupos	20	1,356	6,780 E-02		
Total	24	1,933			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	0,563	0,141	0,911	**0,477**
Dentro de grupos	20	3,090	0,154		
Total	24	3,652			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	3,510	0,878	24,746	**0,000**
Dentro de grupos	20	0,709	3,546 E-02		
Total	24	4,220			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	279,337	1	279,337	2369,9	0,000
Trat	1,257	4	0,314	2,667	**0,062**
Error	2,357	20	0,118		

Na/Ca

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
100% Q	0,099	0,099	0,074	0,072	0,061	**0,081a**
83%Q + 17%SH	0,091	0,076	0,085	0,080	0,079	**0,082a**
67%Q + 33%SH	0,12	0,079	0,066	0,076	0,067	**0,081a**
50%Q + 50%SH	0,088	0,086	0,072	0,065	0,069	**0,076a**
33%Q + 67%SH	0,080	0,077	0,078	0,076	0,062	**0,075a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	0,092	0,13	0,099	0,088	0,091	**0,099b**
83%Q + 17%SH	0,088	0,076	0,068	0,092	0,073	**0,079a**
67%Q + 33%SH	0,072	0,072	0,082	0,084	0,073	**0,077a**
50%Q + 50%SH	0,074	0,075	0,074	0,079	0,067	**0,074a**
33%Q + 67%SH	0,069	0,078	0,083	0,084	0,065	**0,076a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	0,094	0,087	0,089	0,083	0,097	**0,090c**
83%Q + 17%SH	0,093	0,083	0,086	0,072	0,081	**0,083bc**
67%Q + 33%SH	0,094	0,071	0,072	0,086	0,081	**0,081bc**
50%Q + 50%SH	0,073	0,071	0,084	0,072	0,067	**0,073ab**
33%Q + 67%SH	0,067	0,063	0,075	0,071	0,066	**0,069a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	0,090b	**0,082ab**	**0,079a**	**0,074a**	**0,073a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	2,218 E-04	5,545 E-05	0,302	**0,873**
Dentro de grupos	20	3,678 E-03	1,839 E-04		
Total	24	3,900 E-03			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	2,115 E-03	5,287 E-04	5,605	**0,003**
Dentro de grupos	20	1,886 E-03	9,432 E-05		
Total	24	4,001 E-03			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	1,407 E-03	3,518 E-04	6,845	**0,001**
Dentro de grupos	20	1,028 E-03	5,140 E-05		
Total	24	2,435 E-03			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	0,476	1	0,476	3188,3	0,000
Trat	2,732 E-03	4	6,830 E-04	4,573	**0,009**
Error	2,987 E-03	20	1,494 E-03		

P/Zn

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
100% Q	116	130	108	126	98	**116a**
83%Q + 17%SH	95	115	112	97	141	**112a**
67%Q + 33%SH	118	121	134	138	120	**126a**
50%Q + 50%SH	121	135	114	139	117	**125a**
33%Q + 67%SH	101	126	123	130	106	**117a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	111	147	111	141	108	**124a**
83%Q + 17%SH	139	151	165	195	123	**155a**
67%Q + 33%SH	175	188	117	199	112	**158a**
50%Q + 50%SH	168	113	91	169	109	**130a**
33%Q + 67%SH	164	156	128	149	140	**147a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	157	119	157	135	116	**137a**
83%Q + 17%SH	111	188	112	174	142	**145a**
67%Q + 33%SH	141	117	124	92	98	**114a**
50%Q + 50%SH	99	159	162	153	71	**129a**
33%Q + 67%SH	158	111	134	116	117	**127a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	125a	**137a**	**133a**	**128a**	**131a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	769,669	192,174	1,089	**0,389**
Dentro de grupos	20	3534,166	176,708		
Total	24	4303,833			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	4631,234	1157,808	1,338	**0,291**
Dentro de grupos	20	17311,345	865,567		
Total	24	21942,579			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	2723,786	680,947	0,831	**0,521**
Dentro de grupos	20	16381,027	819,051		
Total	24	19104,813			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	1283306,486	1	1283306,486	1996,5	0,000
Trat	1277,918	4	319,480	0,497	**0,738**
Error	12855,503	20	642,775		

Cu/Mn

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
100% Q	0,27	0,32	0,48	0,34	0,59	**0,40a**
83%Q + 17%SH	0,26	0,40	0,57	0,51	0,53	**0,45a**
67%Q + 33%SH	0,43	0,51	0,36	0,35	0,35	**0,40a**
50%Q + 50%SH	0,28	0,44	0,39	0,40	0,34	**0,37a**
33%Q + 67%SH	0,35	0,37	0,42	0,30	0,39	**0,36a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	0,28	0,21	0,28	0,22	032	**0,26a**
83%Q + 17%SH	0,28	0,27	0,39	0,29	0,47	**0,34a**
67%Q + 33%SH	0,29	0,32	0,28	0,22	0,17	**0,25a**
50%Q + 50%SH	0,32	0,40	0,39	0,37	0,28	**0,35a**
33%Q + 67%SH	0,30	0,29	0,39	0,32	0,29	**0,32a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	0,39	0,32	0,41	0,27	0,40	**0,36a**
83%Q + 17%SH	0,40	0,42	0,45	0,44	0,40	**0,42a**
67%Q + 33%SH	0,58	0,58	0,40	0,34	0,35	**0,45a**
50%Q + 50%SH	0,37	0,43	0,50	0,47	0,26	**0,40a**
33%Q + 67%SH	0,46	0,32	0,39	0,36	0,35	**038a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	0,34a	**0,41a**	**0,37a**	**0,38a**	**0,35a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	2,545 E-02	6,361 E-03	0,740	**0,576**
Dentro de grupos	20	0,172	8,592 E-03		
Total	24	0,197			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	3,989 E-02	9,973 E-03	2,803	**0,054**
Dentro de grupos	20	7,117 E-02	3,559 E-03		
Total	24	0,111			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	3,510	0,878	24,746	**0,000**
Dentro de grupos	20	0,709	3,546 E-02		
Total	24	4,220			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	10,171	1	10,171	812,74	0,000
Trat	3,611 E-02	4	9,027 E-03	0,712	**0,587**
Error	0,250	20	1,251 E-02		

Cu/Zn

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
100% Q	0,58	0,66	0,72	0,72	0,77	**0,69a**
83%Q + 17%SH	0,50	0,59	0,67	0,61	0,79	**0,63a**
67%Q + 33%SH	0,69	0,90	0,63	0,73	0,60	**0,71a**
50%Q + 50%SH	0,55	0,74	0,68	0,66	0,74	**0,67a**
33%Q + 67%SH	0,62	0,73	0,76	0,60	0,65	**0,67a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	0,50	0,50	0,050	0,57	0,56	**0,53a**
83%Q + 17%SH	0,56	0,65	0,70	0,61	0,59	**0,62a**
67%Q + 33%SH	0,62	0,70	0,41	0,71	0,22	**0,51a**
50%Q + 50%SH	0,55	0,60	0,50	0,69	0,52	**0,57a**
33%Q + 67%SH	0,69	0,58	0,71	0,65	0,60	**0,65a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	1,00	0,81	1,06	0,69	0,93	**0,90a**
83%Q + 17%SH	1,07	1,17	1,12	1,14	0,98	**1,10a**
67%Q + 33%SH	1,11	1,24	0,67	0,52	0,54	**0,82a**
50%Q + 50%SH	0,58	0,87	0,95	0,89	0,37	**0,73a**
33%Q + 67%SH	0,93	0,60	0,78	0,65	0,62	**0,72a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	0,71a	**0,78a**	**0,68a**	**0,66a**	**0,68a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	1,572 E-02	3,930 E-03	0,482	**0,748**
Dentro de grupos	20	0,163	8,150 E-03		
Total	24	0,179			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	6,433 E-02	1,608 E-02	1,511	**0,237**
Dentro de grupos	20	0,213	1,065 E-02		
Total	24	0,277			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	0,479	0,120	2,694	**0,060**
Dentro de grupos	20	0,889	4,445 E-02		
Total	24	1,368			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	36,869	1	36,589	1053,8	0,000
Trat	0,141	4	3,535 E-02	1,010	**0,426**
Error	0,700	20	3,499 E-02		

Mn/Ca x 10^4

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
100% Q	12	12	8,4	10	8,2	**10a**
83%Q + 17%SH	11	9,2	6,3	7,7	7,4	**8,2a**
67%Q + 33%SH	9,3	9,0	9,0	11	8,8	**9,4a**
50%Q + 50%SH	12	8,8	9,0	8,6	11	**10a**
33%Q + 67%SH	11	11	8,0	10	9,1	**9,9a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	8,6	11	7,9	11	9,3	**9,4a**
83%Q + 17%SH	8,9	10	7,1	7,9	6,9	**8,2a**
67%Q + 33%SH	8,1	7,9	7,9	9,8	8,5	**8,4a**
50%Q + 50%SH	7,7	8,6	8,3	7,8	10	**8,5a**
33%Q + 67%SH	9,5	10	8,3	8,0	9,5	**9,1a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	9,8	12	94	13	13	**12c**
83%Q + 17%SH	10	11	12	11	12	**11bc**
67%Q + 33%SH	8,7	11	7,8	9,5	9,5	**9,2ab**
50%Q + 50%SH	9,9	8,8	7,7	7,6	13	**9,4abc**
33%Q + 67%SH	6,9	10	8,5	8,5	9,2	**8,7a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	10a	**9,2a**	**9,0a**	**9,3a**	**9,2a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	1,143 E-07	2,857 E-08	1,259	**0,319**
Dentro de grupos	20	4,538 E-07	2,269 E-08		
Total	24	5,680 E-07			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	4,887 E-08	1,222 E-08	1,005	**0,428**
Dentro de grupos	20	2,432 E-07	1,216 E-08		
Total	24	2,921 E-07			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	3,137 E-07	7,843 E-08	3,334	**0,030**
Dentro de grupos	20	4,705 E-07	2,353 E-08		
Total	24	7,843 E-07			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	6,657 E-05	1	6,657 E-07	2126,1	0,000
Trat	1,588 E-07	4	3,970 E-08	1,268	**0,315**
Error	6,262 E-07	20	3,131 E-08		

VIII.4.4. Ensayo de dosis en tomate. Parámetros de calidad en fruto.

GRAMOS/FRUTO

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	*F*	MEDIAS
100% Q	120	123	121	110	102		**115a**
83%Q + 17%SH	131	143	112	127	138		**130a**
67%Q + 33%SH	122	133	135	136	114		**128a**
50%Q + 50%SH	117	117	114	121	158		**125a**
33%Q + 67%SH	132	124	109	125	133		**125a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
100% Q	122	127	120	131	117	123	**123a**
83%Q + 17%SH	137	138	119	113	129	157	**132a**
67%Q + 33%SH	128	143	115	149	127	125	**131a**
50%Q + 50%SH	188	133	150	138	169	138	**153b**
33%Q + 67%SH	153	149	125	167	117	130	**140ab**
MUESTREO III							***MEDIAS***
100% Q	152	140	147	157	148		**149a**
83%Q + 17%SH	171	195	160	169	203		**179b**
67%Q + 33%SH	151	154	132	165	159		**152a**
50%Q + 50%SH	189	159	208	179	156		**178b**
33%Q + 67%SH	153	144	131	183	176		**157ab**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	129a	**147bc**	**137ab**	**152c**	**141abc**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	659,440	164,860	1,107	**0,381**
Dentro de grupos	20	2978,000	148,900		
Total	24	3637,440			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	2961,533	740,383	2,935	**0,041**
Dentro de grupos	25	6307,167	252,287		
Total	29	9268,700			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	4298,140	1074,535	3,663	**0,021**
Dentro de grupos	20	5867,700	293,385		
Total	24	10165,840			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	1794877,956	1	1794877,956	6311,0	0,000
Trat	5744,962	4	1436,240	5,050	**0,004**
Error	7110,089	25	284,404		

DIÁMETRO ECUATORIAL (ϕ_e) (mm)

MUESTREO I	**REPETICIONES**						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	*F*	MEDIAS
100% Q	62	63	60	62	64		**62a**
83%Q + 17%SH	67	66	62	66	61		**64a**
67%Q + 33%SH	63	66	66	67	61		**65a**
50%Q + 50%SH	64	69	63	63	62		**64a**
33%Q + 67%SH	66	61	56	63	65		**62a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
100% Q	62	57	60	63	59	65	**61a**
83%Q + 17%SH	63	62	64	66	63	63	**64a**
67%Q + 33%SH	64	66	60	61	60	59	**62a**
50%Q + 50%SH	68	62	65	65	65	67	**65a**
33%Q + 67%SH	68	64	59	59	64	62	**63a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
100% Q	67	63	67	68	64		**66a**
83%Q + 17%SH	65	62	68	65	63		**64a**
67%Q + 33%SH	67	62	66	63	65		**64a**
50%Q + 50%SH	61	61	67	64	63		**63a**
33%Q + 67%SH	64	62	67	62	63		**63a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	63a	**64a**	**63a**	**64a**	**63a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	29,440	164,860	1,107	**0,381**
Dentro de grupos	20	156,800	148,900		
Total	24	186,240			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	68,667	17,167	2,532	**0,066**
Dentro de grupos	25	169,500	6,780		
Total	29	238,167			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	20,240	5,060	1,018	**0,422**
Dentro de grupos	20	99,400	4,970		
Total	24	119,640			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	362800,907	1	362800,907	71587	0,000
Trat	30,500	4	7,625	1,505	**0,231**
Error	126,700	25	5,068		

DIÁMETRO POLAR (ϕ_P) (mm)

MUESTREO I	**REPETICIONES**						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	*F*	MEDIAS
100% Q	47	46	42	44	48		**45a**
83%Q + 17%SH	45	42	48	46	44		**45a**
67%Q + 33%SH	50	44	46	45	49		**47a**
50%Q + 50%SH	45	44	46	45	42		**44a**
33%Q + 67%SH	51	50	42	41	46		**46a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
100% Q	50	46	49	47	46	50	**48a**
83%Q + 17%SH	47	53	51	48	50	50	**50a**
67%Q + 33%SH	48	49	47	47	50	46	**48a**
50%Q + 50%SH	50	49	50	48	50	49	**49a**
33%Q + 67%SH	51	48	44	51	52	47	**49a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
100% Q	49	49	48	52	46		**48a**
83%Q + 17%SH	49	47	46	46	47		**47a**
67%Q + 33%SH	48	48	49	47	50		**48a**
50%Q + 50%SH	48	45	52	47	49		**48a**
33%Q + 67%SH	47	46	53	48	50		**49a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	47a	**47a**	**48a**	**47a**	**48a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	17,040	4,260	0,529	**0,716**
Dentro de grupos	20	161,200	8,060		
Total	24	178,240			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	17,533	4,383	1,076	**0,389**
Dentro de grupos	25	101,833	4,073		
Total	29	119,367			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	10,440	2,610	0,595	**0,671**
Dentro de grupos	20	87,800	4,390		
Total	24	98,240			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	202398,044	1	202398,044	54754	0,000
Trat	5,924	4	1,481	0,401	**0,806**
Error	92,411	25	3,696		

ϕ_e / ϕ_p

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	*F*	MEDIAS
100% Q	1,3	1,4	1,4	1,4	1,3		**1,4a**
83%Q + 17%SH	1,5	1,6	1,3	1,4	1,4		**1,4a**
67%Q + 33%SH	1,3	1,5	1,4	1,5	1,2		**1,4a**
50%Q + 50%SH	1,4	1,6	1,4	1,4	1,5		**1,4a**
33%Q + 67%SH	1,3	1,2	1,3	1,5	1,4		**1,4a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
100% Q	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	**1,3a**
83%Q + 17%SH	1,3	1,2	1,3	1,4	1,3	1,3	**1,3a**
67%Q + 33%SH	1,3	1,4	1,3	1,3	1,2	1,3	**1,3a**
50%Q + 50%SH	1,4	1,3	1,3	1,4	1,3	1,4	**1,3a**
33%Q + 67%SH	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,3	**1,3a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
100% Q	1,4	1,3	1,4	1,3	1,4		**1,4a**
83%Q + 17%SH	1,3	1,3	1,5	1,4	1,3		**1,4a**
67%Q + 33%SH	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3		**1,3a**
50%Q + 50%SH	1,3	1,4	1,3	1,4	1,3		**1,3a**
33%Q + 67%SH	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3		**1,3a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	1,33ab	**1,36b**	**1,33ab**	**1,36b**	**1,32a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	3,034 E-02	7,585 E-03	0,766	**0,560**
Dentro de grupos	20	0,198	9,902 E-03		
Total	24	0,228			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	1,044 E-02	2,609 E-03	0,753	**0,566**
Dentro de grupos	25	8,663 E-02	3,465 E-03		
Total	29	9,707 E-02			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	1,650 E-02	4,126 E-03	1,595	**0,214**
Dentro de grupos	20	5,172 E-02	2,586 E-03		
Total	24	6,823 E-02			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	162,130	1	162,130	59341	0,000
Trat	3,122 E-02	4	7,806 E-03	2,857	**0,045**
Error	6,830 E-02	25	2,732 E-03		

DUREZA FRUTO (Kg)

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	*F*	MEDIAS
100% Q	2,1	2,0	2,1	4,0	3,0		**2,6a**
83%Q + 17%SH	3,6	3,9	2,4	3,9	3,7		**3,5a**
67%Q + 33%SH	4,1	3,1	7,0	9,5	8,0		**6,3c**
50%Q + 50%SH	5,2	6,1	4,5	5,2	6,3		**5,5bc**
33%Q + 67%SH	4,9	3,1	3,6	4,2	4,0		**4,0ab**
MUESTREO II							***MEDIAS***
100% Q	3,9	4,3	2,8	3,5	3,4	3,9	**3,6a**
83%Q + 17%SH	3,6	6,9	6,0	3,9	3,8	4,1	**4,7b**
67%Q + 33%SH	4,0	2,8	2,9	3,0	4,2	3,9	**3,4a**
50%Q + 50%SH	4,2	3,9	3,5	3,8	3,5	3,9	**3,8a**
33%Q + 67%SH	2,9	3,5	3,7	3,6	3,1	3,7	**3,4a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
100% Q	3,3	3,3	3,9	3,7	3,6		**3,5a**
83%Q + 17%SH	3,5	3,7	4,1	3,9	3,8		**3,8a**
67%Q + 33%SH	4,5	4,5	4,8	4,3	4,0		**4,4b**
50%Q + 50%SH	4,4	4,1	3,8	3,5	3,8		**3,9a**
33%Q + 67%SH	4,0	3,5	3,4	3,8	3,0		**3,5a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	3,3a	**4,0bc**	**4,7d**	**4,4cd**	**3,6ab**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	44,932	11,233	6,035	**0,002**
Dentro de grupos	20	37,228	1,861		
Total	24	82,160			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	6,881	1,720	3,106	**0,033**
Dentro de grupos	25	13,846	0,554		
Total	29	20,727			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	2,463	0,616	6,178	**0,002**
Dentro de grupos	20	1,993	9,965 E-02		
Total	24	4,456			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	1436,562	1	1436,562	2271,3	0,000
Trat	24,129	4	6,032	9,538	**0,000**
Error	15,812	25	0,632		

SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES (ºBrix)

