

# Corrección de Clorosis Férrica en Olivar mediante Quelatos



## 1. Introducción.

---

## 2. Factores que afectan a la movilización del Fe disponible en el suelo.

---

## 3. Métodos para la corrección de clorosis en olivar.

---

## 4. Ensayos de aplicación de quelatos de hierro en olivar.

---

## 5. Conclusiones.

---



Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera  
**CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA,  
PESCA Y DESARROLLO SOSTENIBLE**



**Unión Europea**  
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

Corrección de Clorosis Férrica en Olivar mediante Quelatos/ [Vega, V., Hidalgo, J.C., Pariente, N., Martín, L., Hidalgo, J., Leyva, A.] - Córdoba. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, 2018. 1-17 p. - (Ingeniería y Tecnología Agroalimentaria).

Olivar - fertilización - clorosis férrica - quelatos



Este documento está bajo Licencia Creative Commons.  
Reconocimiento-No comercial-Sin obra derivada.  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es>

### **Corrección de Clorosis Férrica en Olivar mediante Quelatos.**

© Edita JUNTA DE ANDALUCÍA. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera.  
Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural.  
Córdoba, marzo de 2018.

Autoría:

Victorino Vega Macías<sup>1</sup>

Juan Carlos Hidalgo Moya<sup>1</sup>

Nicolás Pariente <sup>2</sup>

Luis Martín<sup>3</sup>

Javier Hidalgo Moya<sup>1</sup>

Ana Leyva Bollero<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> IFAPA, Centro Alameda del Obispo

<sup>2</sup> Oleoestepa, API - Arbequisur SCA - Aguadulce (Sevilla)

<sup>3</sup> Oleoestepa API - Sor Ángela - Estepa (Sevilla)

## 1.- Introducción.

La **clorosis férrica** es una **deficiencia en la producción de clorofila** provocada por una baja disponibilidad de hierro (Fe) por la planta, que afecta a la función fotosintética y síntesis de carbohidratos, alterando el normal crecimiento y desarrollo de la misma.

Es uno de los principales problemas nutritivos que suelen aparecer en olivares implantados en **suelos calizos (Imagen 1)**.

En Andalucía es habitual encontrar olivares con clorosis férrica en las comarcas olivareras de Estepa (Sevilla), Baena (Córdoba) y Santisteban del Puerto y Jódar (ambas en la provincia de Jaén).

La **sintomatología** característica se manifiesta en las hojas (coloración amarillenta), aunque también se pueden ver afectados la longitud de los entrenudos (se hacen más cortos) y, el tamaño y coloración de los frutos (más pequeños y de color verde amarillento), así como la formación de aceite.



**Imagen 1. Detalle de suelo calizo.**

## Corrección de Clorosis Férrica en Olivar mediante Quelatos

### Efectos de la clorosis férrica en olivar

Cuando las plantas sufren deficiencia en Fe, se producen una serie de síntomas que afectan tanto al desarrollo vegetativo como al reproductivo del árbol (**Imagen 2**), y que se describen a continuación.

Las **hojas jóvenes** comienzan a desarrollar una característica amarillez internervial y una reducción de tamaño (efecto más visible). Asimismo, se reduce la **longitud de los entrenudos** y el **vigor de los brotes**.

En **floración** se produce un alto porcentaje de flores sin ovario, así como irregularidades en el cuajado de los frutos, lo que llega a afectar negativamente a la producción final del olivar.

Por su parte, las **aceitunas** de los brotes cloróticos, adquieren tonos amarillos o verde claros, y no llegan a alcanzar el tamaño adecuado, perdiendo su forma característica.

En cuanto al **rendimiento graso**, puede llegar a verse negativamente afectado, así como los parámetros químicos de calidad de los aceites obtenidos, reduciendo su valor comercial.