MUESTREO I	**REPETICIONES**						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	*F*	MEDIAS
100% Q	4,4	4,4	5,0	4,4	4,4		**4,5a**
83%Q + 17%SH	4,8	4,8	5,0	4,2	5,0		**4,8a**
67%Q + 33%SH	4,2	4,6	4,4	5,0	4,8		**4,6a**
50%Q + 50%SH	3,9	4,8	4,8	4,2	4,4		**4,4a**
33%Q + 67%SH	5,0	4,2	4,0	4,0	4,4		**4,3a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
100% Q	5,1	4,8	5,0	4,9	5,1	5,1	**5,0a**
83%Q + 17%SH	5,2	5,1	4,9	5,0	5,2	5,1	**5,1a**
67%Q + 33%SH	5,7	5,1	5,1	4,8	4,6	4,9	**5,0a**
50%Q + 50%SH	5,2	5,2	5,0	5,0	4,8	5,2	**5,1a**
33%Q + 67%SH	5,1	5,4	4,9	5,4	5,1	5,3	**5,2a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
100% Q	5,5	5,7	5,5	5,3	5,3		**5,5a**
83%Q + 17%SH	5,7	5,7	6,0	5,6	6,0		**5,8a**
67%Q + 33%SH	6,0	6,1	5,5	5,3	5,3		**5,6a**
50%Q + 50%SH	5,9	5,5	6,2	5,8	5,4		**5,8a**
33%Q + 67%SH	5,2	6,0	5,7	5,7	5,6		**5,6a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	5,0a	**5,2a**	**5,1a**	**5,1a**	**5,0a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	0,570	0,142	1,179	**0,350**
Dentro de grupos	20	2,416	0,121		
Total	24	2,986			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	0,149	3,717 E-02	0,833	**0,517**
Dentro de grupos	25	1,115	4,460 E-02		
Total	29	1,264			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	0,372	9,310 E-02	1,159	**0,358**
Dentro de grupos	20	1,606	8,030 E-02		
Total	24	1,978			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	2320,231	1	2320,231	41097	0,000
Trat	0,433	4	0,108	1,919	**0,139**
Error	1,411	25	5,646 E-02		

pH

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	*F*	MEDIAS
100% Q	4,0	3,9	3,7	3,6	3,9		**3,8a**
83%Q + 17%SH	3,5	3,7	3,5	3,7	3,8		**3,6a**
67%Q + 33%SH	3,7	3,6	3,6	3,7	3,5		**3,6a**
50%Q + 50%SH	3,6	4,0	3,5	3,8	3,7		**3,7a**
33%Q + 67%SH	3,9	3,7	3,5	3,7	3,9		**3,7a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
100% Q	3,7	3,7	3,6	3,7	3,7	3,6	**3,6a**
83%Q + 17%SH	3,6	3,7	3,6	3,6	3,6	3,7	**3,6a**
67%Q + 33%SH	3,7	3,7	3,6	3,7	3,7	3,7	**3,7a**
50%Q + 50%SH	3,7	3,7	3,7	3,6	3,6	3,7	**3,7a**
33%Q + 67%SH	3,7	3,7	3,5	3,7	3,7	3,7	**3,7a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
100% Q	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9		**3,9a**
83%Q + 17%SH	3,9	3,9	3,7	3,0	3,8		**3,8a**
67%Q + 33%SH	3,9	3,9	3,9	3,8	3,9		**3,9a**
50%Q + 50%SH	3,9	3,9	3,9	3,8	3,9		**3,9a**
33%Q + 67%SH	3,8	3,8	3,9	3,9	3,9		**3,8a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	3,8a	**3,7a**	**3,7a**	**3,7a**	**3,7a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	0,130	3,260 E-02	1,393	**0,272**
Dentro de grupos	20	0,468	2,340 E-02		
Total	24	0,598			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	1,133 E-02	2,833 E-03	1,037	**0,408**
Dentro de grupos	25	6,833 E-02	2,733 E-03		
Total	29	7,967 E-02			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	1,360 E-02	3,400 E-03	1,079	**0,393**
Dentro de grupos	20	6,300 E-02	3,150 E-03		
Total	24	7,660 E-02			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	1254,101	1	1254,101	131487	0,000
Trat	8,260 E-02	4	2,065 E-02	2,165	**0,102**
Error	0,238	25	9,538 E-03		

ÁCIDO CÍTRICO (mg/ml)

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	*F*	MEDIAS
100% Q	6,7	5,3	8,4	9,1	5,0		**6,9a**
83%Q + 17%SH	9,7	7,7	10,5	7,9	5,9		**8,3a**
67%Q + 33%SH	6,9	7,3	6,7	8,6	9,2		**7,7a**
50%Q + 50%SH	5,0	4,6	8,4	5,9	6,0		**6,0a**
33%Q + 67%SH	6,3	6,7	8,3	8,3	6,7		**7,2a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
100% Q	6,4	6,6	5,9	6,3	6,6	7,0	**6,5a**
83%Q + 17%SH	5,8	5,8	6,6	7,4	7,6	5,7	**6,5a**
67%Q + 33%SH	8,4	8,2	6,7	7,7	8,2	8,3	**7,9b**
50%Q + 50%SH	7,7	6,4	8,1	7,7	7,0	7,0	**7,3b**
33%Q + 67%SH	6,8	6,5	6,9	6,7	6,2	6,3	**6,6a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
100% Q	6,5	7,1	6,5	7,3	7,2		**6,9a**
83%Q + 17%SH	7,4	8,2	9,2	9,0	7,9		**8,3a**
67%Q + 33%SH	8,2	8,6	6,9	7,0	7,4		**7,6a**
50%Q + 50%SH	7,5	7,0	7,5	7,7	6,8		**7,3a**
33%Q + 67%SH	6,2	7,2	9,1	6,7	6,3		**7,1a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	6,8a	**7,7b**	**7,8b**	**6,9a**	**7,0b**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	15,484	3,871	1,765	**0,176**
Dentro de grupos	20	43,875	2,194		
Total	24	59,359			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	10,138	2,535	7,221	**0,001**
Dentro de grupos	25	8,775	0,351		
Total	29	18,913			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	6,297	1,574	2,780	**0,055**
Dentro de grupos	20	11,327	0,566		
Total	24	17,624			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	4684,794	1	4684,794	4481,5	0,000
Trat	16,553	4	4,138	3,959	**0,013**
Error	26,134	25	1,045		

VITAMINA C (mg/100ml)

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	*F*	MEDIAS
100% Q	7	6	10	9	6		**7,9a**
83%Q + 17%SH	8	6	8	6	5		**6,5a**
67%Q + 33%SH	5	10	6	7	8		**7,2a**
50%Q + 50%SH	10	10	7	7	7		**8,1a**
33%Q + 67%SH	8	7	11	7	9		**8,3a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
100% Q	10	9	10	9	14	8	**10a**
83%Q + 17%SH	13	10	12	10	10	9	**11a**
67%Q + 33%SH	15	11	9	13	9	14	**12a**
50%Q + 50%SH	8	9	11	10	10	14	**10a**
33%Q + 67%SH	11	11	10	11	9	11	**11a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
100% Q	12	9	10	11	12		**11a**
83%Q + 17%SH	13	12	12	10	13		**11a**
67%Q + 33%SH	16	16	10	11	10		**13a**
50%Q + 50%SH	15	8	10	11	11		**11a**
33%Q + 67%SH	10	13	11	12	8		**11a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	9,4a	**9,7a**	**10,5a**	**9,9a**	**9,8a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	11,116	2,779	1,016	**0,425**
Dentro de grupos	20	54,922	2,746		
Total	24	66,038			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	12,040	3,010	0,836	**0,515**
Dentro de grupos	25	89,996	3,600		
Total	29	102,035			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	13,019	3,255	0,772	**0,556**
Dentro de grupos	20	84,349	4,217		
Total	24	97,368			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	8783,253	1	8783,253	2574,2	0,000
Trat	10,473	4	2,618	0,767	**0,567**
Error	85,302	25	3,412		

VIII.5. Ensayo de dosis en limón.

VIII.5.1. Ensayo de dosis en limón. Nutrientes.

SODIO (%)

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	*E*	MEDIAS
100% Q	0,039	0,025	0,024	0,019	0,029	**0,027a**
83%Q + 17%SH	0,022	0,023	0,018	0,023	0,021	**0,021a**
67%Q + 33%SH	0,029	0,020	0,020	0,031	0,018	**0,024a**
50%Q + 50%SH	0,042	0,027	0,025	0,029	0,035	**0,032a**
33%Q + 67%SH	0,028	0,027	0,029	0,022	0,029	**0,027a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	0,063	0,070	0,047	0,068	0,070	**0,064b**
83%Q + 17%SH	0,070	0,036	0,039	0,050	0,060	**0,052ab**
67%Q + 33%SH	0,046	0,050	0,058	0,041	0,036	**0,048ab**
50%Q + 50%SH	0,034	0,029	0,039	0,024	0,064	**0,036a**
33%Q + 67%SH	0,050	0,031	0,034	0,026	0,056	**0,040a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	0,067	0,052	0,090	0,036	0,050	**0,059b**
83%Q + 17%SH	0,057	0,037	0,032	0,038	0,030	**0,039a**
67%Q + 33%SH	0,026	0,037	0,035	0,042	0,027	**0,033a**
50%Q + 50%SH	0,043	0,030	0,052	0,035	0,028	**0,038a**
33%Q + 67%SH	0,022	0,035	0,031	0,034	0,028	**0,030a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
100% Q	0,070	0,037	0,060	0,033	0,035	**0,047c**
83%Q + 17%SH	0,037	0,043	0,029	0,028	0,035	**0,034abc**
67%Q + 33%SH	0,032	0,027	0,060	0,034	0,038	**0,038bc**
50%Q + 50%SH	0,033	0,033	0,038	0,022	0,014	**0,028ab**
33%Q + 67%SH	0,012	0,027	0,026	0,017	0,023	**0,021a**

MEDIDAS REPETIDAS (MUESTREOS II-IV)					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	0,056c	**0,041b**	**0,39ab**	**0,035ab**	**0,030a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	3,030 E-04	7,574 E-05	2,490	**0,076**
Dentro de grupos	20	6,084 E-04	3,042 E-05		
Total	24	9,114 E-04			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	2,400 E-03	6,000 E-04	4,000	**0,015**
Dentro de grupos	20	3,000 E-03	1,500 E-04		
Total	24	5,400 E-03			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	2,557 E-03	6,393 E-04	4,516	**0,009**
Dentro de grupos	20	2,831 E-03	1,416 E-04		
Total	24	5,389 E-03			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	1,951 E-03	4,879 E-04	3,892	**0,017**
Dentro de grupos	20	2,507 E-03	1,253 E-04		
Total	24	4,458 E-03			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	118,629	1	118,629	5439,4	0,000
Trat	0,145	4	3,621 E-02	1,660	**0,199**
Error	0,436	20	2,181 E-02		

POTASIO (%)

MUESTREO I	**REPETICIONES**					
	A	**B**	**C**	**D**	*E*	MEDIAS
100% Q	0,80	0,64	0,81	0,80	0,89	**0,79a**
83%Q + 17%SH	0,80	0,96	0,80	0,82	0,83	**0,84a**
67%Q + 33%SH	1,1	0,79	0,88	0,92	0,75	**0,89a**
50%Q + 50%SH	0,79	0,85	0,93	0,56	0,82	**0,79a**
33%Q + 67%SH	0,76	0,87	0,79	0,89	0,90	**0,84a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	1,1	0,94	0,98	0,93	0,97	**0,98a**
83%Q + 17%SH	1,0	1,1	0,69	0,80	0,88	**0,91a**
67%Q + 33%SH	0,95	0,99	0,74	0,98	0,82	**0,90a**
50%Q + 50%SH	0,82	0,98	0,89	0,84	0,84	**0,87a**
33%Q + 67%SH	0,90	0,74	0,84	0,76	0,64	**0,78a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	1,5	1,4	1,2	1,3	1,4	**1,4a**
83%Q + 17%SH	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	**1,4a**
67%Q + 33%SH	1,0	1,1	1,3	1,4	1,1	**1,2a**
50%Q + 50%SH	1,7	1,5	1,3	1,1	1,1	**1,4a**
33%Q + 67%SH	1,6	1,1	1,2	1,2	1,2	**1,3a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
100% Q	1,7	1,5	1,7	1,6	1,6	**1,6b**
83%Q + 17%SH	1,5	1,6	1,6	1,7	1,6	**1,6b**
67%Q + 33%SH	1,7	1,5	1,8	1,6	1,7	**1,7b**
50%Q + 50%SH	1,6	1,3	1,5	1,2	1,6	**1,4a**
33%Q + 67%SH	1,5	1,5	1,7	1,5	1,6	**1,6b**

MEDIDAS REPETIDAS (MUESTREOS II-IV)

MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	1,3a	**1,3a**	**1,3a**	**1,2a**	**1,2a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	3,66E E-02	9,163 E-03	0,811	**0,533**
Dentro de grupos	20	0,226	1,130 E-02		
Total	24	0,263			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	0,109	2,734 E-02	2,175	**0,109**
Dentro de grupos	20	0,251	1,257 E-02		
Total	24	0,361			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	0,149	3,727 E-02	1,309	**0,301**
Dentro de grupos	20	0,569	2,847 E-02		
Total	24	0,718			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	0,162	4,062 E-02	3,576	**0,023**
Dentro de grupos	20	0,227	1,136 E-02		
Total	24	0,390			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	118,629	1	118,629	5439,4	0,000
Trat	0,145	4	3,621 E-02	1,660	**0,199**
Error	0,436	20	2,181 E-02		

CALCIO (%)

MUESTREO I	**REPETICIONES**					
	A	**B**	**C**	**D**	*E*	MEDIAS
100% Q	2,7	2,4	3,2	3,4	3,1	**3,0a**
83%Q + 17%SH	3,6	3,2	3,2	3,2	2,9	**3,2a**
67%Q + 33%SH	2,5	3,4	3,4	2,8	3,5	**3,1a**
50%Q + 50%SH	3,2	2,9	3,4	3,0	3,3	**3,2a**
33%Q + 67%SH	3,4	2,6	3,1	3,4	3,4	**3,2a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	3,4	3,9	3,5	3,3	3,7	**3,6a**
83%Q + 17%SH	3,6	3,7	3,9	3,7	3,5	**3,7a**
67%Q + 33%SH	3,4	3,5	4,0	4,1	4,1	**3,8a**
50%Q + 50%SH	3,7	3,9	4,0	4,3	4,2	**4,0a**
33%Q + 67%SH	3,3	4,4	3,9	4,1	4,2	**4,0a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	3,0	4,1	2,5	3,9	3,5	**3,4a**
83%Q + 17%SH	3,0	3,6	2,7	3,3	3,3	**3,2a**
67%Q + 33%SH	2,8	4,3	4,3	4,4	4,3	**4,0a**
50%Q + 50%SH	3,2	3,1	4,4	5,0	5,0	**4,1a**
33%Q + 67%SH	2,9	4,4	4,4	4,4	4,6	**4,1a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
100% Q	3,4	3,2	2,9	2,7	3,3	**3,1a**
83%Q + 17%SH	2,9	3,0	3,1	2,6	3,7	**3,0a**
67%Q + 33%SH	2,9	2,9	3,2	2,8	2,8	**2,9a**
50%Q + 50%SH	2,9	3,0	2,8	3,1	3,4	**3,1a**
33%Q + 67%SH	2,9	2,8	3,3	3,2	3,8	**3,2a**

MEDIDAS REPETIDAS (MUESTREOS II-IV)					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	3,3a	**3,3a**	**3,6a**	**3,7a**	**3,8a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	0,201	5,022 E-02	0,451	**0,770**
Dentro de grupos	20	2,226	0,111		
Total	24	2,427			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	0,745	0,186	1,985	**0,136**
Dentro de grupos	20	1,876	9,382 E-02		
Total	24	2,621			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	3,930	0,982	2,063	**0,124**
Dentro de grupos	20	9,525	0,476		
Total	24	13,455			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	0,174	4,359 E-02	0,453	**0,769**
Dentro de grupos	20	1,923	9,616 E-02		
Total	24	2,098			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	944,913	1	944,913	2664,6	0,000
Trat	2,765	4	0,691	1,950	**0,141**
Error	7,092	20	0,355		

MAGNESIO (%)

MUESTREO I	**REPETICIONES**					
	A	**B**	**C**	**D**	*E*	MEDIAS
100% Q	0,18	0,17	0,21	0,21	0,19	**0,19a**
83%Q + 17%SH	0,20	0,21	0,21	0,24	0,19	**0,21a**
67%Q + 33%SH	0,18	0,19	0,20	0,19	0,22	**0,20a**
50%Q + 50%SH	0,21	0,18	0,22	0,21	0,22	**0,21a**
33%Q + 67%SH	0,20	0,22	0,21	0,23	0,21	**0,21a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	0,17	0,21	0,18	0,18	0,23	**0,19a**
83%Q + 17%SH	0,16	0,17	0,19	0,16	0,16	**0,17a**
67%Q + 33%SH	0,17	0,15	0,19	0,17	0,18	**0,17a**
50%Q + 50%SH	0,16	0,17	0,18	0,16	0,17	**0,17a**
33%Q + 67%SH	0,16	0,19	0,17	0,17	0,17	**0,17a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	0,17	0,22	0,18	0,18	0,17	**0,19a**
83%Q + 17%SH	0,18	0,21	0,21	0,17	0,17	**0,18a**
67%Q + 33%SH	0,17	0,17	0,14	0,20	0,17	**0,17a**
50%Q + 50%SH	0,18	0,19	0,18	0,20	0,22	**0,19a**
33%Q + 67%SH	0,20	0,21	0,20	0,19	0,21	**0,20a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
100% Q	0,36	0,29	0,36	0,28	0,35	**0,33a**
83%Q + 17%SH	0,30	0,24	0,37	0,35	0,29	**0,31a**
67%Q + 33%SH	0,31	0,26	0,41	0,32	0,33	**0,33a**
50%Q + 50%SH	0,26	0,28	0,23	0,31	0,34	**0,28a**
33%Q + 67%SH	0,22	0,27	0,37	0,41	0,28	**0,31a**

MEDIDAS REPETIDAS (MUESTREOS II-IV)					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	0,24a	**0,22a**	**0,22a**	**0,21a**	**0,23a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	1,328 E-03	3,321 E-04	1,172	**0,353**
Dentro de grupos	20	5,670 E-03	2,835 E-04		
Total	24	6,998 E-03			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	2,167 E-03	5,418 E-04	2,744	**0,057**
Dentro de grupos	20	3,949 E-03	1,974 E-04		
Total	24	6,116 E-03			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	2,922 E-03	7,305 E-04	2,269	**0,098**
Dentro de grupos	20	6,438 E-03	3,219 E-04		
Total	24	9,360 E-03			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	6,781 E-03	1,695 E-03	0,569	**0,688**
Dentro de grupos	20	5,957 E-02	2,978 E-03		
Total	24	6,635 E-02			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	3,748	1	3,748	3103,0	0,000
Trat	3,662 E-03	4	9,155 E-04	0,758	**0,565**
Error	2,416 E-02	20	1,208 E-03		

FÓSFORO (%)

MUESTREO I	**REPETICIONES**					
	A	**B**	**C**	**D**	*E*	MEDIAS
100% Q	0,14	0,11	0,14	0,15	0,14	**0,13a**
83%Q + 17%SH	0,17	0,13	0,12	0,16	0,14	**0,14a**
67%Q + 33%SH	0,14	0,13	0,12	0,17	0,13	**0,14a**
50%Q + 50%SH	0,15	0,14	0,14	0,13	0,15	**0,14a**
33%Q + 67%SH	0,13	0,16	0,15	0,14	0,15	**0,15a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	0,12	0,12	0,098	0,13	0,093	**0,11a**
83%Q + 17%SH	0,11	0,11	0,093	0,12	0,11	**0,11a**
67%Q + 33%SH	0,11	0,11	0,11	0,12	0,10	**0,11a**
50%Q + 50%SH	0,11	0,11	0,11	0,095	0,11	**0,11a**
33%Q + 67%SH	0,12	0,11	0,11	0,13	0,11	**0,12a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	0,19	0,19	0,19	0,19	0,20	**0,19a**
83%Q + 17%SH	0,22	0,26	0,27	0,22	0,28	**0,25b**
67%Q + 33%SH	0,23	0,26	0,27	0,26	0,28	**0,26b**
50%Q + 50%SH	0,31	0,28	0,28	0,28	0,30	**0,29c**
33%Q + 67%SH	0,31	0,28	0,29	0,29	0,32	**0,30c**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
100% Q	0,15	0,15	0,17	0,16	0,17	**0,16a**
83%Q + 17%SH	0,16	0,16	0,17	0,17	0,16	**0,17ab**
67%Q + 33%SH	0,17	0,17	0,19	0,17	0,18	**0,18bc**
50%Q + 50%SH	0,15	0,17	0,17	0,17	0,17	**0,17ab**
33%Q + 67%SH	0,17	0,18	0,19	0,19	0,17	**0,18c**