**Imagen 2. Imágenes de los efectos producidos por la clorosis férrica en olivar.**

## Corrección de Clorosis Férrica en Olivar mediante Quelatos

### 2.- Factores que afectan a la movilización del Hierro disponible en el suelo.

Todos aquellos factores que afecten a la movilización del Fe disponible en el suelo están relacionados con la aparición de clorosis férrica en este cultivo.

El **pH básico** afecta negativamente a la solubilidad de los compuestos de Fe y por tanto a su disponibilidad.

**Escasa actividad del sistema radical** inducida por altas o bajas temperaturas del suelo; la compactación, etc.

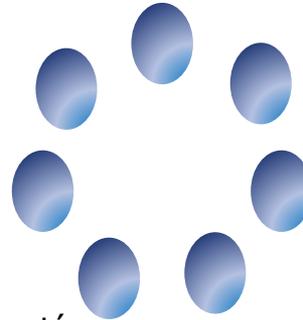
**Altas concentraciones en iones** como Ca, Cu y Zn que pueden desplazar al Fe.

El **contenido de óxidos de Fe amorfo** está correlacionado con el contenido en clorofila en la hoja. Un valor de éstos inferior a 0,3 g/kg discrimina los suelos inductores de clorosis férrica en olivar.

**Bajos contenidos en materia orgánica.**

Los **altos contenidos en carbonato cálcico y caliza activa**. No obstante, su alto contenido no siempre garantiza la aparición de clorosis.

**Altas concentraciones de bicarbonato** en agua de riego o en el suelo.



# Corrección de Clorosis Férrica en Olivar mediante Quelatos

## 3.- Métodos para la corrección de clorosis férrica en olivar.

Los principales métodos que se usan en la lucha y corrección de la clorosis férrica en el olivo son:

Variedades tolerantes o eficientes, por ejemplo 'Blanqueta'.

Portainjertos tolerantes.

Prácticas de cultivo. Reducción de las labores con el fin de no incrementar el porcentaje de caliza activa.

Aplicación de enmiendas y fertilizantes: tales como el estiércol.

Corrección mediante el empleo de **QUELATOS**.

### Prácticas poco o nada eficaces



**Aplicaciones vía foliar**, todas tienen un resultado muy escaso o nulo a **excepción de Fe-IDHA** (más biodegradable que otros compuestos complejos, lo que supone una ventaja a la hora de realizar aplicaciones vía foliar).



Cubrir el tronco con **aplicaciones de sulfato ferroso y cal** no tiene ningún efecto contra la clorosis férrica.