MEDIDAS REPETIDAS (MUESTREOS II-IV)					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	0,15a	**0,17b**	**0,18c**	**0,19c**	**0,20d**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	5,554 E-04	1,389 E-04	0,707	**0,597**
Dentro de grupos	20	3,928 E-03	1,964 E-04		
Total	24	4,483 E-03			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	2,918 E-04	7,294 E-05	0,659	**0,627**
Dentro de grupos	20	2,213 E-03	1,107 E-04		
Total	24	2,505 E-03			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	3,920 E-02	9,800 E-03	34,372	**0,000**
Dentro de grupos	20	5,702 E-03	2,851 E-04		
Total	24	4,490 E-02			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	1,184 E-03	2,961 E-04	4,028	**0,015**
Dentro de grupos	20	1,470 E-03	7,351 E-05		
Total	24	2,655 E-03			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	2,404	1	2,404	26818	0,000
Trat	1,831 E-02	4	4,578 E-03	51,061	**0,000**
Error	1,793 E-03	20	8,965 E-05		

HIERRO (ppm)

MUESTREO I	**REPETICIONES**					
	A	**B**	**C**	**D**	*E*	MEDIAS
100% Q	105	131	134	108	117	**119a**
83%Q + 17%SH	134	118	121	95	130	**120a**
67%Q + 33%SH	147	137	150	124	137	**139a**
50%Q + 50%SH	134	127	124	124	150	**132a**
33%Q + 67%SH	124	124	130	137	147	**132a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	116	118	110	116	119	**116a**
83%Q + 17%SH	145	118	133	108	133	**127b**
67%Q + 33%SH	106	110	122	122	114	**115a**
50%Q + 50%SH	130	136	145	128	135	**135b**
33%Q + 67%SH	131	129	122	135	135	**130b**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	89	103	94	93	92	**94ab**
83%Q + 17%SH	83	80	97	81	86	**85a**
67%Q + 33%SH	90	123	111	92	106	**104abc**
50%Q + 50%SH	86	114	110	110	114	**107bc**
33%Q + 67%SH	80	115	117	149	115	**115c**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
100% Q	71	74	68	74	74	**72a**
83%Q + 17%SH	80	74	90	92	86	**84a**
67%Q + 33%SH	109	75	80	73	85	**84a**
50%Q + 50%SH	88	68	78	86	62	**76a**
33%Q + 67%SH	74	68	68	68	86	**73a**

MEDIDAS REPETIDAS (MUESTREOS II-IV)					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	95a	**98a**	**101a**	**105a**	**104a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	1528,560	382,140	2,640	**0,064**
Dentro de grupos	20	2895,200	144,760		
Total	24	4423,760			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	1594,960	398,740	5,775	**0,003**
Dentro de grupos	20	1380,800	69,040		
Total	24	2975,760			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	2681,200	670,300	3,356	**0,030**
Dentro de grupos	20	3994,800	199,740		
Total	24	6676,000			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	726,824	181,706	1,984	**0,136**
Dentro de grupos	20	1831,660	91,583		
Total	24	2558,484			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	759405,091	1	759405,091	2881,4	0,000
Trat	1035,863	4	258,966	0,983	**0,439**
Error	5271,009	20	263,550		

COBRE (ppm)

MUESTREO I	**REPETICIONES**					
	A	**B**	**C**	**D**	*E*	MEDIAS
100% Q	6,0	6,0	9,5	9,5	6,0	**7,4a**
83%Q + 17%SH	7,2	6,0	8,3	9,5	8,3	**7,9a**
67%Q + 33%SH	9,5	9,5	8,3	7,2	8,3	**8,6a**
50%Q + 50%SH	7,2	6,0	8,3	6,0	10,7	**7,6a**
33%Q + 67%SH	5,8	6,0	10,7	9,5	8,3	**7,9a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	10,3	10,6	8,4	9,9	8,8	**9,6ab**
83%Q + 17%SH	10,6	8,1	8,0	9,5	10,2	**9,3ab**
67%Q + 33%SH	8,4	8,8	8,4	8,4	7,7	**8,3a**
50%Q + 50%SH	8,8	8,4	11,7	11,7	11,7	**10,5b**
33%Q + 67%SH	11,7	12,4	13,2	14,6	14,6	**13,3c**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	4,5	5,0	5,0	3,5	3,6	**4,3a**
83%Q + 17%SH	5,0	4,5	6,4	2,6	4,0	**4,5a**
67%Q + 33%SH	3,5	4,0	4,5	3,5	3,1	**3,7a**
50%Q + 50%SH	5,9	5,0	5,0	4,5	3,6	**4,8a**
33%Q + 67%SH	5,4	4,5	4,5	5,0	5,4	**5,0a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
100% Q	7,2	10,4	8,8	8,8	10,4	**9,1a**
83%Q + 17%SH	10,4	10,4	15,2	24,8	26,4	**17,4a**
67%Q + 33%SH	10,4	12,0	10,4	10,4	10,4	**14,5a**
50%Q + 50%SH	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	**10,4a**
33%Q + 67%SH	10,4	10,4	8,8	10,4	10,4	**10,1a**

MEDIDAS REPETIDAS (MUESTREOS II-IV)					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	7,7a	**10,4a**	**8,9a**	**8,5a**	**9,4a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	3,875	0,969	0,298	**0,876**
Dentro de grupos	20	64,931	3,247		
Total	24	68,807			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	71,718	17,929	12,657	**0,000**
Dentro de grupos	20	28,332	1,417		
Total	24	100,050			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	4,657	1,164	1,587	**0,217**
Dentro de grupos	20	14,674	0,734		
Total	24	19,331			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	250,303	62,576	2,356	**0,088**
Dentro de grupos	20	531,255	26,563		
Total	24	781,558			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	6058,013	1	6058,013	684,84	0,000
Trat	61,909	4	15,477	1,750	**0,179**
Error	176,919	20	8,846		

MANGANESO (ppm)

MUESTREO I	**REPETICIONES**					
	A	**B**	**C**	**D**	*E*	MEDIAS
100% Q	42	36	53	62	58	**50a**
83%Q + 17%SH	75	59	58	62	59	**63a**
67%Q + 33%SH	53	72	63	42	61	**58a**
50%Q + 50%SH	51	61	69	54	54	**58a**
33%Q + 67%SH	53	31	56	69	57	**53a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	93	96	95	100	111	**99a**
83%Q + 17%SH	106	102	101	104	110	**105a**
67%Q + 33%SH	99	100	107	112	111	**106a**
50%Q + 50%SH	100	104	111	123	101	**108a**
33%Q + 67%SH	85	104	101	119	107	**103a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	75	67	71	67	68	**70a**
83%Q + 17%SH	62	63	89	93	68	**75ab**
67%Q + 33%SH	92	91	92	74	102	**90b**
50%Q + 50%SH	53	94	91	88	106	**86ab**
33%Q + 67%SH	75	195	93	94	94	**92b**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
100% Q	82	93	78	48	78	**76a**
83%Q + 17%SH	100	100	111	89	163	**113a**
67%Q + 33%SH	149	74	97	123	71	**103a**
50%Q + 50%SH	82	85	89	85	97	**88a**
33%Q + 67%SH	82	82	93	111	130	**100a**

MEDIDAS REPETIDAS (MUESTREOS II-IV)					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	81a	**97a**	**100a**	**94a**	**98a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	461,600	115,400	1,066	**0,399**
Dentro de grupos	20	2164,400	108,220		
Total	24	2626,000			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	218,240	54,560	0,798	**0,541**
Dentro de grupos	20	1367,600	68,380		
Total	24	1585,840			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	1955,440	488,860	2,888	**0,049**
Dentro de grupos	20	3386,000	169,300		
Total	24	5341,440			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	4064,240	1016,060	1,881	**0,153**
Dentro de grupos	20	10803,200	540,160		
Total	24	14867,440			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	664769,613	1	664769,613	2465,2	0,000
Trat	3280,187	4	820,047	3,041	**0,041**
Error	5393,200	20	269,660		

ZINC (ppm)

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	*E*	MEDIAS
100% Q	44	40	50	50	44	**45a**
83%Q + 17%SH	50	45	45	46	52	**47a**
67%Q + 33%SH	42	45	44	48	45	**45a**
50%Q + 50%SH	47	50	47	41	48	**47a**
33%Q + 67%SH	46	37	45	47	41	**43a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	49	55	59	47	52	**52a**
83%Q + 17%SH	47	51	50	44	49	**48a**
67%Q + 33%SH	48	44	44	53	52	**48a**
50%Q + 50%SH	51	47	43	47	43	**46a**
33%Q + 67%SH	51	42	52	57	47	**50a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	39	35	52	57	38	**44a**
83%Q + 17%SH	38	42	46	35	34	**39a**
67%Q + 33%SH	57	56	51	43	57	**53a**
50%Q + 50%SH	33	33	57	56	55	**47a**
33%Q + 67%SH	34	63	53	55	65	**54a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
100% Q	51	51	43	45	45	
83%Q + 17%SH	42	44	52	53	87	**56a**
67%Q + 33%SH	67	51	50	49	50	**53a**
50%Q + 50%SH	47	41	45	46	48	**45a**
33%Q + 67%SH	41	53	52	46	68	**52a**

MEDIDAS REPETIDAS (MUESTREOS II-IV)					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	48a	**47a**	**51a**	**46a**	**52a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	53,510	13,378	1,057	**0,403**
Dentro de grupos	20	253,008	12,650		
Total	24	306,518			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	105,040	26,260	1,401	**0,270**
Dentro de grupos	20	374,900	28,745		
Total	24	479,940			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	769,360	192,340	2,068	**0,123**
Dentro de grupos	20	1860,400	93,020		
Total	24	2629,760			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	386,992	96,748	0,908	**0,478**
Dentro de grupos	20	2129,990	106,500		
Total	24	2516,983			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	179063,019	1	179063,019	2627,8	0,000
Trat	403,432	4	100,858	1,480	**0,246**
Error	1362,860	20	68,143		

VIII.5.2. Ensayo de dosis en limón. Relaciones del hierro con otros elementos.

K/Fe

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	*E*	MEDIAS
100% Q	76	49	61	74	76	**67a**
83%Q + 17%SH	60	81	66	86	64	**72a**
67%Q + 33%SH	76	57	59	74	64	**64a**
50%Q + 50%SH	59	67	75	45	54	**60a**
33%Q + 67%SH	62	70	61	65	61	**64a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	93	80	89	80	82	**85c**
83%Q + 17%SH	71	97	52	74	66	**72abc**
67%Q + 33%SH	90	90	60	81	72	**79bc**
50%Q + 50%SH	63	72	62	65	62	**65ab**
33%Q + 67%SH	69	58	69	56	47	**60a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	170	137	129	137	149	**144a**
83%Q + 17%SH	174	180	140	173	160	**165a**
67%Q + 33%SH	115	93	117	147	108	**116a**
50%Q + 50%SH	203	135	116	99	99	**131a**
33%Q + 67%SH	195	96	103	81	103	**116a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
100% Q	244	204	247	223	223	**228a**
83%Q + 17%SH	192	212	176	184	182	**189a**
67%Q + 33%SH	152	203	222	220	205	**200a**
50%Q + 50%SH	181	198	191	138	249	**191a**
33%Q + 67%SH	205	223	253	226	187	**219a**

MEDIDAS REPETIDAS (MUESTREOS II-IV)					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	152a	**142a**	**132a**	**129a**	**131a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	376,336	94,084	0,892	**0,487**
Dentro de grupos	20	2108,585	105,429		
Total	24	2484,921			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	2050,468	512,617	4,527	**0,009**
Dentro de grupos	20	2264,482	113,224		
Total	24	4314,950			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	8852,935	2213,234	2,301	**0,094**
Dentro de grupos	20	19240,659	962,033		
Total	24	28093,594			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	5900,408	1475,102	2,096	**0,119**
Dentro de grupos	20	14076,013	703,801		
Total	24	19976,421			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	1413800,532	1	1413800,532	2162,7	0,000
Trat	5854,535	4	1463,634	2,239	**0,101**
Error	13074,673	20	653,734		

Ca/Fe

MUESTREO I	**REPETICIONES**					
	A	**B**	**C**	**D**	*E*	MEDIAS
100% Q	254	183	242	315	266	**252a**
83%Q + 17%SH	265	270	267	342	226	**274a**
67%Q + 33%SH	172	249	229	229	254	**227a**
50%Q + 50%SH	238	225	274	244	221	**240a**
33%Q + 67%SH	275	213	238	246	228	**240a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	289	334	315	288	313	**308a**
83%Q + 17%SH	252	312	295	341	263	**293a**
67%Q + 33%SH	317	316	326	337	361	**331a**
50%Q + 50%SH	281	288	276	335	308	**298a**
33%Q + 67%SH	253	344	317	305	314	**307a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	339	398	263	422	375	**359a**
83%Q + 17%SH	367	447	280	413	389	**379a**
67%Q + 33%SH	315	346	386	473	404	**385a**
50%Q + 50%SH	374	268	403	451	438	**387a**
33%Q + 67%SH	358	379	378	299	402	**363a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
100% Q	475	428	427	359	445	**427a**
83%Q + 17%SH	364	405	342	284	428	**364a**
67%Q + 33%SH	266	393	406	381	327	**354a**
50%Q + 50%SH	335	446	362	364	542	**410a**
33%Q + 67%SH	387	408	483	477	443	**440a**

MEDIDAS REPETIDAS (MUESTREOS II-IV)					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	365a	**345a**	**357a**	**365a**	**370a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	6354,195	1588,549	1,316	**0,298**
Dentro de grupos	20	24139,037	1206,952		
Total	24	30493,232			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	4441,006	1110,252	1,478	**0,246**
Dentro de grupos	20	15019,152	750,958		
Total	24	19460,158			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	3189,723	797,431	0,218	**0,925**
Dentro de grupos	20	73236,166	3661,808		
Total	24	76425,889			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	28607,181	7151,795	2,064	**0,124**
Dentro de grupos	20	69287,709	3464,385		
Total	24	97894,891			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	9735538,205	1	9735538,205	3229,7	0,000
Trat	5476,017	4	1369,004	0,454	**0,768**
Error	60288,702	20	3014,435		

P/Fe

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	*E*	MEDIAS
100% Q	13	8,3	10	14	12	**11a**
83%Q + 17%SH	12	11	10	16	10	**12a**
67%Q + 33%SH	9,4	10	8,3	13	9,5	**10a**
50%Q + 50%SH	11	11	12	11	10	**11a**
33%Q + 67%SH	10	13	11	11	10	**11a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	10	10	8,9	11	7,8	**9,7a**
83%Q + 17%SH	7,9	9,2	7,0	11	8,3	**8,7a**
67%Q + 33%SH	10	10	8,9	10	8,9	**9,6a**
50%Q + 50%SH	8,8	7,7	7,7	7,4	8,0	**7,9a**
33%Q + 67%SH	9,2	8,6	9,3	9,8	7,9	**9,0a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	21	18	20	20	21	**20a**
83%Q + 17%SH	27	32	27	27	32	**29b**
67%Q + 33%SH	26	21	24	28	27	**25ab**
50%Q + 50%SH	36	25	25	26	26	**28b**
33%Q + 67%SH	39	25	25	20	28	**27b**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
100% Q	22	21	25	22	23	**22a**
83%Q + 17%SH	20	21	19	19	19	**20a**
67%Q + 33%SH	15	23	23	23	21	**21a**
50%Q + 50%SH	17	26	22	19	28	**22a**
33%Q + 67%SH	23	27	27	28	20	**25a**

MEDIDAS REPETIDAS (MUESTREOS II-IV)

MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	17,4a	**19,2ab**	**18,6ab**	**19,3b**	**20,4b**

ANÁLISIS DE VARIANZA

FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	10,434	2,608	0,784	**0,549**
Dentro de grupos	20	66,539	3,327		
Total	24	76,973			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	10,709	2,677	2,432	**0,081**
Dentro de grupos	20	22,014	1,101		
Total	24	32,723			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	253,866	64,467	3,565	**0,024**
Dentro de grupos	20	356,076	17,804		
Total	24	609,943			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	77,408	19,352	2,130	**0,115**
Dentro de grupos	20	181,717	9,086		
Total	24	259,124			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	26992,739	1	26992,739	4911,9	0,000
Trat	73,963	4	18,491	3,365	**0,029**
Error	109,907	20	5,495		

Mn/Fe

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	*E*	MEDIAS
100% Q	0,40	0,27	0,40	0,57	0,50	**0,43a**
83%Q + 17%SH	0,56	0,50	0,48	0,65	0,45	**0,53a**
67%Q + 33%SH	0,36	0,53	0,42	0,34	0,45	**0,42a**
50%Q + 50%SH	0,38	0,48	0,56	0,44	0,36	**0,44a**
33%Q + 67%SH	0,43	0,25	0,43	0,50	0,39	**0,40a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	0,80	0,81	0,86	0,86	0,93	**0,85a**
83%Q + 17%SH	0,73	0,86	0,76	0,96	0,83	**0,83a**
67%Q + 33%SH	0,93	0,91	0,88	0,92	0,97	**0,92a**
50%Q + 50%SH	0,77	0,76	0,77	0,96	0,75	**0,80a**
33%Q + 67%SH	0,65	0,81	0,83	0,88	0,79	**0,79a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	0,70	0,61	0,95	1,0	0,74	**0,80a**
83%Q + 17%SH	0,90	0,84	0,73	0,83	0,79	**0,82a**
67%Q + 33%SH	1,0	0,74	0,83	0,80	0,96	**0,87a**
50%Q + 50%SH	0,62	0,82	0,83	0,80	0,93	**0,80a**
33%Q + 67%SH	0,94	0,91	0,79	0,63	0,82	**0,82a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
100% Q	1,2	1,3	1,1	0,65	1,1	**1,1a**
83%Q + 17%SH	1,3	1,4	1,2	0,97	1,9	**1,3a**
67%Q + 33%SH	1,4	0,99	1,2	1,7	0,83	**1,5a**
50%Q + 50%SH	0,93	1,3	1,1	1,0	1,6	**1,2a**
33%Q + 67%SH	1,1	1,2	1,4	1,6	1,5	**1,4a**

MEDIDAS REPETIDAS (MUESTREOS II-IV)

MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	0,90a	**1,0a**	**1,0a**	**0,93a**	**0,99a**

ANÁLISIS DE VARIANZA

FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	5,059 E-02	1,265 E-02	1,596	**0,214**
Dentro de grupos	20	0,159	7,925 E-03		
Total	24	0,209			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	5,476 E-02	1,369 E-02	2,459	**0,079**
Dentro de grupos	20	0,111	5,567 E-03		
Total	24	0,166			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	1,756 E-02	4,390 E-03	0,300	**0,875**
Dentro de grupos	20	0,293	1,464 E-02		
Total	24	0,310			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	0,332	8,312 E-02	1,057	**0,403**
Dentro de grupos	20	1,573	7,863 E-02		
Total	24	1,905			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	69,717	1	69,717	2699,8	0,000
Trat	0,131	4	3,272 E-02	1,267	**0,316**
Error	0,516	20	2,582 E-02		

Zn/Fe

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	*E*	MEDIAS
100% Q	0,42	0,30	0,37	0,46	0,37	**0,39ab**
83%Q + 17%SH	0,37	0,38	0,37	0,48	0,40	**0,40b**
67%Q + 33%SH	0,29	0,33	0,29	0,39	0,33	**0,32a**
50%Q + 50%SH	0,35	0,40	0,38	0,33	0,32	**0,3,ab**
33%Q + 67%SH	0,37	0,30	0,34	0,34	0,28	**0,33a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	0,42	0,47	0,53	0,40	0,43	**0,45c**
83%Q + 17%SH	0,32	0,43	0,38	0,40	0,37	**0,38ab**
67%Q + 33%SH	0,45	0,40	0,36	0,43	0,45	**0,42bc**
50%Q + 50%SH	0,39	0,34	0,30	0,36	0,32	**0,34a**
33%Q + 67%SH	0,39	0,32	0,43	0,42	0,35	**0,38ab**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	0,44	0,34	0,55	0,61	0,41	**0,47a**
83%Q + 17%SH	0,46	0,53	0,47	0,43	0,40	**0,46a**
67%Q + 33%SH	0,63	0,46	0,46	0,47	0,54	**0,51a**
50%Q + 50%SH	0,38	0,29	0,52	0,51	0,48	**0,44a**
33%Q + 67%SH	0,43	0,55	0,45	0,37	0,57	**0,47a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
100% Q	0,72	0,69	0,63	0,61	0,61	**0,65a**
83%Q + 17%SH	0,52	0,59	0,58	0,58	1,0	**0,66a**
67%Q + 33%SH	0,62	0,68	0,62	0,67	0,59	**0,63a**
50%Q + 50%SH	0,53	0,60	0,57	0,53	0,77	**0,60a**
33%Q + 67%SH	0,55	0,78	0,76	0,67	0,80	**0,71a**

MEDIDAS REPETIDAS (MUESTREOS II-IV)					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	0,52a	**0,50a**	**0,52a**	**0,46a**	**0,52a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	2,273 E-02	5,682 E-03	2,982	**0,044**
Dentro de grupos	20	3,811 E-02	1,905 E-03		
Total	24	6,084 E-02			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	3,410 E-02	8,524 E-03	4,581	**0,009**
Dentro de grupos	20	3,722 E-02	1,861 E-03		
Total	24	7,131 E-02			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	1,472 E-02	3,681 E-03	0,500	**0,736**
Dentro de grupos	20	0,147	7,363 E-03		
Total	24	0,162			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	3,243 E-02	8,107 E-03	0,614	**0,658**
Dentro de grupos	20	0,264	1,321 E-02		
Total	24	0,297			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	19,115	1	19,115	3166,8	0,000
Trat	4,440 E-02	4	1,110 E-02	1,839	**0,161**
Error	0,121	20	6,036 E-03		

Cu/Fe

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	*E*	MEDIAS
100% Q	0,057	0,046	0,071	0,088	0,051	**0,063a**
83%Q + 17%SH	0,053	0,051	0,069	0,10	0,064	**0,067a**
67%Q + 33%SH	0,065	0,069	0,056	0,058	0,061	**0,062a**
50%Q + 50%SH	0,053	0,047	0,067	0,048	0,071	**0,057a**
33%Q + 67%SH	0,039	0,048	0,082	0,069	0,057	**0,059a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	0,089	0,090	0,076	0,085	0,074	**0,083a**
83%Q + 17%SH	0,073	0,069	0,060	0,088	0,077	**0,073a**
67%Q + 33%SH	0,079	0,080	0,069	0,069	0,068	**0,073a**
50%Q + 50%SH	0,068	0,062	0,081	0,091	0,087	**0,078a**
33%Q + 67%SH	0,089	0,096	0,11	0,11	0,11	**0,10b**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	0,051	0,049	0,053	0,038	0,039	**0,046a**
83%Q + 17%SH	0,060	0,056	0,066	0,032	0,047	**0,052a**
67%Q + 33%SH	0,039	0,032	0,041	0,038	0,029	**0,036a**
50%Q + 50%SH	0,069	0,044	0,046	0,041	0,032	**0,046a**
33%Q + 67%SH	0,068	0,039	0,039	0,034	0,047	**0,045a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
100% Q	0,10	0,14	0,13	0,12	0,14	**0,13a**
83%Q + 17%SH	0,13	0,14	0,17	0,27	0,31	**0,20a**
67%Q + 33%SH	0,27	0,14	0,15	0,14	0,12	**0,16a**
50%Q + 50%SH	0,12	0,15	0,13	0,12	0,17	**0,14a**
33%Q + 67%SH	0,14	0,15	0,13	0,15	0,12	**0,14a**

MEDIDAS REPETIDAS (MUESTREOS II-IV)					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	0,085a	**0,11a**	**0,091a**	**0,087a**	**0,095a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	2,951 E-04	7,378 E-05	0,328	**0,856**
Dentro de grupos	20	4,497 E-03	2,249 E-04		
Total	24	4,793 E-03			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	2,886 E-03	7,214 E-04	8,362	**0,000**
Dentro de grupos	20	1,726 E-03	8,628 E-05		
Total	24	4,611 E-03			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	6,869 E-04	1,717 E-04	1,395	**0,271**
Dentro de grupos	20	2,461 E-03	1,231 E-04		
Total	24	3,148 E-03			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	1,891 E-02	4,727 E-03	2,154	**0,112**
Dentro de grupos	20	4,389 E-02	2,194 E-03		
Total	24	6,279 E-02			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	0,659	1	0,659	914,74	0,000
Trat	5,692 E-03	4	1,423 E-03	1,976	**0,137**
Error	1,440 E-02	20	7,201 E-04		

VIII.5.3. Ensayo de dosis en tomate. Relaciones entre nutrientes distintos al hierro.

K/Mg

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	*E*	MEDIAS
100% Q	4,5	3,7	3,8	3,7	4,6	**4,1a**
83%Q + 17%SH	4,0	4,6	3,8	3,4	4,5	**4,1a**
67%Q + 33%SH	6,1	4,1	4,3	4,8	3,3	**4,5a**
50%Q + 50%SH	3,7	4,6	4,2	2,7	3,8	**3,8a**
33%Q + 67%SH	3,9	3,9	3,8	3,9	4,2	**3,9a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	6,2	4,5	5,5	5,3	4,3	**5,2a**
83%Q + 17%SH	6,2	6,9	3,7	4,9	5,5	**5,4a**
67%Q + 33%SH	5,6	6,5	4,0	6,0	4,7	**5,3a**
50%Q + 50%SH	5,3	5,8	5,0	5,1	5,0	**5,2a**
33%Q + 67%SH	5,7	4,0	5,0	4,4	3,7	**4,6a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	8,8	6,5	6,6	6,9	7,9	**7,4a**
83%Q + 17%SH	8,2	6,9	6,5	8,4	8,3	**7,7a**
67%Q + 33%SH	6,3	6,9	9,0	6,7	7,0	**7,2a**
50%Q + 50%SH	9,7	8,2	7,0	5,4	5,2	**7,1a**
33%Q + 67%SH	8,0	5,3	6,2	6,3	5,6	**6,3a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
100% Q	4,9	5,2	4,7	5,8	4,7	**5,1a**
83%Q + 17%SH	5,1	6,5	4,3	4,8	5,3	**5,2a**
67%Q + 33%SH	5,3	6,0	4,3	5,1	5,2	**5,2a**
50%Q + 50%SH	6,2	4,9	6,5	3,8	4,6	**5,2a**
33%Q + 67%SH	6,9	5,6	4,7	3,8	5,8	**5,4a**

MEDIDAS REPETIDAS (MUESTREOS II-IV)					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	5,9a	**6,1a**	**5,9a**	**5,9a**	**5,4a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	1,475	0,369	0,922	**0,471**
Dentro de grupos	20	7,996	0,400		
Total	24	9,471			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	2,348	0,587	0,754	**0,567**
Dentro de grupos	20	15,563	0,778		
Total	24	17,912			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	5,531	1,383	0,888	**0,489**
Dentro de grupos	20	31,145	1,557		
Total	24	36,676			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	0,238	5,959 E-02	0,076	**0,989**
Dentro de grupos	20	15,689	0,784		
Total	24	15,927			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	2544,316	1	2544,316	1643,5	0,000
Trat	4,120	4	1,030	0,665	**0,623**
Error	30,962	20	1,548		

K/Ca

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	*E*	MEDIAS
100% Q	0,30	0,27	0,25	0,23	0,29	**0,27a**
83%Q + 17%SH	0,23	0,30	0,25	0,25	0,28	**0,26a**
67%Q + 33%SH	0,44	0,23	0,26	0,32	0,21	**0,29a**
50%Q + 50%SH	0,25	0,30	0,27	0,18	0,25	**0,25a**
33%Q + 67%SH	0,22	0,33	0,25	0,26	0,27	**0,27a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	0,32	0,24	0,28	0,28	0,26	**0,28a**
83%Q + 17%SH	0,28	0,30	0,17	0,22	0,25	**0,25a**
67%Q + 33%SH	0,28	0,29	0,19	0,24	0,20	**0,24a**
50%Q + 50%SH	0,22	0,25	0,22	0,20	0,20	**0,22a**
33%Q + 67%SH	0,27	0,27	0,22	0,18	0,15	**0,20a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	0,50	0,35	0,49	0, 33	0,40	**0,41a**
83%Q + 17%SH	0,47	0,40	0,50	0,42	0,41	**0,44a**
67%Q + 33%SH	0,36	0,27	0,30	0,31	0,27	**0,30a**
50%Q + 50%SH	0,54	0,50	0,29	0,22	0,23	**0,36a**
33%Q + 67%SH	0,54	0,25	0,27	0,27	0,26	**0,32a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
100% Q	0,51	0,48	0,58	0,62	0,50	**0,54a**
83%Q + 17%SH	0,53	0,52	0,52	0,65	0,42	**0,53a**
67%Q + 33%SH	0,57	0,52	0,55	0,58	0,63	**0,57a**
50%Q + 50%SH	0,54	0,44	0,53	0,38	0,46	**0,47a**
33%Q + 67%SH	0,53	0,55	0,52	0,47	0,42	**0,50a**

MEDIDAS REPETIDAS (MUESTREOS II-IV)

MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	0,41a	**0,41a**	**0,37a**	**0,35a**	**0,34a**

ANÁLISIS DE VARIANZA

FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	4,874 E-03	1,219 E-03	0,467	**0,759**
Dentro de grupos	20	5,220 E-02	2,610 E-03		
Total	24	5,708 E-02			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	1,758 E-02	4,395 E-03	2,546	**0,071**
Dentro de grupos	20	3,453 E-02	1,726 E-03		
Total	24	5,211 E-02			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	7,025 E-02	1,756 E-02	1,752	**0,178**
Dentro de grupos	20	0,201	1,003 E-02		
Total	24	0,271			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	2,804 E-02	7,010 E-03	1,898	**0,150**
Dentro de grupos	20	7,388 E-02	3,694 E-03		
Total	24	0,102			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	10,506	1	10,506	1433,4	0,000
Trat	6,185 E-02	4	1,546 E-02	2,110	**0,117**
Error	0,147	20	7,329 E-03		

K/Na

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	*E*	MEDIAS
100% Q	20	25	34	42	31	**30a**
83%Q + 17%SH	37	42	45	36	39	**40a**
67%Q + 33%SH	38	39	44	30	41	**39a**
50%Q + 50%SH	19	31	37	19	23	**26a**
33%Q + 67%SH	27	32	27	40	31	**32a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	17	13	21	14	14	**15a**
83%Q + 17%SH	15	32	18	16	15	**19a**
67%Q + 33%SH	21	20	13	24	23	**20a**
50%Q + 50%SH	24	34	23	35	13	**26a**
33%Q + 67%SH	18	24	25	19	11	**21a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	23	27	13	36	27	**25a**
83%Q + 17%SH	25	39	42	37	46	**38a**
67%Q + 33%SH	40	31	37	32	42	**36a**
50%Q + 50%SH	41	51	25	31	40	**38a**
33%Q + 67%SH	71	31	39	35	42	**44a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
100% Q	25	40	28	50	47	**38a**
83%Q + 17%SH	41	36	54	62	45	**48a**
67%Q + 33%SH	52	57	30	47	45	**46a**
50%Q + 50%SH	48	41	39	53	109	**58ab**
33%Q + 67%SH	128	57	67	88	68	**82b**

MEDIDAS REPETIDAS (MUESTREOS II-IV)					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	26a	**35ab**	**34ab**	**40bc**	**49c**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	659,966	164,991	4,025	**0,015**
Dentro de grupos	20	819,732	40,987		
Total	24	1479,698			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	266,145	66,536	1,590	**0,216**
Dentro de grupos	20	837,186	41,859		
Total	24	1103,331			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	915,301	228,825	2,289	**0,096**
Dentro de grupos	20	1999,745	99,987		
Total	24	2915,046			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	5708,422	1427,105	3,587	**0,023**
Dentro de grupos	20	7957,945	397,897		
Total	24	13666,367			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	102473,743	1	102473,743	491,32	0,000
Trat	4219,944	4	1054,986	5,058	**0,006**
Error	4171,336	20	208,567		

Ca/Mg

MUESTREO I	**REPETICIONES**					
	A	**B**	**C**	**D**	*E*	MEDIAS
100% Q	15	14	15	16	16	**15a**
83%Q + 17%SH	18	15	15	13	16	**16a**
67%Q + 33%SH	14	18	17	15	16	**16a**
50%Q + 50%SH	15	16	15	15	15	**15a**
33%Q + 67%SH	18	12	15	15	16	**15a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	19	19	19	19	17	**19a**
83%Q + 17%SH	22	22	21	22	22	**22,0b**
67%Q + 33%SH	20	23	21	25	23	**22,4bc**
50%Q + 50%SH	23	23	23	26	25	**24,1c**
33%Q + 67%SH	21	24	23	24	25	**23,3bc**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	18	19	13	21	20	**18a**
83%Q + 17%SH	18	18	13	20	20	**18a**
67%Q + 33%SH	17	26	30	22	26	**24a**
50%Q + 50%SH	18	16	24	25	23	**21a**
33%Q + 67%SH	15	21	23	23	22	**21a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
100% Q	9,5	11	8,1	9,4	9,3	**10a**
83%Q + 17%SH	9,7	12	8,4	7,4	13	**10a**
67%Q + 33%SH	9,3	12	7,9	8,8	8,3	**9a**
50%Q + 50%SH	11	11	12	10	10	**11a**
33%Q + 67%SH	13	10	9,0	8,0	14	**11a**

MEDIDAS REPETIDAS (MUESTREOS II-IV)

MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	16a	**17ab**	**18,5bc**	**18,8c**	**18,3bc**

ANÁLISIS DE VARIANZA

FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	2,086	0,522	0,265	**0,897**
Dentro de grupos	20	39,384	1,969		
Total	24	41,470			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	85,882	21,470	10,433	**0,000**
Dentro de grupos	20	41,158	2,058		
Total	24	127,040			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	134,053	33,513	2,505	**0,075**
Dentro de grupos	20	267,613	13,381		
Total	24	401,665			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	12,725	3,181	0,997	**0,432**
Dentro de grupos	20	63,844	3,192		
Total	24	76,570			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	23009,496	1	23009,496	3419,8	0,000
Trat	125,021	4	31,255	4,645	**0,008**
Error	134,568	20	6,728		

Mn/Zn

MUESTREO I	**REPETICIONES**					
	A	**B**	**C**	**D**	*E*	MEDIAS
100% Q	0,96	0,90	1,1	1,3	1,3	**1,1a**
83%Q + 17%SH	1,5	1,3	1,3	1,4	1,1	**1,3a**
67%Q + 33%SH	1,3	1,6	1,4	0,88	1,3	**1,3a**
50%Q + 50%SH	1,1	1,2	1,5	1,3	1,1	**1,2a**
33%Q + 67%SH	1,1	0,85	1,3	1,5	1,4	**1,2a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	1,9	1,7	1,6	2,2	2,2	**1,9a**
83%Q + 17%SH	2,3	2,0	2,0	2,4	2,2	**2,2a**
67%Q + 33%SH	2,1	2,3	2,5	2,1	2,2	**2,2a**
50%Q + 50%SH	2,0	2,2	2,6	2,6	2,3	**2,4a**
33%Q + 67%SH	1,7	2,5	1,9	2,1	2,3	**2,1a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	1,6	1,8	1,7	1,6	1,8	**1,7a**
83%Q + 17%SH	2,0	1,6	1,5	1,9	2,0	**1,8a**
67%Q + 33%SH	1,6	1,6	1,8	1,7	1,8	**1,7a**
50%Q + 50%SH	1,6	2,8	1,6	1,6	1,9	**1,9a**
33%Q + 67%SH	2,2	1,7	1,8	1,7	1,4	**1,8a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
100% Q	1,6	1,8	1,8	1,1	1,7	**1,6a**
83%Q + 17%SH	2,4	2,3	2,1	1,7	1,9	**2,1a**
67%Q + 33%SH	2,2	1,5	1,9	2,5	1,4	**1,9a**
50%Q + 50%SH	1,7	2,1	2,0	1,9	2,0	**1,9a**
33%Q + 67%SH	2,0	1,5	1,8	2,4	1,9	**1,9a**

MEDIDAS REPETIDAS (MUESTREOS II-IV)

MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	1,75a	**2,03b**	**1,95ab**	**2,07b**	**1,93ab**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	0,160	4,011 E-02	0,965	**0,448**
Dentro de grupos	20	0,831	4,156 E-02		
Total	24	0,992			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	0,530	0,132	2,346	**0,089**
Dentro de grupos	20	1,129	5,644 E-02		
Total	24	1,659			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	0,143	3,570 E-02	0,407	**0,801**
Dentro de grupos	20	1,752	8,762 E-02		
Total	24	1,895			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	0,582	0,146	1,346	**0,288**
Dentro de grupos	20	2,162	0,108		
Total	24	2,744			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	283,340	1	283,340	4449,3	0,000
Trat	0,931	4	0,233	2,654	**0,022**
Error	1,274	20	6,368 E-02		

Na/Ca

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	*E*	MEDIAS
100% Q	0,015	0,010	0,0074	0,0056	0,0093	**0,0095a**
83%Q + 17%SH	0,0062	0,0072	0,0056	0,0071	0,0071	**0,0066a**
67%Q + 33%SH	0,011	0,0059	0,0058	0,011	0,0052	**0,0078a**
50%Q + 50%SH	0,013	0,0095	0,0074	0,0096	0,011	**0,010a**
33%Q + 67%SH	0,0082	0,010	0,0094	0,0065	0,0086	**0,0086a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	0,019	0,018	0,014	0,020	0,019	**0,018b**
83%Q + 17%SH	0,019	0,0098	0,0099	0,014	0,017	**0,014ab**
67%Q + 33%SH	0,014	0,014	0,015	0,010	0,0088	**0,012a**
50%Q + 50%SH	0,0093	0,0074	0,0097	0,0056	0,015	**0,010a**
33%Q + 67%SH	0,015	0,0070	0,0088	0,0063	0,013	**0,010a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	0,022	0,013	0,037	0,0092	0,015	**0,019b**
83%Q + 17%SH	0,019	0,010	0,012	0,011	0,0090	**0,012ab**
67%Q + 33%SH	0,0092	0,0087	0,0082	0,0096	0,0063	**0,0084a**
50%Q + 50%SH	0,013	0,0098	0,012	0,0071	0,0056	**0,0095a**
33%Q + 67%SH	0,0077	0,0080	0,0070	0,0076	0,0061	**0,0073a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
100% Q	0,021	0,012	0,021	0,012	0,011	**0,015c**
83%Q + 17%SH	0,013	0,014	0,0095	0,011	0,0095	**0,011abc**
67%Q + 33%SH	0,011	0,0091	0,019	0,012	0,014	**0,013bc**
50%Q + 50%SH	0,011	0,011	0,014	0,0072	0,0042	**0,0090ab**
33%Q + 67%SH	0,0041	0,0096	0,0079	0,0054	0,0061	**0,0070a**

MEDIDAS REPETIDAS (MUESTREOS II-IV)

MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	0,017c	**0,013b**	**0,011ab**	**0,010ab**	**0,0080a**

ANÁLISIS DE VARIANZA

FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	3,593 E-05	8,983 E-06	1,607	**0,212**
Dentro de grupos	20	1,118 E-04	5,591 E-06		
Total	24	1,477 E-04			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	2,275 E-04	5,688 E-05	4,706	**0,008**
Dentro de grupos	20	2,418 E-04	1,209 E-05		
Total	24	4,693 E-04			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	4,398 E-04	1,100 E-04	3,797	**0,019**
Dentro de grupos	20	5,791 E-04	2,896 E-05		
Total	24	1,019 E-03			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	2,179 E-04	5,448 E-05	4,440	**0,010**
Dentro de grupos	20	2,454 E-04	1,227 E-05		
Total	24	4,633 E-04			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	1,028 E-02	1	1,028 E-02	507,72	0,000
Trat	7,768 E-04	4	1,942 E-04	9,589	**0,000**
Error	4,050 E-04	20	2,025 E-05		

P/Zn

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	*E*	MEDIAS
100% Q	31	27	28	30	31	**29a**
83%Q + 17%SH	33	29	27	34	26	**30a**
67%Q + 33%SH	33	30	28	34	29	**31a**
50%Q + 50%SH	31	29	31	32	32	**31a**
33%Q + 67%SH	28	44	33	31	36	**34a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	25	21	17	28	18	**22a**
83%Q + 17%SH	25	22	19	27	22	**23a**
67%Q + 33%SH	23	26	25	23	20	**23a**
50%Q + 50%SH	23	23	26	20	25	**23a**
33%Q + 67%SH	24	27	22	23	23	**24a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	48	53	36	33	51	**44a**
83%Q + 17%SH	58	61	58	63	81	**64a**
67%Q + 33%SH	40	46	52	60	50	**50a**
50%Q + 50%SH	94	86	48	51	55	**67a**
33%Q + 67%SH	91	45	55	53	49	**59a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
100% Q	30	30	40	36	38	**35a**
83%Q + 17%SH	39	36	33	33	19	**32a**
67%Q + 33%SH	25	34	37	34	36	**33a**
50%Q + 50%SH	32	43	38	36	36	**37a**
33%Q + 67%SH	42	34	36	42	25	**36a**