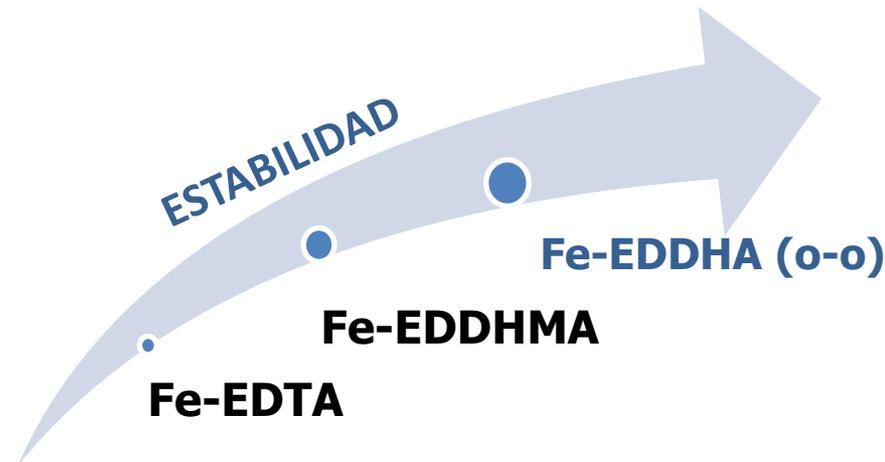


**Inyecciones:** efecto temporal mientras dura la inyección, pero no favorece la absorción de Fe del suelo.

## Corrección de Clorosis Férrica en Olivar mediante Quelatos

### Corrección mediante el empleo de Quelatos.

La clorosis férrica no es un problema ocasionado por falta de Fe en el suelo, sino por su baja disponibilidad. La corrección de la clorosis férrica pasa por aumentar esta movilidad, actualmente, la mejor forma es el **uso de quelatos**. De los disponibles en el mercado, sólo serían eficaces aquellos que tienen alta afinidad por el Fe y son capaces de movilizar el Fe nativo del suelo transportándolo hasta las raíces del olivo. Estos productos se aplican mediante *inyección al suelo* en secano y a través del *fertirriego* en regadío, siendo los más usados:



**Fe-EDDHA (o-o)** es el quelato más usado en olivar, ya que es muy estable a pH elevados con una alta eficacia, superior a la mayoría de agentes quelantes para mantener el Fe en disolución en suelos calizos.

# Corrección de Clorosis Férrica en Olivar mediante Quelatos

## 4.- Ensayos de aplicación de quelatos de hierro en olivar.

Tratando de evaluar el efecto de la aplicación de quelatos de hierro en olivar, se plantearon cuatro ensayos simultáneos, desde el año 2003 hasta el año 2006, en **cuatro plantaciones** de olivo de la comarca de Estepa-Osuna (Sevilla), típica zona con problemas severos de clorosis férrica. El *formulado comercial* de quelato de Fe empleado (Ferrostrene PREMIUM de Laboratorios JAER.S.A.) con un 6% de Fe (4,8% del **isómero o-o Fe EDDHA**).

### Caracterización de las parcelas experimentales.

Se realizó un *análisis de suelo previo* a los ensayos en cada plantación, presentando todos ellos unos contenidos muy altos en:

- ↑carbonato cálcico (40,8-70,4%)
- ↑caliza activa (16,2-18,1%)
- ↑pH (8,1-8,9)



**suelos típicamente inductores de clorosis férrica**

**Tobalico**



**Calcisol Pétrico**

**Moniches**



**Calcisol Pétrico**

**Cañaveralejo**



**Calcisol Háplico**

**Aguilillas**



**Cambisol Calcárico**

## Corrección de Clorosis Férrica en Olivar mediante Quelatos

Para conseguir la máxima representatividad en el estudio, se eligieron olivares de secano y de regadío, y diferentes marcos de plantación, tradicionales e intensivos.

Las características agronómicas de las parcelas de ensayo se muestran en la **Tabla 1**.

**Tabla 1: Descripción de las parcelas de olivar en las que se han realizado los ensayos.**

Parcela	Término municipal	Variedad	Edad* (años)	Marco plantación	Sistema de cultivo	Riego/ secano
<b>Los Moniches</b>	Estepa	'Hojiblanca'	45	12 m T	No-laboreo con cubierta vegetal centro de la calle	Secano
<b>Cañaveralejo</b>	Estepa	'Hojiblanca'	8	7x5 m	No-laboreo con cubierta vegetal centro de la calle	Riego por goteo
<b>Tobalico</b>	Estepa	'Manzanilla'	25	9 m T	Laboreo	Secano
<b>Las Aguilillas</b>	Aguadulce	'Arbequina'	8	7 x 7 m	No-laboreo con cubierta vegetal centro de la calle	Riego por goteo muy deficitario

\* Edad cuando comienza el ensayo; T=Tresbolillo

## Corrección de Clorosis Férrica en Olivar mediante Quelatos

### Forma de aplicación de los quelatos de Fe.

En las parcelas de **secano** el quelato se aplicó disuelto previamente en agua mediante inyección a presión al suelo en las proximidades de los pies de los árboles (**Imagen 3 arriba**), utilizando un punzón localizador. Las dosis se repartieron uniformemente alrededor de todos los troncos de cada árbol (5-8 puntos).