MEDIDAS REPETIDAS (MUESTREOS II-IV)

MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	34a	**40a**	**35a**	**42a**	**39a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	78,092	19,523	1,496	**0,241**
Dentro de grupos	20	261,007	13,050		
Total	24	339,098			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	9,318	2,329	0,248	**0,907**
Dentro de grupos	20	187,554	9,378		
Total	24	196,871			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	1862,571	465,643	2,245	**0,100**
Dentro de grupos	20	4149,001	207,450		
Total	24	6011,572			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	86,076	21,519	0,651	**0,633**
Dentro de grupos	20	660,696	33,035		
Total	24	746,773			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	108826,043	1	108826,043	1399,9	0,000
Trat	758,226	4	189,556	2,438	**0,081**
Error	1554,745	20	77,737		

Cu/Mn

MUESTREO I	**REPETICIONES**					
	A	**B**	**C**	**D**	*E*	MEDIAS
100% Q	0,14	0,17	0,18	0,15	0,10	**0,15a**
83%Q + 17%SH	0,095	0,10	0,14	0,15	0,14	**0,13a**
67%Q + 33%SH	0,18	0,13	0,13	0,17	0,14	**0,15a**
50%Q + 50%SH	0,14	0,098	0,12	0,11	0,20	**0,13a**
33%Q + 67%SH	0,090	0,19	0,19	0,14	0,15	**0,15a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	0,11	0,11	0,088	0,099	0,079	**0,098b**
83%Q + 17%SH	0,10	0,079	0,079	0,091	0,093	**0,089ab**
67%Q + 33%SH	0,085	0,088	0,079	0,075	0,069	**0,079a**
50%Q + 50%SH	0,088	0,081	0,11	0,095	0,12	**0,097b**
33%Q + 67%SH	0,14	0,12	0,13	0,12	0,14	**0,13c**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	0,073	0,079	0,056	0,038	0,053	**0,060a**
83%Q + 17%SH	0,067	0,067	0,090	0,039	0,059	**0,064a**
67%Q + 33%SH	0,038	0,044	0,049	0,047	0,030	**0,042a**
50%Q + 50%SH	0,11	0,053	0,055	0,051	0,034	**0,061a**
33%Q + 67%SH	0,072	0,043	0,048	0,053	0,057	**0,055a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
100% Q	0,088	0,11	0,11	0,18	0,13	**0,13a**
83%Q + 17%SH	0,10	0,10	0,14	0,28	0,16	**0,16a**
67%Q + 33%SH	0,20	0,14	0,12	0,085	0,15	**0,14a**
50%Q + 50%SH	0,13	0,12	0,12	0,12	0,11	**0,12a**
33%Q + 67%SH	0,13	0,13	0,095	0,093	0,080	**0,10a**

MEDIDAS REPETIDAS (MUESTREOS II-IV)					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	0,09a	**0,10a**	**0,09a**	**0,09a**	**0,10a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	2,504 E-03	6,260 E-04	0,581	**0,680**
Dentro de grupos	20	2,156 E-02	1,078 E-03		
Total	24	2,406 E-02			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	7,140 E-03	1,785 E-03	15,179	**0,000**
Dentro de grupos	20	2,352 E-03	1,176 E-04		
Total	24	9,492 E-03			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	1,558 E-03	3,896 E-04	1,174	**0,352**
Dentro de grupos	20	6,637 E-03	3,318 E-04		
Total	24	8,195 E-03			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	7,872 E-03	1,968 E-03	1,135	**0,368**
Dentro de grupos	20	3,468 E-02	1,734 E-03		
Total	24	4,255 E-02			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	0,670	1	0,670	1293,4	0,000
Trat	2,168 E-03	4	5,420 E-04	1,047	**0,408**
Error	1,035 E-02	20	5,177 E-04		

Cu/Zn

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	*E*	MEDIAS
100% Q	0,14	0,15	0,19	0,19	0,14	**0,16a**
83%Q + 17%SH	0,14	0,13	0,19	0,21	0,16	**0,17a**
67%Q + 33%SH	0,23	0,21	0,19	0,15	0,18	**0,19a**
50%Q + 50%SH	0,15	0,12	0,18	0,14	0,22	**0,16a**
33%Q + 67%SH	0,10	0,16	0,24	0,20	0,20	**0,18a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	0,21	0,19	0,14	0,21	0,17	**0,19ab**
83%Q + 17%SH	0,23	0,16	0,16	0,22	0,21	**0,20ab**
67%Q + 33%SH	0,18	0,20	0,19	0,16	0,15	**0,18a**
50%Q + 50%SH	0,17	0,18	0,27	0,25	0,27	**0,2,bc**
33%Q + 67%SH	0,23	0,30	0,25	0,26	0,31	**0,27c**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	0,12	0,14	0,096	0,061	0,095	**0,10a**
83%Q + 17%SH	0,13	0,11	0,14	0,074	0,12	**0,11a**
67%Q + 33%SH	0,061	0,072	0,088	0,081	0,054	**0,07a**
50%Q + 50%SH	0,18	0,15	0,088	0,080	0,066	**0,11a**
33%Q + 67%SH	0,16	0,071	0,085	0,091	0,083	**0,10a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
100% Q	0,14	0,20	0,21	0,20	0,23	**0,20a**
83%Q + 17%SH	0,25	0,23	0,29	0,47	0,30	**0,31a**
67%Q + 33%SH	0,44	0,20	0,24	0,21	0,21	**0,26a**
50%Q + 50%SH	0,22	0,26	0,23	0,23	0,22	**0,23a**
33%Q + 67%SH	0,26	0,20	0,17	0,23	0,15	**0,20a**

MEDIDAS REPETIDAS (MUESTREOS II-IV)					
MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	0,16a	**0,21b**	**0,17a**	**0,19ab**	**0,19ab**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	3,705 E-03	9,262 E-04	0,689	**0,608**
Dentro de grupos	20	2,687 E-02	1,344 E-03		
Total	24	3,058 E-02			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	2,965 E-03	7,413 E-03	6,247	**0,002**
Dentro de grupos	20	2,373 E-02	1,187 E-03		
Total	24	5,338 E-02			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	5,919 E-03	1,480 E-03	1,373	**0,279**
Dentro de grupos	20	2,156 E-02	1,078 E-03		
Total	24	2,748 E-02			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	4,467 E-02	1,117 E-02	2,550	**0,071**
Dentro de grupos	20	8,760 E-02	4,380 E-03		
Total	24	0,132			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	2,526	1	2,526	1635,2	0,000
Trat	1,936 E-02	4	4,840 E-03	3,133	**0,037**
Error	3,089 E-02	20	1,545 E-03		

Mn/Ca

MUESTREO I	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	*E*	MEDIAS
100% Q	0,0016	0,0015	0,0016	0,0018	0,0019	**0,0017a**
83%Q + 17%SH	0,0021	0,0019	0,0018	0,0019	0,0020	**0,0019a**
67%Q + 33%SH	0,0021	0,0021	0,0018	0,0015	0,0018	**0,0019a**
50%Q + 50%SH	0,0016	0,0021	0,0020	0,0018	0,0016	**0,0018a**
33%Q + 67%SH	0,0016	0,0016	0,0012	0,0018	0,0020	**0,0017a**
MUESTREO II						***MEDIAS***
100% Q	0,0028	0,0024	0,0027	0,0030	0,0030	**0,0028a**
83%Q + 17%SH	0,0029	0,0028	0,0026	0,0028	0,0031	**0,0028a**
67%Q + 33%SH	0,0029	0,0029	0,0027	0,0027	0,0027	**0,0028a**
50%Q + 50%SH	0,0027	0,0027	0,0028	0,0029	0,0024	**0,0027a**
33%Q + 67%SH	0,0026	0,0023	0,0026	0,0029	0,0025	**0,0026a**
MUESTREO III						***MEDIAS***
100% Q	0,0021	0,0015	0,0036	0,0024	0,0020	**0,0023a**
83%Q + 17%SH	0,0025	0,0019	0,0026	0,0020	0,0020	**0,0022a**
67%Q + 33%SH	0,0032	0,0021	0,0021	0,0017	0,0024	**0,0023a**
50%Q + 50%SH	0,0016	0,0031	0,0021	0,0018	0,0021	**0,0021a**
33%Q + 67%SH	0,0026	0,0024	0,0021	0,0021	0,0020	**0,0023a**
MUESTREO IV						***MEDIAS***
100% Q	0,0024	0,0029	0,0027	0,0018	0,0024	**0,0024a**
83%Q + 17%SH	0,0035	0,0034	0,0036	0,0034	0,0045	**0,0037b**
67%Q + 33%SH	0,0051	0,0025	0,0030	0,0044	0,0025	**0,0035b**
50%Q + 50%SH	0,0028	0,0028	0,0032	0,0027	0,0029	**0,0029ab**
33%Q + 67%SH	0,0029	0,0029	0,0028	0,0034	0,0034	**0,0031ab**

MEDIDAS REPETIDAS (MUESTREOS II-IV)

MEDIAS	100% Q	83%Q+17%SH	67%Q+33%SH	50%Q+50%SH	33%Q+67%SH
	0,0025a	**0,0029a**	**0,0029a**	**0,0026a**	**0,0026a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	2,875 E-07	7,187 E-08	1,325	**0,295**
Dentro de grupos	20	1,085 E-06	5,432 E-08		
Total	24	1,372 E-06			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	2,068 E-07	5,170 E-08	1,468	**0,249**
Dentro de grupos	20	7,042 E-07	3,521 E-08		
Total	24	9,110 E-07			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	1,212 E-07	3,030 E-08	0,107	**0,979**
Dentro de grupos	20	5,686 E-06	2,843 E-07		
Total	24	5,807 E-06			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	4,811 E-06	1,203 E-06	3,151	**0,037**
Dentro de grupos	20	7,634 E-06	3,817 E-07		
Total	24	1,245 E-06			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	5,469 E-04	1	5,469 E-04	2013,6	0,000
Trat	1,899 E-06	4	4,747 E-07	1,748	**0,179**
Error	5,432 E-06	20	2,716 E-07		

VIII.5.4. Ensayo de dosis en limón. Parámetros de calidad de los frutos madurados en cámara.

pH	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
100% Q	2,5	2,5	2,6	2,5	2,5	2,6	**2,5a**
83%Q + 17%SH	2,6	2,6	2,5	2,5	2,6	2,6	**2,5a**
67%Q + 33%SH	2,6	2,5	2,6	2,5	2,6	2,6	**2,6a**
50%Q + 50%SH	2,6	2,6	2,5	2,6	2,6	2,6	**2,6a**
33%Q + 67%SH	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,6	**2,6a**
Diámetro ecuatorial (Øe mm)							***MEDIAS***
100% Q	51	50	50	53	48	51	**52a**
83%Q + 17%SH	52	51	55	50	49	50	**51a**
67%Q + 33%SH	46	53	51	53	49	50	**50a**
50%Q + 50%SH	51	50	53	48	50	57	**51a**
33%Q + 67%SH	47	46	46	50	51	48	**48a**
Diámetro polar (Øp mm)							***MEDIAS***
100% Q	71	79	83	82	72	76	**77a**
83%Q + 17%SH	74	80	82	74	77	75	**77a**
67%Q + 33%SH	73	74	76	84	79	75	**76a**
50%Q + 50%SH	77	84	78	75	79	83	**79a**
33%Q + 67%SH	76	75	71	76	77	67	**74a**
Øe/Øp							***MEDIAS***
100% Q	0,72	0,63	0,60	0,65	0,67	0,67	**0,67a**
83%Q + 17%SH	0,70	0,64	0,67	0,68	0,64	0,67	**0,66a**
67%Q + 33%SH	0,63	0,72	0,67	0,63	0,62	0,67	**0,66a**
50%Q + 50%SH	0,66	0,60	0,68	0,64	0,63	0,69	**0,65a**
33%Q + 67%SH	0,62	0,61	0,65	0,66	0,66	0,72	**0,65a**
Peso del fruto (gr)							***MEDIAS***
100% Q	89	100	101	106	106	108	**102a**
83%Q + 17%SH	116	115	127	112	125	123	**120a**
67%Q + 33%SH	113	111	116	122	124	120	**117a**
50%Q + 50%SH	135	100	106	157	93	115	**118a**
33%Q + 67%SH	114	99	107	135	93	125	**112a**
Grosor de la corteza (mm)							***MEDIAS***
100% Q	4,5	3,0	3,5	3,5	3,5	3,0	**3,5a**
83%Q + 17%SH	4,5	4,0	4,5	5,0	5,0	4,5	**4,6c**
67%Q + 33%SH	5,0	5,0	5,0	3,5	3,0	4,0	**4,3bc**
50%Q + 50%SH	3,5	3,5	3,5	4,0	4,0	3,5	**3,7ab**
33%Q + 67%SH	4,0	4,0	4,0	4,0	3,5	4,0	**3,9ab**
Vitamina C (mg/100ml)							***MEDIAS***
100% Q	57	49	54	51	58	59	**55a**
83%Q + 17%SH	69	63	85	83	73	60	**72c**
67%Q + 33%SH	71	65	60	65	55	73	**65bc**
50%Q + 50%SH	68	77	66	54	54	59	**63ab**
33%Q + 67%SH	59	57	57	51	60	60	**57ab**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
pH					
Entre grupos	4	9,500 E-03	2,375 E-03	1,025	**0,414**
Dentro de grupos	25	5,792 E-02	2,317 E-03		
Total	29	6,742 E-02			
Diámetro ecuatorial (Øe mm)					
Entre grupos	4	45,133	11,283	1,970	**0,130**
Dentro de grupos	25	143,167	5,727		
Total	29	188,300			
Diámetro polar (Øp mm)					
Entre grupos	4	98,467	24,617	1,530	**0,224**
Dentro de grupos	25	402,333	16,093		
Total	29	500,800			
Øe/Øp					
Entre grupos	4	8,013 E-04	2,003 E-04	0,166	**0,953**
Dentro de grupos	25	3,010 E-02	1,204 E-03		
Total	29	3,090 E-02			
Peso del fruto (gr)					
Entre grupos	4	1282,950	320,738	1,684	**0,185**
Dentro de grupos	25	4761,417	190,457		
Total	29	6044,367			
Grosor de la corteza (mm)					
Entre grupos	4	4,617	1,154	4,355	**0,008**
Dentro de grupos	25	6,625	0,265		
Total	29	11,242			
Vitamina C (mg/100ml))					
Entre grupos	4	1142,840	285,710	5,539	**0,002**
Dentro de grupos	25	1289,595	51,584		
Total	29	2432,435			

VIII.5.5. Ensayo de dosis en limón. Parámetros de calidad de los frutos madurados en árbol.

pH	REPETICIONES					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	MEDIAS
100% Q	2,2	2,3	2,2	2,1	2,3	**2,2a**
83%Q + 17%SH	2,2	2,2	2,2	2,2	2,3	**2,2a**
67%Q + 33%SH	2,2	2,3	2,2	2,3	2,3	**2,2a**
50%Q + 50%SH	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	**2,2a**
33%Q + 67%SH	2,3	2,3	2,2	2,2	2,2	**2,2a**
Diámetro ecuatorial (Øe mm)						***MEDIAS***
100% Q	63	66	58	69	66	**64a**
83%Q + 17%SH	73	68	73	70	68	**70b**
67%Q + 33%SH	65	68	72	65	71	**68ab**
50%Q + 50%SH	65	67	68	73	70	**68ab**
33%Q + 67%SH	66	66	65	68	65	**66ab**
Diámetro polar (Øp mm)						***MEDIAS***
100% Q	100	100	70	110	90	**93a**
83%Q + 17%SH	110	110	100	90	90	**100a**
67%Q + 33%SH	90	100	110	100	100	**101a**
50%Q + 50%SH	100	90	100	110	100	**99a**
33%Q + 67%SH	100	100	100	90	100	**99a**
Øe/Øp						***MEDIAS***
100% Q	0,63	0,67	0,80	0,64	0,75	**0,70a**
83%Q + 17%SH	0,69	0,64	0,70	0,77	0,74	**0,71a**
67%Q + 33%SH	0,71	0,69	0,66	0,62	0,70	**0,68a**
50%Q + 50%SH	0,67	0,73	0,70	0,70	0,68	**0,69a**
33%Q + 67%SH	0,65	0,65	0,64	0,72	0,67	**0,67a**
Peso del fruto (gr)						***MEDIAS***
100% Q	167	170	159	145	156	**159a**
83%Q + 17%SH	240	202	238	196	187	**212b**
67%Q + 33%SH	162	193	250	182	215	**200b**
50%Q + 50%SH	171	173	197	232	209	**196b**
33%Q + 67%SH	185	187	182	183	168	**181ab**
Grosor de la corteza (mm)						***MEDIAS***
100% Q	0,60	0,70	0,55	0,55	0,65	**0,61a**
83%Q + 17%SH	0,65	0,55	0,65	0,60	0,65	**0,62a**
67%Q + 33%SH	0,50	0,55	0,70	0,65	0,65	**0,61a**
50%Q + 50%SH	0,55	0,65	0,50	0,70	0,65	**0,61a**
33%Q + 67%SH	0,65	0,60	0,60	0,50	0,65	**0,61a**
Vitamina C (mg/100ml)						***MEDIAS***
100% Q	43	45	45	37	48	**43a**
83%Q + 17%SH	88	56	74	65	58	**68b**
67%Q + 33%SH	45	49	79	75	50	**60ab**
50%Q + 50%SH	51	72	49	64	46	**57ab**
33%Q + 67%SH	49	54	75	67	72	**63b**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
pH					
Entre grupos	4	1,060 E-02	2,650 E-03	1,152	**0,361**
Dentro de grupos	20	4,600 E-02	2,300 E-03		
Total	24	5,660 E-02			
Diámetro ecuatorial (Øe mm)					
Entre grupos	4	1,113	0,278	2,908	**0,048**
Dentro de grupos	20	1,913	9,565 E-02		
Total	24	3,026			
Diámetro polar (Øp mm)					
Entre grupos	4	1,778	0,444	0,653	**0,632**
Dentro de grupos	20	13,622	0,681		
Total	24	15,400			
Øe/Øp					
Entre grupos	4	4,934 E-03	1,233 E-03	0,549	**0,702**
Dentro de grupos	20	4,492 E-02	2,246 E-03		
Total	24	4,985 E-02			
Peso del fruto (gr)					
Entre grupos	4	8347,840	2086,960	4,092	**0,014**
Dentro de grupos	20	10200,200	510,010		
Total	24	18548,040			
Grosor de la corteza (mm)					
Entre grupos	4	1,000 E-03	2,500 E-04	0,053	**0,994**
Dentro de grupos	20	9,400 E-02	4,700 E-03		
Total	24	9,500 E-02			
Vitamina C (mg/100ml))					
Entre grupos	4	1741,165	435,291	3,093	**0,039**
Dentro de grupos	20	2814,581	140,729		
Total	24	4555,746			

VIII.6. Ensayo de dosis en uva de mesa.

VIII.6.1. Ensayo de dosis en uva de mesa. Nutrientes.