En las parcelas de **riego** la aplicación de quelatos se realiza habitualmente a través de la instalación de riego (**Imagen 3 abajo**). En las parcelas experimentales, las dosis se aplicaron manualmente, disueltas previamente en agua (1 litro/olivo), y repartidas bajo todos los puntos de goteo de cada árbol, durante el transcurso de una jornada de riego. Los días posteriores a la aplicación se continuó regando de la forma habitual.

En cuanto a la dosificación de las cantidades aportadas, tanto en secano como en riego, se aplicaron fraccionadas en dos fechas: el **75% de la dosis total a final de abril y el 25% restante a mitad de septiembre.**



**Imagen 3. Imágenes de la aplicación de quelatos en secano (arriba), y en sistemas de riego (abajo).**

# Corrección de Clorosis Férrica en Olivar mediante Quelatos

## Diseño experimental.

**Tabla 2: Diseño experimental, tipo de cultivo, características del agua de riego y tipos de quelatos de Fe Fe-EDDHA y dosis de los mismos empleadas en los diferentes ensayos.**

Parcela	Diseño Experimental (nº de repeticiones)	Riego / secano	CE agua de riego $dS \cdot m^{-1}$ bicarbonatos $meq \cdot l^{-1}$	Dosis de Ferrostrene (6 % Fe/4,8 % o-o Fe-EDDHA) (g/olivo)	
				2003*	2004-2006
Los Moniches	Árboles al azar (8 rep)	Secano	- - -	0-75-100-150	0-25-50-75
Cañaveralejo	Cuadrado latino (4 ol/parcela )	Riego	3,55 4,46	0-30-40-60	0-15-30-45
Tobalico	Árboles al azar (8 rep)	Secano	- - -	0-75-100-150	0-25-50-75
Las Aguilillas**	Cuadrado latino (4 ol/parcela )	Riego muy deficitario	- - -	0-30-40-60	0-15-30-45

\* El primer año, para conseguir un **efecto de choque**, se emplearon mayores dosis que los años siguientes.

\*\* Los olivos habían recibido aportación de quelatos de Fe con anterioridad (1 sola aplicación dos años antes del inicio del ensayo).