SODIO (%)

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
100% Q	0,88	0,73	0,70	0,87	0,65	0,74	**0,76b**
83%Q + 17%SH	0,60	0,13	0,67	0,38	0,55	0,72	**0,51a**
67%Q + 33%SH	0,60	0,50	0,19	0,69	0,31	0,63	**0,49a**
50%Q + 50%SH	0,59	0,38	0,63	0,62	0,20	0,22	**0,44a**
33%Q + 67%SH	0,69	0,67	0,18	0,36	0,43	0,53	**0,48a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
100% Q	0,36	0,28	0,30	0,53	0,38	0,32	**0,36b**
83%Q + 17%SH	0,27	0,20	0,10	0,19	0,24	0,32	**0,22a**
67%Q + 33%SH	0,20	0,14	0,087	0,34	0,10	0,26	**0,19a**
50%Q + 50%SH	0,16	0,23	0,14	0,45	0,20	0,11	**0,21a**
33%Q + 67%SH	0,30	0,15	0,23	0,17	0,13	0,23	**0,20a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
100% Q	0,69	0,40	0,72	0,83	0,94	0,72	**0,71b**
83%Q + 17%SH	0,50	0,55	0,63	0,51	0,64	0,59	**0,57ab**
67%Q + 33%SH	0,51	0,43	0,42	0,48	0,56	0,73	**0,52a**
50%Q + 50%SH	0,65	0,67	0,72	0,94	0,55	0,45	**0,67ab**
33%Q + 67%SH	0,47	0,41	0,48	0,56	0,64	0,51	**0,51a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q + 17%SH	67%Q + 33%SH	50%Q + 50%SH	33%Q + 67%SH
	0,61b	**0,43a**	**0,40a**	**0,44a**	**0,40a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	0,408	0,102	2,919	**0,041**
Dentro de grupos	25	0,874	3,494 E-02		
Total	29	1,282			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	0,122	3,051 E-02	3,551	**0,020**
Dentro de grupos	25	0,215	8,593 E-03		
Total	29	0,337			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	0,197	4,917 E-02	2,912	**0,042**
Dentro de grupos	25	0,422	1,689 E-02		
Total	29	0,619			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	18,746	1	18,746	563,66	0,000
Trat	0,590	4	0,148	4,438	**0,008**
Error	0,831	25	3,326 E-02		

POTASIO (%)

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
100% Q	1,1	1,0	1,3	1,3	1,3	1,2	**1,2a**
83%Q + 17%SH	0,98	1,1	0,94	1,1	1,2	1,1	**1,1a**
67%Q + 33%SH	1,1	1,1	0,96	1,7	1,1	1,1	**1,2a**
50%Q + 50%SH	1,3	1,3	1,3	1,3	1,1	1,2	**1,2a**
33%Q + 67%SH	1,2	1,2	1,2	1,0	1,3	1,2	**1,2a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
100% Q	0,85	0,99	0,81	1,0	0,91	0,90	**0,92a**
83%Q + 17%SH	0,82	0,94	0,89	0,94	0,92	0,99	**0,92a**
67%Q + 33%SH	0,87	0,87	0,73	0,86	0,87	0,84	**0,84a**
50%Q + 50%SH	0,84	0,76	0,85	0,78	0,87	0,87	**0,83a**
33%Q + 67%SH	0,82	0,94	0,69	0,80	0,90	0,90	**0,84a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
100% Q	0,48	0,41	0,46	0,66	0,55	0,53	**0,51a**
83%Q + 17%SH	0,52	0,53	0,87	0,50	0,63	0,60	**0,61a**
67%Q + 33%SH	0,60	0,33	0,33	1,1	0,51	0,51	**0,56a**
50%Q + 50%SH	0,75	0,52	0,26	0,72	0,36	0,28	**0,48a**
33%Q + 67%SH	0,76	0,40	0,24	0,45	0,78	0,42	**0,51a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q + 17%SH	67%Q + 33%SH	50%Q + 50%SH	33%Q + 67%SH
	0,65a	**0,71a**	**0,65a**	**0,60a**	**0,62a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	8,173 E-02	2,043 E-02	0,918	**0,469**
Dentro de grupos	25	0,556	2,226 E-02		
Total	29	0,638			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	4,532 E-02	1,133 E-02	2,363	**0,080**
Dentro de grupos	25	0,120	4,795 E-03		
Total	29	0,165			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	5,996 E-02	1,499 E-02	0,391	**0,813**
Dentro de grupos	25	0,959	3,836 E-02		
Total	29	1,019			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	37,458	1	37,458	676,2	0,000
Trat	0,133	4	3,321 E-02	0,600	**0,666**
Error	1,385	25	5,540 E-02		

CALCIO (%)

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
100% Q	1,5	0,95	1,7	1,3	1,2	1,2	**1,3a**
83%Q + 17%SH	1,7	1,5	1,1	1,0	1,3	1,3	**1,3a**
67%Q + 33%SH	2,0	1,8	1,6	1,6	1,4	1,5	**1,7b**
50%Q + 50%SH	1,5	1,5	1,3	1,2	1,1	1,3	**1,3a**
33%Q + 67%SH	1,4	1,0	1,2	1,5	1,1	1,3	**1,3a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
100% Q	2,3	2,4	2,6	2,3	2,6	2,3	**2,4a**
83%Q + 17%SH	2,4	2,3	2,3	2,4	2,3	2,6	**2,4a**
67%Q + 33%SH	2,3	2,6	2,7	2,6	2,3	3,1	**2,6ab**
50%Q + 50%SH	2,5	2,7	2,7	2,6	2,7	2,6	**2,6ab**
33%Q + 67%SH	3,1	2,7	3,0	2,7	2,6	2,3	**2,7b**
MUESTREO III							***MEDIAS***
100% Q	2,7	2,9	3,1	2,8	2,9	2,6	**2,9a**
83%Q + 17%SH	1,8	2,8	4,5	2,9	2,5	2,5	**3,0a**
67%Q + 33%SH	2,3	2,6	2,9	2,7	3,1	3,0	**2,8a**
50%Q + 50%SH	3,1	6,2	3,2	2,7	2,8	3,3	**3,6a**
33%Q + 67%SH	2,9	3,0	3,1	3,1	2,3	3,7	**3,0a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q + 17%SH	67%Q + 33%SH	50%Q + 50%SH	33%Q + 67%SH
	2,2a	**2,2a**	**2,3a**	**2,5a**	**2,3a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	0,567	0,142	2,819	**0,047**
Dentro de grupos	25	1,257	5,026 E-02		
Total	29	1,823			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	0,512	0,128	3,151	**0,032**
Dentro de grupos	25	1,015	4,058 E-02		
Total	29	1,526			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	2,284	0,571	1,090	**0,383**
Dentro de grupos	25	13,089	0,524		
Total	29	15,373			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	484,104	1	484,104	2243,8	0,000
Trat	0,975	4	0,244	1,130	**0,365**
Error	5,394	25	0,216		

MAGNESIO (%)

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
100% Q	0,40	0,38	0,52	0,54	0,47	0,49	**0,47a**
83%Q + 17%SH	0,60	0,41	0,39	0,40	0,49	0,53	**0,47a**
67%Q + 33%SH	0,60	0,53	0,49	0,55	0,43	0,58	**0,53a**
50%Q + 50%SH	0,62	0,60	0,53	0,49	0,48	0,51	**0,54a**
33%Q + 67%SH	0,56	0,44	0,54	0,71	0,39	0,49	**0,52a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
100% Q	0,79	0,83	0,84	0,86	0,89	0,85	**0,84a**
83%Q + 17%SH	0,86	0,87	0,79	0,85	0,83	0,89	**0,85a**
67%Q + 33%SH	0,88	0,82	0,80	0,84	0,82	0,95	**0,85a**
50%Q + 50%SH	0,88	0,90	0,86	0,87	0,87	0,87	**0,87a**
33%Q + 67%SH	0,87	0,81	0,91	0,89	0,85	0,84	**0,86a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
100% Q	1,1	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	**1,1b**
83%Q + 17%SH	1,1	1,2	1,2	1,2	1,0	1,0	**1,1b**
67%Q + 33%SH	1,1	1,0	1,1	1,1	1,2	1,1	**1,1b**
50%Q + 50%SH	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1	1,3	**1,1b**
33%Q + 67%SH	0,88	1,1	0,83	1,2	0,95	0,92	**1,0a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q + 17%SH	67%Q + 33%SH	50%Q + 50%SH	33%Q + 67%SH
	0,81a	**0,81a**	**0,83a**	**0,85a**	**0,79a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	2,929 E-02	7,323 E-03	1,179	**0,344**
Dentro de grupos	25	0,155	6,212 E-03		
Total	29	0,185			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	3,940 E-03	9,849 E-04	0,698	**0,600**
Dentro de grupos	25	3,527 E-02	1,411 E-03		
Total	29	3,921 E-02			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	9,677 E-02	2,419 E-02	2,898	**0,042**
Dentro de grupos	25	0,209	8,347 E-03		
Total	29	0,305			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	60,041	1	60,041	11021	0,000
Trat	4,361 E-02	4	1,090 E-02	2,001	**0,125**
Error	0,136	25	5,448 E-03		

FÓSFORO (%)

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
100% Q	0,081	0,088	0,077	0,091	0,086	0,088	**0,082a**
83%Q + 17%SH	0,090	0,11	0,082	0,090	0,11	0,10	**0,097b**
67%Q + 33%SH	0,11	0,11	0,10	0,13	0,11	0,10	**0,110c**
50%Q + 50%SH	0,12	0,12	0,12	0,12	0,095	0,11	**0,113cd**
33%Q + 67%SH	0,11	0,13	0,12	0,13	0,13	0,12	**0,124d**
MUESTREO II							***MEDIAS***
100% Q	0,25	0,30	0,25	0,31	0,30	0,29	**0,29a**
83%Q + 17%SH	0,30	0,30	0,30	0,33	0,32	0,31	**0,31a**
67%Q + 33%SH	0,29	0,36	0,37	0,37	0,36	0,38	**0,35b**
50%Q + 50%SH	0,43	0,43	0,35	0,44	0,33	0,38	**0,40c**
33%Q + 67%SH	0,39	0,38	0,41	0,41	0,35	0,41	**0,39bc**
MUESTREO III							***MEDIAS***
100% Q	0,22	0,23	0,24	0,24	0,28	0,24	**0,24a**
83%Q + 17%SH	0,22	0,26	0,31	0,21	0,27	0,22	**0,25a**
67%Q + 33%SH	0,23	0,18	0,15	0,28	0,24	0,24	**0,22a**
50%Q + 50%SH	0,28	0,22	0,18	0,25	0,22	0,17	**0,22a**
33%Q + 67%SH	0,22	0,19	0,14	0,21	0,24	0,20	**0,20a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q + 17%SH	67%Q + 33%SH	50%Q + 50%SH	33%Q + 67%SH
	0,204a	**0,218ab**	**0,228bc**	**0,242c**	**0,238bc**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	5,278 E-03	1,320 E-03	13,430	**0,000**
Dentro de grupos	25	2,457 E-03	9,826 E-05		
Total	29	7,735 E-03			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	5,742 E-02	1,435 E-02	14,028	**0,000**
Dentro de grupos	25	2,558 E-02	1,023 E-03		
Total	29	8,300 E-02			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	8,664 E-03	2,166 E-03	1,600	**0,205**
Dentro de grupos	25	3,384 E-02	1,354 E-03		
Total	29	4,251 E-02			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	4,592	1	4,592	4524,9	0,000
Trat	1,767 E-02	4	4,418 E-03	4,353	**0,008**
Error	2,537 E-02	25	1,015 E-03		

HIERRO (ppm)

MUESTREO I	**REPETICIONES**						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
100% Q	108	97	111	111	90	97	**102a**
83%Q + 17%SH	97	102	85	114	105	112	**103a**
67%Q + 33%SH	112	88	132	103	103	108	**108a**
50%Q + 50%SH	111	114	106	117	93	108	**108a**
33%Q + 67%SH	113	120	131	125	137	124	**125b**
MUESTREO II							***MEDIAS***
100% Q	101	123	109	111	119	99	**110a**
83%Q + 17%SH	126	132	105	121	131	153	**128ab**
67%Q + 33%SH	109	120	98	139	122	168	**126ab**
50%Q + 50%SH	113	134	144	138	121	137	**131ab**
33%Q + 67%SH	161	145	130	153	115	155	**143b**
MUESTREO III							***MEDIAS***
100% Q	105	110	127	110	138	127	**120a**
83%Q + 17%SH	144	133	161	138	149	149	**146b**
67%Q + 33%SH	144	144	172	161	144	172	**156b**
50%Q + 50%SH	161	133	127	133	166	127	**141b**
33%Q + 67%SH	133	149	138	127	138	161	**141b**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q + 17%SH	67%Q + 33%SH	50%Q + 50%SH	33%Q + 67%SH
	111a	**125b**	**130bc**	**127b**	**136c**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	2070,467	517,617	4,787	**0,005**
Dentro de grupos	25	2703,000	108,120		
Total	29	4773,467			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	3334,867	833,717	2,997	**0,038**
Dentro de grupos	25	6955,000	278,200		
Total	29	10289,867			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	4241,663	1060,416	5,754	**0,002**
Dentro de grupos	25	4607,540	184,302		
Total	29	8849,203			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	1425466,026	1	1425466,03	9676,8	0,000
Trat	6428,805	4	1607,201	10,910	**0,000**
Error	3682,699	25	147,308		

COBRE (ppm)

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
100% Q	14	14	13	14	14	11	**14b**
83%Q + 17%SH	21	19	12	13	14	12	**15b**
67%Q + 33%SH	13	12	9,9	11	8,3	12	**11a**
50%Q + 50%SH	11	10	12	9,9	7,7	12	**10a**
33%Q + 67%SH	17	18	15	15	13	15	**16b**
MUESTREO II							***MEDIAS***
100% Q	14	15	11	15	14	14	**14a**
83%Q + 17%SH	17	15	18	15	16	17	**16a**
67%Q + 33%SH	16	13	11	14	14	17	**14a**
50%Q + 50%SH	15	16	10	13	13	12	**13a**
33%Q + 67%SH	18	14	12	12	11	9,1	**12a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
100% Q	12	15	13	12	21	18	**15a**
83%Q + 17%SH	15	13	18	12	15	10	**14a**
67%Q + 33%SH	14	16	13	13	15	14	**14a**
50%Q + 50%SH	15	11	9	13	14	14	**13a**
33%Q + 67%SH	8	18	8	7	18	13	**12a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q + 17%SH	67%Q + 33%SH	50%Q + 50%SH	33%Q + 67%SH
	14ab	**15b**	**13a**	**12a**	**13a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	133,791	33,448	6,602	**0,001**
Dentro de grupos	25	126,665	5,067		
Total	29	260,457			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	49,475	12,369	2,756	**0,050**
Dentro de grupos	25	112,215	4,489		
Total	29	161,690			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	35,423	8,856	0,847	**0,509**
Dentro de grupos	25	261,457	10,456		
Total	29	296,880			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	16599,389	1	16599,389	2411,2	0,000
Trat	88,893	4	22,223	3,228	**0,029**
Error	172,107	25	6,884		

MANGANESO (ppm)

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
100% Q	119	105	98	95	72	75	**94a**
83%Q + 17%SH	119	87	83	82	77	97	**91a**
67%Q + 33%SH	146	81	84	122	87	72	**99a**
50%Q + 50%SH	136	137	75	81	65	72	**94a**
33%Q + 67%SH	148	77	91	121	102	75	**102a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
100% Q	102	118	123	93	101	108	**108a**
83%Q + 17%SH	106	101	114	120	95	121	**110a**
67%Q + 33%SH	137	105	135	107	118	119	**120a**
50%Q + 50%SH	124	127	125	89	108	105	**113a**
33%Q + 67%SH	140	138	132	113	93	87	**117a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
100% Q	128	187	153	129	105	134	**139a**
83%Q + 17%SH	129	128	212	148	113	132	**144a**
67%Q + 33%SH	132	141	171	125	137	128	**139a**
50%Q + 50%SH	125	142	144	116	110	140	**129a**
33%Q + 67%SH	157	138	125	147	125	114	**134a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q + 17%SH	67%Q + 33%SH	50%Q + 50%SH	33%Q + 67%SH
	114a	**115a**	**119a**	**112a**	**118a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	484,133	121,033	0,185	**0,944**
Dentro de grupos	25	16362,833	654,513		
Total	29	16846,967			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	660,800	165,200	0,698	**0,601**
Dentro de grupos	25	5916,667	236,667		
Total	29	6577,467			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	711,222	177,806	0,320	**0,862**
Dentro de grupos	25	13899,397	555,976		
Total	29	14610,619			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	1201309,078	1	1201309,078	1602,9	0,000
Trat	623,143	4	155,786	0,208	**0,932**
Error	18737,051	25	749,482		

ZINC (ppm)

MUESTREO I	**REPETICIONES**						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
100% Q	25	28	30	26	23	24	**26a**
83%Q + 17%SH	24	26	23	27	28	23	**25a**
67%Q + 33%SH	26	28	24	32	27	26	**27a**
50%Q + 50%SH	25	31	24	29	22	24	**26a**
33%Q + 67%SH	31	26	28	25	31	23	**27a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
100% Q	25	28	30	26	23	24	**26a**
83%Q + 17%SH	30	27	20	29	30	26	**27a**
67%Q + 33%SH	26	31	25	32	33	36	**31a**
50%Q + 50%SH	25	31	28	29	26	28	**28a**
33%Q + 67%SH	31	37	32	35	31	23	**32a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
100% Q	35	37	48	32	48	50	**42c**
83%Q + 17%SH	28	40	48	38	42	27	**37bc**
67%Q + 33%SH	26	32	35	38	36	29	**33ab**
50%Q + 50%SH	27	30	33	31	29	28	**29ab**
33%Q + 67%SH	27	35	31	23	15	16	**24a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q + 17%SH	67%Q + 33%SH	50%Q + 50%SH	33%Q + 67%SH
	31a	**30a**	**30a**	**28a**	**28a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	20,467	5,117	0,621	**0,651**
Dentro de grupos	25	205,833	8,233		
Total	29	226,300			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	131,533	32,883	2,463	**0,071**
Dentro de grupos	25	333,833	13,353		
Total	29	465,367			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	1072,942	268,235	5,952	**0,002**
Dentro de grupos	25	1126,625	45,065		
Total	29	2199,567			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	77404,004	1	77404,004	2695,8	0,000
Trat	171,340	4	42,835	1,492	**0,235**
Error	717,825	25	28,713		

VIII.6.2. Ensayo de dosis en uva de mesa. Relaciones del hierro con otros elementos.

K/Fe

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
100% Q	102	104	114	118	142	120	**117a**
83%Q + 17%SH	101	107	111	97	118	98	**105a**
67%Q + 33%SH	102	128	73	165	103	103	**112a**
50%Q + 50%SH	114	118	121	108	115	108	**114a**
33%Q + 67%SH	109	100	93	81	95	95	**95a**
MUESTREO Ⅱ							***MEDIAS***
100% Q	84	81	74	93	77	91	**83c**
83%Q + 17%SH	65	71	85	77	70	65	**72b**
67%Q + 33%SH	80	73	75	62	71	50	**68ab**
50%Q + 50%SH	74	57	59	57	72	64	**64ab**
33%Q + 67%SH	51	65	53	52	79	58	**59a**
MUESTREO Ⅲ							***MEDIAS***
100% Q	46	37	36	60	40	41	**43a**
83%Q + 17%SH	36	40	54	36	42	40	**42a**
67%Q + 33%SH	41	23	19	66	35	30	**36a**
50%Q + 50%SH	46	39	20	54	22	22	**34a**
33%Q + 67%SH	57	27	18	36	56	26	**37a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q + 17%SH	67%Q + 33%SH	50%Q + 50%SH	33%Q + 67%SH
	81b	**73ab**	**72ab**	**71ab**	**64a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	1741,969	435,492	1,617	**0,201**
Dentro de grupos	25	6734,016	269,361		
Total	29	8475,985			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	1982,134	495,533	6,104	**0,001**
Dentro de grupos	25	2029,640	81,186		
Total	29	4011,774			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	374,399	93,600	0,519	**0,723**
Dentro de grupos	25	4508,581	180,343		
Total	29	4882,980			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	468029,893	1	468029,893	1961,3	0,000
Trat	2735,164	4	683,791	2,865	**0,044**
Error	5965,923	25	238,637		

Ca/Fe

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
100% Q	140	98	157	120	132	120	**128ab**
83%Q + 17%SH	176	149	128	89	121	120	**131ab**
67%Q + 33%SH	174	206	122	155	136	140	**156b**
50%Q + 50%SH	136	133	122	99	122	118	**122a**
33%Q + 67%SH	128	87	94	122	80	106	**103a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
100% Q	226	194	235	210	218	233	**220a**
83%Q + 17%SH	192	174	216	199	173	171	**187a**
67%Q + 33%SH	213	219	275	187	192	182	**211a**
50%Q + 50%SH	222	204	187	187	220	186	**201a**
33%Q + 67%SH	191	184	233	176	224	147	**192a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
100% Q	261	264	244	256	211	207	**240a**
83%Q + 17%SH	193	213	282	211	170	167	**206a**
67%Q + 33%SH	161	180	169	167	215	172	**177a**
50%Q + 50%SH	190	467	255	202	170	262	**258a**
33%Q + 67%SH	216	198	224	244	167	227	**213a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q + 17%SH	67%Q + 33%SH	50%Q + 50%SH	33%Q + 67%SH
	196a	**175a**	**181a**	**193a**	**169a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	8667,113	2166,778	3,948	**0,013**
Dentro de grupos	25	13719,423	548,777		
Total	29	22386,536			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	4197,998	1049,499	1,725	**0,176**
Dentro de grupos	25	15208,367	608,335		
Total	29	19406,365			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	23375,729	5843,932	1,897	**0,142**
Dentro de grupos	25	77012,999	3080,520		
Total	29	100388,729			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	3012481,672	1	3012481,672	2117,2	0,000
Trat	9600,010	4	2400,003	1,687	**0,185**
Error	35570,906	25	1422,836		

P/Fe

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
100% Q	7,5	9,1	6,9	8,2	10	9,1	**8,4a**
83%Q + 17%SH	9,3	10	10	7,9	11	8,9	**9,5ab**
67%Q + 33%SH	9,5	12	7,9	13	11	9,3	**10,4b**
50%Q + 50%SH	11	11	11	10	10	10	**10,4b**
33%Q + 67%SH	10	11	9,2	11	9,5	10	**9,9b**
MUESTREO II							***MEDIAS***
100% Q	25	25	23	28	26	29	**26a**
83%Q + 17%SH	23	22	28	27	25	20	**24a**
67%Q + 33%SH	26	30	38	26	29	23	**29a**
50%Q + 50%SH	38	32	24	32	27	28	**30a**
33%Q + 67%SH	24	26	31	27	30	26	**28a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
100% Q	21	21	19	21	20	19	**20b**
83%Q + 17%SH	15	19	19	15	18	15	**17a**
67%Q + 33%SH	16	12	9	18	16	14	**14a**
50%Q + 50%SH	17	16	14	19	13	14	**16a**
33%Q + 67%SH	16	13	10	17	18	12	**14a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q + 17%SH	67%Q + 33%SH	50%Q + 50%SH	33%Q + 67%SH
	18a	**17a**	**18a**	**19a**	**17a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	16,541	4,135	3,287	**0,027**
Dentro de grupos	25	31,449	1,258		
Total	29	47,990			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	133,782	33,446	2,270	**0,090**
Dentro de grupos	25	368,284	14,731		
Total	29	502,067			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	144,989	36,247	6,148	**0,001**
Dentro de grupos	25	147,402	5,896		
Total	29	292,391			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	28451,412	1	28541,412	4115,4	0,000
Trat	37,805	4	9,451	1,367	**0,274**
Error	172,835	25	6,913		

Mn/Fe

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
100% Q	1,1	1,1	0,88	0,86	0,80	0,77	**0,92a**
83%Q + 17%SH	1,2	0,85	0,98	0,72	0,73	0,87	**0,90a**
67%Q + 33%SH	1,3	0,92	0,64	1,2	0,84	0,67	**0,93a**
50%Q + 50%SH	1,2	1,2	0,71	0,69	0,70	0,67	**0,87a**
33%Q + 67%SH	1,3	0,64	0,69	0,97	0,74	0,60	**0,83a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
100% Q	1,0	0,96	1,1	0,84	0,85	1,1	**0,98a**
83%Q + 17%SH	0,84	0,77	1,1	0,99	0,73	0,79	**0,87a**
67%Q + 33%SH	1,3	0,88	1,4	0,77	0,97	0,71	**0,99a**
50%Q + 50%SH	1,1	0,95	0,87	0,64	0,89	0,77	**0,87a**
33%Q + 67%SH	0,87	0,95	1,0	0,74	0,81	0,56	**0,82a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
100% Q	1,2	1,7	1,2	1,2	0,76	1,1	**1,18a**
83%Q + 17%SH	0,90	0,96	1,3	1,1	0,75	0,88	**0,98a**
67%Q + 33%SH	0,92	0,98	0,99	0,78	0,95	0,74	**0,89a**
50%Q + 50%SH	0,78	1,1	1,1	0,87	0,66	1,1	**0,94a**
33%Q + 67%SH	1,2	0,92	0,90	1,2	0,90	0,71	**0,96a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q + 17%SH	67%Q + 33%SH	50%Q + 50%SH	33%Q + 67%SH
	1,0a	**0,91a**	**0,94a**	**0,89a**	**0,87a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	3,887 E-02	9,718 E-03	0,177	**0,948**
Dentro de grupos	25	1,370	5,480 E-02		
Total	29	1,409			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	0,134	3,360 E-02	1,067	**0,394**
Dentro de grupos	25	0,788	3,150 E-02		
Total	29	0,922			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	0,305	7,621 E-02	1,800	**0,160**
Dentro de grupos	25	1,058	4,233 E-02		
Total	29	1,363			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	77,524	1	77,524	1181,9	0,000
Trat	0,262	4	6,552 E-02	0,999	**0,427**
Error	1,640	25	6,559 E-02		

Zn/Fe

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
100% Q	0,23	0,29	0,27	0,23	0,26	0,25	**0,26a**
83%Q + 17%SH	0,25	0,25	0,27	0,24	0,27	0,21	**0,25a**
67%Q + 33%SH	0,23	0,32	0,18	0,31	0,26	0,24	**0,26a**
50%Q + 50%SH	0,23	0,27	0,23	0,25	0,24	0,22	**0,24a**
33%Q + 67%SH	0,27	0,22	0,21	0,20	0,23	0,19	**0,22a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
100% Q	0,25	0,23	0,28	0,23	0,19	0,24	**0,24a**
83%Q + 17%SH	0,24	0,20	0,19	0,24	0,23	0,17	**0,21a**
67%Q + 33%SH	0,24	0,26	0,26	0,23	0,27	0,21	**0,24a**
50%Q + 50%SH	0,22	0,23	0,19	0,21	0,21	0,20	**0,21a**
33%Q + 67%SH	0,19	0,26	0,25	0,23	0,27	0,15	**0,22a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
100% Q	0,34	0,33	0,38	0,29	0,35	0,40	**0,35c**
83%Q + 17%SH	0,20	0,30	0,30	0,28	0,28	0,18	**0,26b**
67%Q + 33%SH	0,18	0,22	0,21	0,24	0,25	0,17	**0,21ab**
50%Q + 50%SH	0,17	0,22	0,26	0,23	0,18	0,22	**0,21ab**
33%Q + 67%SH	0,21	0,23	0,23	0,18	0,11	0,10	**0,18a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q + 17%SH	67%Q + 33%SH	50%Q + 50%SH	33%Q + 67%SH
	0,28b	**0,24a**	**0,24a**	**0,22a**	**0,21a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	5,645 E-03	1,411 E-03	1,419	**0,257**
Dentro de grupos	25	2,486 E-02	9,945 E-04		
Total	29	3,051 E-02			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	5,020 E-03	1,255 E-03	1,504	**0,231**
Dentro de grupos	25	2,086 E-02	8,346 E-04		
Total	29	2,588 E-02			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	0,104	2,610 E-02	12,942	**0,000**
Dentro de grupos	25	5,042 E-02	2,017 E-03		
Total	29	0,155			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	5,031	1	5,031	2544,5	0,000
Trat	5,391 E-02	4	1,348 E-02	6,816	**0,001**
Error	4,943 E-02	25	1,977 E-03		

Cu/Fe

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
100% Q	0,13	0,15	0,12	0,13	0,16	0,11	**0,13bc**
83%Q + 17%SH	0,22	0,19	0,14	0,11	0,14	0,10	**0,15c**
67%Q + 33%SH	0,11	0,13	0,075	0,11	0,081	0,11	**0,10ab**
50%Q + 50%SH	0,099	0,088	0,11	0,085	0,083	0,11	**0,097a**
33%Q + 67%SH	0,15	0,15	0,11	0,12	0,096	0,12	**0,13abc**
MUESTREO II							***MEDIAS***
100% Q	0,13	0,12	0,10	0,13	0,12	0,14	**0,12bc**
83%Q + 17%SH	0,13	0,11	0,17	0,13	0,12	0,11	**0,13c**
67%Q + 33%SH	0,15	0,11	0,11	0,098	0,12	0,10	**0,11bc**
50%Q + 50%SH	0,14	0,12	0,072	0,096	0,11	0,088	**0,10ab**
33%Q + 67%SH	0,11	0,094	0,089	0,076	0,093	0,059	**0,087a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
100% Q	0,11	0,14	0,10	0,11	0,15	0,14	**0,13b**
83%Q + 17%SH	0,11	0,10	0,11	0,087	0,099	0,068	**0,096a**
67%Q + 33%SH	0,098	0,11	0,077	0,078	0,10	0,082	**0,092a**
50%Q + 50%SH	0,092	0,085	0,071	0,10	0,084	0,11	**0,091a**
33%Q + 67%SH	0,063	0,12	0,061	0,057	0,13	0,079	**0,085a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q + 17%SH	67%Q + 33%SH	50%Q + 50%SH	33%Q + 67%SH
	0,13b	**0,12b**	**0,10a**	**0,97a**	**0,99a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	1,155 E-02	2,888 E-03	4,360	**0,008**
Dentro de grupos	25	1,656 E-02	6,624 E-04		
Total	29	2,811 E-02			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	6,804 E-03	1,701 E-03	4,743	**0,006**
Dentro de grupos	25	8,967 E-03	3,587 E-04		
Total	29	1,577 E-02			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	6,293 E-03	1,573 E-03	3,698	**0,017**
Dentro de grupos	25	1,064 E-02	4,254 E-04		
Total	29	1,693 E-02			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	1,095	1	1,095	1744,1	0,000
Trat	1,578 E-02	4	3,946 E-03	6,283	**0,001**
Error	1,570 E-02	25	6,280 E-04		

VIII.6.3. Ensayo de dosis en uva de mesa. Relaciones entre nutrientes distintos al hierro.

K/Mg

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
100% Q	2,7	2,7	2,4	2,4	2,7	2,4	**2,6a**
83%Q + 17%SH	1,7	2,7	2,4	2,8	2,5	2,1	**2,4a**
67%Q + 33%SH	1,9	2,1	2,0	3,1	2,5	1,9	**2,2a**
50%Q + 50%SH	2,0	2,2	2,4	2,6	2,2	2,3	**2,3a**
33%Q + 67%SH	2,2	2,7	2,3	1,4	3,4	2,4	**2,4a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
100% Q	1,1	1,2	0,97	1,2	1,0	1,1	**1,1a**
83%Q + 17%SH	0,95	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	**1,1a**
67%Q + 33%SH	0,99	1,1	0,92	1,0	1,1	0,88	**1,0a**
50%Q + 50%SH	0,96	0,84	1,0	0,90	0,99	1,0	**0,95a**
33%Q + 67%SH	0,94	1,2	0,76	0,90	1,1	1,1	**1,0a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
100% Q	0,44	0,35	0,41	0,60	0,48	0,49	**0,46a**
83%Q + 17%SH	0,47	0,46	0,72	0,44	0,61	0,60	**0,55a**
67%Q + 33%SH	0,55	0,33	0,29	0,95	0,41	0,47	**0,50a**
50%Q + 50%SH	0,70	0,49	0,22	0,62	0,33	0,22	**0,43a**
33%Q + 67%SH	0,87	0,28	0,29	0,36	0,82	0,45	**0,53a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q + 17%SH	67%Q + 33%SH	50%Q + 50%SH	33%Q + 67%SH
	1,4a	**1,3a**	**1,2a**	**1,2a**	**1,3a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	0,36	8,659 E-02	0,496	**0,739**
Dentro de grupos	25	4,364	0,175		
Total	29	4,710			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	9,597 E-02	2,399 E-02	2,738	**0,051**
Dentro de grupos	25	0,219	8,765 E-03		
Total	29	0,315			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	5,765 E-02	1,441 E-02	0,400	**0,807**
Dentro de grupos	25	0,900	3,601 E-02		
Total	29	0,958			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	150,732	1	150,732	1437,9	0,000
Trat	0,253	4	6,320 E-02	0,603	**0,664**
Error	2,621	25	0,105		

K/Ca

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
100% Q	0,73	1,1	0,73	0,98	1,1	1,0	**0,93a**
83%Q + 17%SH	0,57	0,72	0,87	1,1	0,97	0,81	**0,84a**
67%Q + 33%SH	0,58	0,62	0,60	1,1	0,76	0,74	**0,73a**
50%Q + 50%SH	0,84	0,89	1,0	1,1	0,94	0,92	**0,94a**
33%Q + 67%SH	0,85	1,1	0,99	0,66	1,2	0,90	**0,96a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
100% Q	0,37	0,42	0,31	0,44	0,35	0,39	**0,38b**
83%Q + 17%SH	0,34	0,41	0,39	0,39	0,41	0,38	**0,39b**
67%Q + 33%SH	0,37	0,33	0,27	0,33	0,37	0,27	**0,33a**
50%Q + 50%SH	0,33	0,28	0,32	0,30	0,33	0,34	**0,32a**
33%Q + 67%SH	0,27	0,35	0,23	0,30	0,35	0,39	**0,31a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
100% Q	0,18	0,14	0,15	0,24	0,19	0,20	**0,18a**
83%Q + 17%SH	0,19	0,19	0,19	0,17	0,25	0,24	**0,20a**
67%Q + 33%SH	0,26	0,13	0,11	0,40	0,16	0,17	**0,21a**
50%Q + 50%SH	0,24	0,08	0,08	0,27	0,13	0,08	**0,15a**
33%Q + 67%SH	0,27	0,14	0,08	0,15	0,34	0,11	**0,18a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q + 17%SH	67%Q + 33%SH	50%Q + 50%SH	33%Q + 67%SH
	0,50a	**0,48a**	**0,42a**	**0,47a**	**0,48a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	0,228	5,701 E-02	2,078	**0,114**
Dentro de grupos	25	0,686	2,743 E-02		
Total	29	0,914			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	3,031 E-02	7,579 E-03	4,154	**0,010**
Dentro de grupos	25	4,561 E-02	1,824 E-03		
Total	29	7,593 E-02			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	5,765 E-02	1,441 E-02	0,400	**0,807**
Dentro de grupos	25	0,900	3,601 E-02		
Total	29	0,958			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	19,800	1	19,800	1170,3	0,000
Trat	6,336 E-02	4	1,584 E-02	0,936	**0,459**
Error	0,423	25	1,692 E-02		

K/Na

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
100% Q	1,3	1,4	1,8	1,5	2,0	1,6	**1,6a**
83%Q + 17%SH	1,6	8,5	1,4	2,9	2,3	1,5	**3,0a**
67%Q + 33%SH	1,9	2,2	5,2	2,5	3,4	1,8	**2,8a**
50%Q + 50%SH	2,2	3,5	2,0	2,0	5,4	5,3	**3,4a**
33%Q + 67%SH	1,8	1,8	6,8	2,9	3,0	2,2	**3,1a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
100% Q	2,4	3,5	2,7	1,9	2,4	2,8	**2,6a**
83%Q + 17%SH	3,1	4,7	8,9	5,0	3,8	3,1	**4,8a**
67%Q + 33%SH	4,4	6,1	8,4	2,5	8,4	3,2	**5,5a**
50%Q + 50%SH	5,3	3,3	6,2	1,7	4,4	7,7	**4,8a**
33%Q + 67%SH	2,7	6,4	3,0	4,7	7,0	3,9	**4,6a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
100% Q	0,70	1,0	0,63	0,80	0,58	0,74	**0,74a**
83%Q + 17%SH	1,0	0,96	1,4	0,98	0,98	1,0	**1,1a**
67%Q + 33%SH	1,2	0,78	0,79	2,2	0,91	0,70	**1,1a**
50%Q + 50%SH	1,1	0,77	0,36	0,76	0,66	0,61	**0,72a**
33%Q + 67%SH	1,6	0,98	0,51	0,80	1,2	0,82	**1,0a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q + 17%SH	67%Q + 33%SH	50%Q + 50%SH	33%Q + 67%SH
	1,6a	**3,0a**	**3,1a**	**3,0a**	**2,9a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	11,945	2,986	0,974	**0,439**
Dentro de grupos	25	76,662	3,066		
Total	29	88,608			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	28,240	7,060	1,854	**0,150**
Dentro de grupos	25	95,191	3,808		
Total	29	123,431			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	0,773	0,193	1,607	**0,204**
Dentro de grupos	25	3,004	0,120		
Total	29	3,777			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	664,910	1	664,910	270,25	0,000
Trat	26,633	4	6,658	2,706	**0,053**
Error	61,509	25	2,460		

Ca/Mg

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
100% Q	3,8	2,5	3,3	2,5	2,6	2,4	**2,8ab**
83%Q + 17%SH	2,9	3,7	2,8	2,6	2,6	2,6	**2,9ab**
67%Q + 33%SH	3,2	3,4	3,3	2,9	3,2	2,6	**3,1b**
50%Q + 50%SH	2,4	2,5	2,4	2,4	2,4	2,5	**2,4a**
33%Q + 67%SH	2,6	2,4	2,3	2,2	2,8	2,7	**2,5a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
100% Q	2,9	2,9	3,1	2,7	2,9	2,7	**2,9a**
83%Q + 17%SH	2,8	2,7	2,9	2,9	2,7	2,9	**2,8a**
67%Q + 33%SH	2,6	3,2	3,4	3,1	2,9	3,2	**3,1ab**
50%Q + 50%SH	2,9	3,0	3,1	3,0	3,0	2,9	**3,0ab**
33%Q + 67%SH	3,5	3,3	3,3	3,0	3,0	2,7	**3,2b**
MUESTREO III							***MEDIAS***
100% Q	2,5	2,5	2,8	2,6	2,6	2,4	**2,6a**
83%Q + 17%SH	2,5	2,4	3,7	2,5	2,5	2,5	**2,7a**
67%Q + 33%SH	2,1	2,5	2,6	2,4	2,5	2,7	**2,5a**
50%Q + 50%SH	2,9	5,9	2,8	2,3	2,5	2,6	**3,2a**
33%Q + 67%SH	3,3	2,8	3,7	2,5	2,4	4,0	**3,1a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q + 17%SH	67%Q + 33%SH	50%Q + 50%SH	33%Q + 67%SH
	2,8a	**2,8a**	**2,9a**	**2,9a**	**2,9a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	1,959	0,490	3,623	**0,018**
Dentro de grupos	25	3,379	0,135		
Total	29	5,338			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	0,483	0,121	3,028	**0,036**
Dentro de grupos	25	0,997	3,987 E-02		
Total	29	1,479			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	2,444	0,611	1,219	**0,328**
Dentro de grupos	25	12,529	0,501		
Total	29	14,973			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	727,005	1	727,005	3058,4	0,000
Trat	0,348	4	8,699 E-02	0,366	**0,831**
Error	5,943	25	0,238		

Mn/Zn

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
100% Q	4,8	3,8	3,3	3,7	3,1	3,1	**3,6a**
83%Q + 17%SH	5,0	3,3	3,6	3,0	2,8	4,2	**3,7a**
67%Q + 33%SH	5,6	2,9	3,5	3,8	3,2	2,8	**3,6a**
50%Q + 50%SH	5,4	4,4	3,1	2,8	3,0	3,0	**3,6a**
33%Q + 67%SH	4,8	3,0	3,3	4,8	3,3	3,3	**3,7a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
100% Q	4,1	4,2	3,1	3,6	4,4	4,5	**4,1a**
83%Q + 17%SH	3,5	3,7	5,7	4,1	3,2	4,7	**4,2a**
67%Q + 33%SH	5,3	3,4	5,4	3,3	3,6	3,3	**4,0a**
50%Q + 50%SH	5,0	4,1	4,5	3,1	4,2	3,8	**4,1a**
33%Q + 67%SH	4,5	3,7	4,1	3,2	3,0	3,8	**3,7a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
100% Q	3,6	5,1	3,2	4,1	2,2	2,7	**3,5a**
83%Q + 17%SH	4,6	3,2	4,4	3,9	2,7	4,9	**3,9a**
67%Q + 33%SH	5,1	4,4	4,8	3,2	3,8	4,5	**4,3a**
50%Q + 50%SH	4,7	4,8	4,4	3,8	3,8	5,0	**4,4a**
33%Q + 67%SH	5,8	4,0	4,0	6,5	8,3	7,1	**5,9b**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q + 17%SH	67%Q + 33%SH	50%Q + 50%SH	33%Q + 67%SH
	3,7a	**3,9a**	**4,0a**	**4,0a**	**4,5a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	5,157 E-02	1,289 E-02	0,016	**0,999**
Dentro de grupos	25	19,947	0,798		
Total	29	19,998			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	0,729	0,182	0,342	**0,847**
Dentro de grupos	25	13,338	0,534		
Total	29	14,067			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	20,836	5,209	4,665	**0,006**
Dentro de grupos	25	27,913	1,117		
Total	29	48,749			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	1463,527	1	1463,527	1167,6	0,000
Trat	5,198	4	1,300	1,037	**0,408**
Error	31,336	25	1,253		

Na/Ca

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
100% Q	0,58	0,77	0,40	0,66	0,55	0,64	**0,6,0b**
83%Q + 17%SH	0,35	0,08	0,61	0,37	0,43	0,53	**0,4,0a**
67%Q + 33%SH	0,31	0,28	0,12	0,43	0,22	0,42	**0,3,0a**
50%Q + 50%SH	0,39	0,25	0,49	0,53	0,17	0,17	**0,3,4a**
33%Q + 67%SH	0,48	0,64	0,15	0,23	0,40	0,40	**0,3,8a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
100% Q	0,16	0,12	0,12	0,23	0,15	0,14	**0,15b**
83%Q + 17%SH	0,11	0,087	0,045	0,078	0,11	0,12	**0,091a**
67%Q + 33%SH	0,086	0,054	0,032	0,13	0,045	0,086	**0,073a**
50%Q + 50%SH	0,063	0,085	0,051	0,18	0,074	0,045	**0,082a**
33%Q + 67%SH	0,098	0,055	0,076	0,063	0,050	0,10	**0,074a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
100% Q	0,25	0,14	0,23	0,30	0,32	0,27	**0,25a**
83%Q + 17%SH	0,18	0,19	0,14	0,18	0,25	0,24	**0,20a**
67%Q + 33%SH	0,22	0,17	0,15	0,18	0,18	0,25	**0,19a**
50%Q + 50%SH	0,21	0,11	0,22	0,35	0,19	0,14	**0,20a**
33%Q + 67%SH	0,17	0,14	0,15	0,18	0,28	0,14	**0,18a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q + 17%SH	67%Q + 33%SH	50%Q + 50%SH	33%Q + 67%SH
	0,33b	**0,23a**	**0,19a**	**0,21a**	**0,21a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	0,334	8,340 E-02	3,510	**0,021**
Dentro de grupos	25	0,594	2,376 E-02		
Total	29	0,928			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	2,594 E-02	6,486 E-03	4,984	**0,004**
Dentro de grupos	25	3,253 E-02	1,301 E-03		
Total	29	5,847 E-02			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	2,037 E-02	5,093 E-03	1,477	**0,239**
Dentro de grupos	25	8,623 E-02	3,449 E-03		
Total	29	0,107			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	4,900	1	4,900	394,85	0,000
Trat	0,247	4	6,187 E-02	4,985	**0,004**
Error	0,310	25	1,241 E-02		

P/Zn

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
100% Q	32	31	26	35	37	37	**33a**
83%Q + 17%SH	38	41	36	33	40	43	**39b**
67%Q + 33%SH	41	38	43	42	41	38	**40bc**
50%Q + 50%SH	48	39	48	40	43	45	**44bc**
33%Q + 67%SH	35	50	43	53	42	51	**46c**
MUESTREO II							***MEDIAS***
100% Q	101	109	84	120	132	120	**110a**
83%Q + 17%SH	98	109	148	114	107	120	**120a**
67%Q + 33%SH	110	117	149	114	108	106	**120a**
50%Q + 50%SH	174	140	124	153	127	136	**140a**
33%Q + 67%SH	126	103	128	117	112	177	**130a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
100% Q	62	62	51	74	58	48	**59a**
83%Q + 17%SH	77	63	64	56	63	84	**68a**
67%Q + 33%SH	89	55	42	74	67	85	**69a**
50%Q + 50%SH	104	73	54	81	75	63	**75a**
33%Q + 67%SH	80	55	46	92	163	122	**93a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q + 17%SH	67%Q + 33%SH	50%Q + 50%SH	33%Q + 67%SH
	68a	**74ab**	**76abc**	**87bc**	**89c**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	589,854	147,464	7,309	**0,000**
Dentro de grupos	25	504,362	20,174		
Total	29	1094,216			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	3672,039	918,010	2,461	**0,071**
Dentro de grupos	25	9325,361	373,014		
Total	29	12997,401			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	3835,470	958,868	1,764	**0,168**
Dentro de grupos	25	13588,840	543,554		
Total	29	17424,310			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	556175,615	1	556175,615	1487,9	0,000
Trat	5760,557	4	1440,139	3,853	**0,014**
Error	9345,248	25	373,810		

Cu/Mn

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
100% Q	0,12	0,14	0,14	0,15	0,20	0,15	**0,15a**
83%Q + 17%SH	0,18	0,22	0,15	0,16	0,19	0,12	**0,17a**
67%Q + 33%SH	0,087	0,14	0,12	0,090	0,095	0,16	**0,12a**
50%Q + 50%SH	0,081	0,073	0,16	0,12	0,12	0,17	**0,12a**
33%Q + 67%SH	0,12	0,23	0,16	0,12	0,13	0,21	**0,16a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
100% Q	0,13	0,13	0,091	0,16	0,14	0,13	**0,13ab**
83%Q + 17%SH	0,16	0,15	0,16	0,13	0,17	0,14	**0,15b**
67%Q + 33%SH	0,12	0,12	0,083	0,13	0,12	0,15	**0,12a**
50%Q + 50%SH	0,12	0,13	0,082	0,15	0,12	0,11	**0,12a**
33%Q + 67%SH	0,13	0,099	0,088	0,10	0,12	0,11	**0,11a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
100% Q	0,094	0,080	0,086	0,090	0,20	0,14	**0,11a**
83%Q + 17%SH	0,12	0,11	0,086	0,081	0,13	0,077	**0,10a**
67%Q + 33%SH	0,11	0,11	0,077	0,10	0,11	0,11	**0,10a**
50%Q + 50%SH	0,12	0,079	0,063	0,12	0,13	0,10	**0,10a**
33%Q + 67%SH	0,053	0,13	0,067	0,049	0,141	0,111	**0,09a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q + 17%SH	67%Q + 33%SH	50%Q + 50%SH	33%Q + 67%SH
	0,13a	**0,14a**	**0,11a**	**0,11a**	**0,12a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	1,305 E-02	3,264 E-03	2,437	**0,074**
Dentro de grupos	25	3,348 E-02	1,339 E-03		
Total	29	4,654 E-02			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	6,219 E-03	1,555 E-03	4,445	**0,008**
Dentro de grupos	25	8,745 E-03	3,498 E-04		
Total	29	1,496 E-02			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	1,550 E-03	3,875 E-04	0,378	**0,822**
Dentro de grupos	25	2,564 E-02	1,026 E-03		
Total	29	2,720 E-02			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	1,364	1	1,364	1011,5	0,000
Trat	9,139 E-03	4	2,285 E-03	1,694	**0,183**
Error	3,371 E-02	25	1,348 E-03		

Cu/Zn

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
100% Q	0,57	0,51	0,44	0,55	0,62	0,46	**0,53ab**
83%Q + 17%SH	0,87	0,74	0,53	0,47	0,51	0,50	**0,60b**
67%Q + 33%SH	0,49	0,41	0,41	0,34	0,31	0,45	**0,40a**
50%Q + 50%SH	0,44	0,32	0,50	0,34	0,35	0,50	**0,41a**
33%Q + 67%SH	0,55	0,68	0,53	0,60	0,43	0,67	**0,58b**
MUESTREO II							***MEDIAS***
100% Q	0,54	0,53	0,37	0,56	0,61	0,57	**0,53bc**
83%Q + 17%SH	0,55	0,55	0,89	0,53	0,54	0,67	**0,62c**
67%Q + 33%SH	0,62	0,41	0,45	0,43	0,43	0,48	**0,47ab**
50%Q + 50%SH	0,61	0,52	0,37	0,46	0,51	0,43	**0,48ab**
33%Q + 67%SH	0,59	0,37	0,36	0,33	0,35	0,40	**0,40a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
100% Q	0,34	0,41	0,27	0,37	0,44	0,36	**0,37a**
83%Q + 17%SH	0,54	0,33	0,37	0,32	0,35	0,38	**0,38a**
67%Q + 33%SH	0,55	0,49	0,37	0,33	0,43	0,49	**0,44a**
50%Q + 50%SH	0,56	0,38	0,28	0,43	0,48	0,51	**0,44a**
33%Q + 67%SH	0,31	0,53	0,27	0,32	1,2	0,80	**0,56a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q + 17%SH	67%Q + 33%SH	50%Q + 50%SH	33%Q + 67%SH
	0,47a	**0,54a**	**0,44a**	**0,44a**	**0,51a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	0,209	5,216 E-02	5,053	**0,004**
Dentro de grupos	25	0,258	1,032 E-02		
Total	29	0,467			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	0,162	4,050 E-02	4,145	**0,010**
Dentro de grupos	25	0,244	9,771 E-03		
Total	29	0,406			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	0,146	3,643 E-02	1,180	**0,344**
Dentro de grupos	25	0,772	3,087 E-02		
Total	29	0,917			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	20,809	1	20,809	1174,8	0,000
Trat	0,129	4	3,236 E-02	1,827	**0,155**
Error	0,443	25	1,771 E-02		

Mn/Ca

MUESTREO I	REPETICIONES						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
100% Q	0,0079	0,011	0,0056	0,0071	0,0061	0,0065	**0,0074a**
83%Q + 17%SH	0,0070	0,0057	0,0076	0,0080	0,0060	0,0072	**0,0069a**
67%Q + 33%SH	0,0075	0,0045	0,0052	0,0076	0,0062	0,0048	**0,0060a**
50%Q + 50%SH	0,0090	0,0090	0,0058	0,0070	0,0057	0,0057	**0,0070a**
33%Q + 67%SH	0,010	0,0073	0,0074	0,0079	0,0094	0,0057	**0,0080a**
MUESTREO II							***MEDIAS***
100% Q	0,0045	0,0049	0,0048	0,0040	0,0039	0,0047	**0,0045a**
83%Q + 17%SH	0,0044	0,0044	0,0050	0,0050	0,0042	0,0046	**0,0046a**
67%Q + 33%SH	0,0059	0,0040	0,0050	0,0041	0,0050	0,0039	**0,0047a**
50%Q + 50%SH	0,0049	0,0047	0,0047	0,0034	0,0041	0,0041	**0,0043a**
33%Q + 67%SH	0,0046	0,0052	0,0044	0,0042	0,0036	0,0038	**0,0043a**
MUESTREO III							***MEDIAS***
100% Q	0,0047	0,0064	0,0049	0,0046	0,0036	0,0051	**0,0049a**
83%Q + 17%SH	0,0047	0,0045	0,0047	0,0051	0,0044	0,0053	**0,0048a**
67%Q + 33%SH	0,0057	0,0054	0,0059	0,0047	0,0044	0,0043	**0,0051a**
50%Q + 50%SH	0,0041	0,0023	0,0044	0,0043	0,0039	0,0042	**0,0039a**
33%Q + 67%SH	0,0055	0,0047	0,0040	0,0047	0,0054	0,0031	**0,0046a**

MEDIDAS REPETIDAS					
MEDIAS	100% Q	83%Q + 17%SH	67%Q + 33%SH	50%Q + 50%SH	33%Q + 67%SH
	0,0056a	**0,0054a**	**0,0052a**	**0,0051a**	**0,0056a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
MUESTREO I					
Entre grupos	4	1,318 E-05	3,296 E-06	1,399	**0,263**
Dentro de grupos	25	5,888 E-05	2,355 E-06		
Total	29	7,207 E-05			
MUESTREO II					
Entre grupos	4	6,679 E-07	1,670 E-07	0,543	**0,706**
Dentro de grupos	25	7,690 E-06	3,076 E-07		
Total	29	8,358 E-06			
MUESTREO III					
Entre grupos	4	5,122 E-06	1,280 E-06	2,261	**0,091**
Dentro de grupos	25	1,416 E-05	5,664 E-07		
Total	29	1,928 E-05			
MEDIDAS REPETIDAS	**PRUEBAS DE LOS EFECTOS INTER-SUJETOS**				
Fuente	*SUMA DE CUADRADOS*	*GRADOS DE LIBERTAD*	*MEDIA CUADRÁTICA*	*F*	*F PROB*
Intercept	2,611 E-03	1	2,611 E-03	1567,9	0,000
Trat	3,852 E-06	4	9,630 E-07	0,578	**0,681**
Error	4,163 E-05	25	1,665 E-06		

VIII.6.4. Ensayo de dosis en uva de mesa. Parámetros de calidad de los frutos.

Diámetro ecuatorial (Øe mm)	**REPETICIONES**						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	MEDIAS
100% Q	17	22	23	22	16	18	**20a**
83%Q + 17%SH	22	23	21	18	18	21	**21a**
67%Q + 33%SH	17	20	21	18	25	24	**21a**
50%Q + 50%SH	18	17	20	23	19	18	**19a**
33%Q + 67%SH	22	19	24	21	18	20	**21a**
Diámetro polar (Øp mm)							***MEDIAS***
100% Q	21	24	26	25	21	24	**24a**
83%Q + 17%SH	26	25	25	22	24	23	**24a**
67%Q + 33%SH	21	24	26	23	26	25	**24a**
50%Q + 50%SH	22	24	24	26	22	21	**23a**
33%Q + 67%SH	24	22	25	23	22	25	**24a**
Øe/Øp							***MEDIAS***
100% Q	0,81	0,92	0,88	0,88	0,76	0,75	**0,83a**
83%Q + 17%SH	0,85	0,92	0,84	0,82	0,75	0,91	**0,85a**
67%Q + 33%SH	0,81	0,83	0,81	0,78	0,96	0,96	**0,86a**
50%Q + 50%SH	0,82	0,71	0,83	0,88	0,86	0,86	**0,83a**
33%Q + 67%SH	0,92	0,86	0,96	0,91	0,82	0,80	**0,88a**
Gramos/grano							***MEDIAS***
100% Q	4,6	4,0	4,3	4,8	4,7	5,7	**4,7a**
83%Q + 17%SH	5,5	4,8	8,0	5,4	6,3	7,4	**6,2b**
67%Q + 33%SH	5,4	7,3	7,5	6,8	4,8	4,8	**6,1b**
50%Q + 50%SH	5,9	6,3	6,6	7,0	6,7	6,0	**6,4b**
33%Q + 67%SH	4,3	6,1	5,8	7,3	6,0	8,3	**6,3b**
Racimos por cepa							***MEDIAS***
100% Q	18	13	20	17	26	24	**20a**
83%Q + 17%SH	19	19	20	20	20	19	**19a**
67%Q + 33%SH	20	22	23	17	19	21	**20a**
50%Q + 50%SH	20	22	23	23	15	24	**21a**
33%Q + 67%SH	13	19	22	20	18	20	**19a**
Sólidos solubles totales (ºBrix)							***MEDIAS***
100% Q	18	20	22	21	19	20	**20a**
83%Q + 17%SH	19	20	18	18	18	20	**19a**
67%Q + 33%SH	20	20	19	21	19	20	**20a**
50%Q + 50%SH	20	21	18	17	20	20	**19a**
33%Q + 67%SH	21	19	21	19	19	19	**20a**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FACTOR VARIACIÓN	*GRADOS LIBERTAD*	*SUMA CUADRADOS*	*MEDIA CUADRATICA*	*F*	*F PROB*
Diámetro ecuatorial (Øe mm)					
Entre grupos	4	12,333	3,083	0,470	**0,757**
Dentro de grupos	25	163,833	6,553		
Total	29	176,167			
Diámetro polar (Øp mm)					
Entre grupos	4	4,800	1,200	0,387	**0,816**
Dentro de grupos	25	77,500	3,100		
Total	29	82,300			
Øe/Øp					
Entre grupos	4	1,002 E-02	2,505 E-03	0,541	**0,707**
Dentro de grupos	25	0,116	4,628 E-03		
Total	29	0,126			
Gramos/grano					
Entre grupos	4	12,285	3,071	2,793	**0,048**
Dentro de grupos	25	27,490	1,100		
Total	29	39,775			
Racimos por cepa					
Entre grupos	4	19,015	4,754	0,517	**0,724**
Dentro de grupos	25	229,759	9,190		
Total	29	248,774			
Sólidos solubles totales (ºBrix)					
Entre grupos	4	5,133	1,283	0,934	**0,460**
Dentro de grupos	25	34,333	1,373		
Total	29	39,467			

MEJORA EN LA EFICACIA DE LOS QUELATOS DE HIERRO SINTÉTICOS A TRAVÉS DE SUSTANCIAS HÚMICAS Y AMINOÁCIDOS.

- Antonio Sánchez Sánchez -

RESUMEN

En España, como en todos los países de la zona mediterránea, la clorosis férrica es uno de los mayores problemas nutricionales de los cultivos. En el Levante español, las aproximadamente 250.000 ha destinadas al cultivo de cítricos, las 60.000 ha al tomate o las 35.000 ha de la uva de mesa necesitan tratamientos de hierro cada año al igual que las 90.000 ha dedicadas al cultivo de frutales en el valle del Ebro. Podemos estimar en 36 millones de euros cada año, el gasto en fertilizantes férricos.

A pesar de que los estudios sobre la clorosis férrica comenzaron a principios del siglo XX, casi 100 años después, todavía no se entiende completamente este problema y los medios disponibles para evitar la clorosis férrica no son del todo satisfactorios.

El quelato sintético FeEDDHA ha sido considerado durante los últimos 30 años la fuente más eficaz para la corrección de la clorosis inducida por carbonatos. Sin embargo, uno de sus mayores problemas es su excesivo costo para un uso general.

Las sustancias húmicas y aminoácidos tienen destacados efectos en las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos así como sobre el crecimiento y desarrollo vegetal, concretamente en el caso de la toma de hierro por parte del vegetal, podemos encontrar en la bibliografía referencias que señalan aumentos significativos en la asimilación de Fe, reduciendo el riesgo de que la planta sufra una deficiencia en este elemento y desarrolle los síntomas característicos de la clorosis férrica.

En este trabajo se han aplicado de manera conjunta, localizada y en la misma proporción el quelato de hierro Fe-EDDHA con sustancias húmicas o aminoácidos según tratamientos, y se ha evaluado su influencia en la nutrición vegetal y en la calidad de los frutos, en cultivos de tomate, limón y uva. Los resultados permitieron sustituir distintos porcentajes de la dosis del quelato de hierro aplicado por sustancias húmicas obteniendo mejoras en la nutrición férrica, y observando efectos protectores frente a las condiciones de salinidad sobre las que se desarrollaron los cultivos y mejoras en la calidad de los frutos en parámetros como peso, tamaño, contenido en vitamina C y ácido cítrico.

SUMMARY

In Spain, as in other Mediterranean countries, iron chlorosis is one of the most important problems in plant nutrition. In East Spain, the approximately 250.000 ha of citrus, the 60.000 ha of tomato or the 35.000 ha of table grape need treatments of iron every year, as well as the 90.000 ha of fruit trees in the Valley of the Ebro river. We estimate the cost of iron fertilizer in 36 millions of euros per year.

Although, the study of iron chlorosis started at the beginning of the XX century, 100 years later, this problem is not completely known and the methods available to relieve iron chlorosis are not satisfactory enough.

The synthetic iron FeEDDHA has been considered in the last 30 years, the more effective treatment to correct “lime induced chlorosis”, a problem mainly attributed to calcareous soils. However, a main inconvenient is its high price for general use.

Humic substances and amino acids have important effects on the physical, chemical and biological properties of the soil and on plant growth. Respect to iron uptake by plants, we can find references in the literature that show significant increases in foliar content of iron when these organic compounds are added, and so the plant has less risk of suffering iron deficiency and developing the characteristic symptoms of this nutritional disorder.

In this work, we have applied together, and in the same proportion, the iron chelate FeEDDHA with humic substances or amino acids, and we have evaluated the influence of these mixes on the plant nutrition and on the quality of the fruits, in tomato, lemon and grape. According to the results obtained in this experiment, The progressive substitution of the iron chelate by humic substances was assayed. Improvement in iron nutrition, plant growth and protective effects under salinity conditions, were observed as well as the improvement in fruit quality respect to weight, size, vitamin C and citric acid.