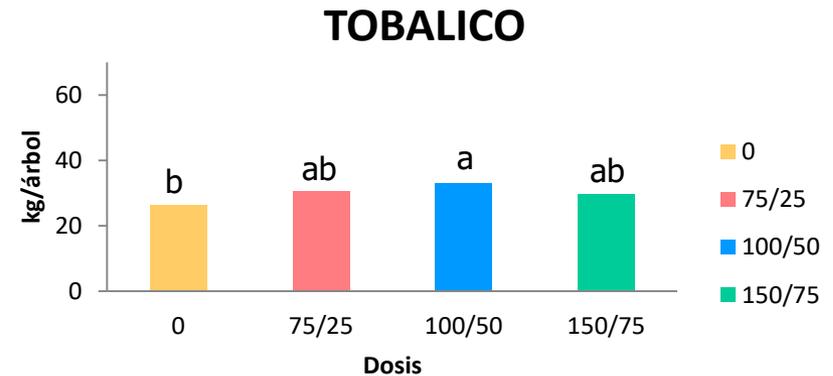
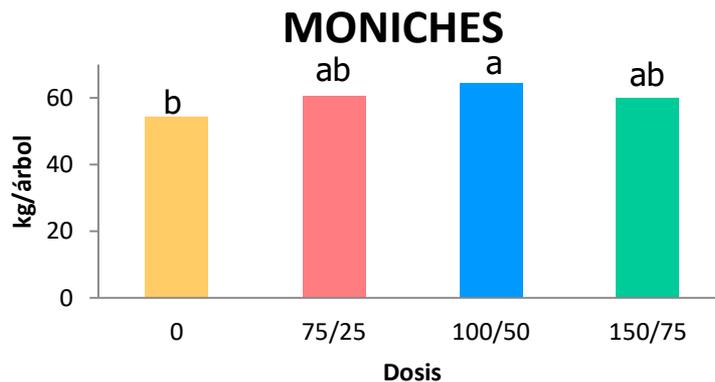
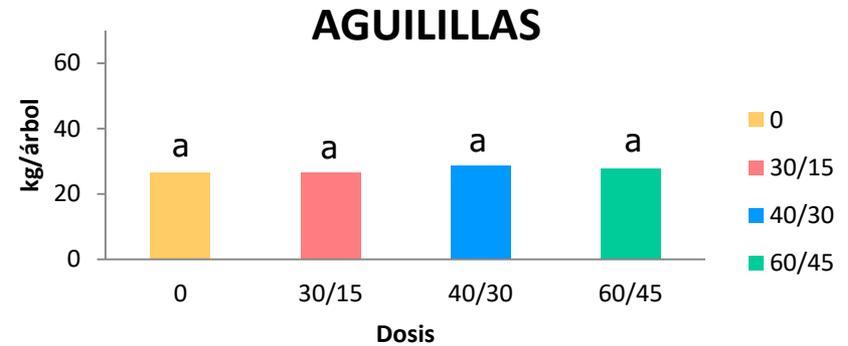
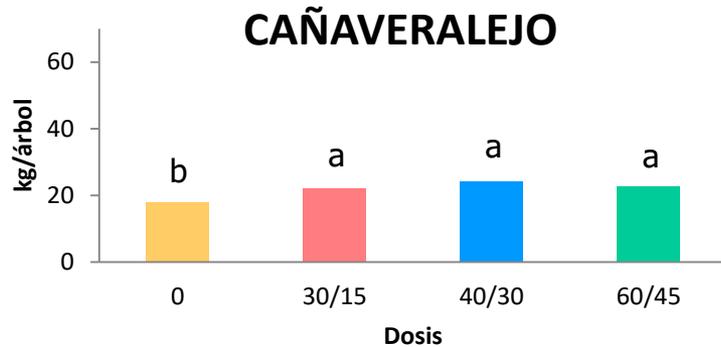
## Metodología.

Anualmente se pesó la cosecha de cada uno de los olivos de los diferentes tratamientos, tomándose una muestra de frutos que se utilizó para determinar el rendimiento graso de la aceituna empleando el método RNM (Resonancia Magnética Nuclear) y el peso medio de los frutos. A partir de estos datos se calculó la cosecha de aceite producida y el número de frutos por árbol y el aceite por fruto.

# Corrección de Clorosis Férrica en Olivar mediante Quelatos

## Resultados y discusión.

La **producción** de aceituna y de aceite se vio incrementada en todas las parcelas que recibieron las aportaciones de quelato de hierro, si bien la intensidad de la respuesta fue diferente en cada una de ellas.

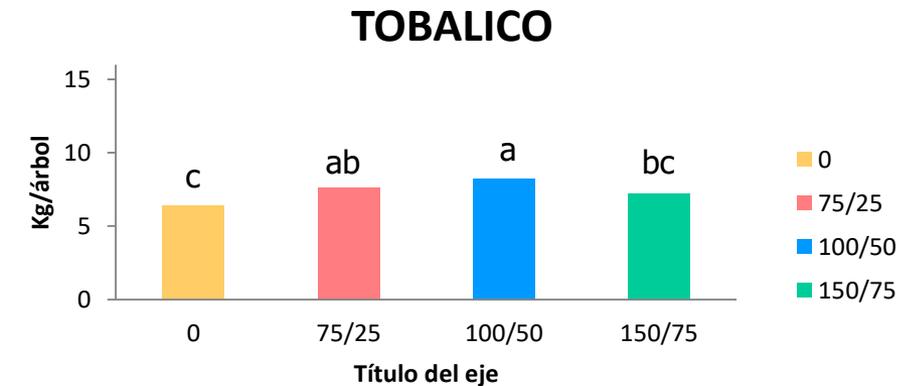
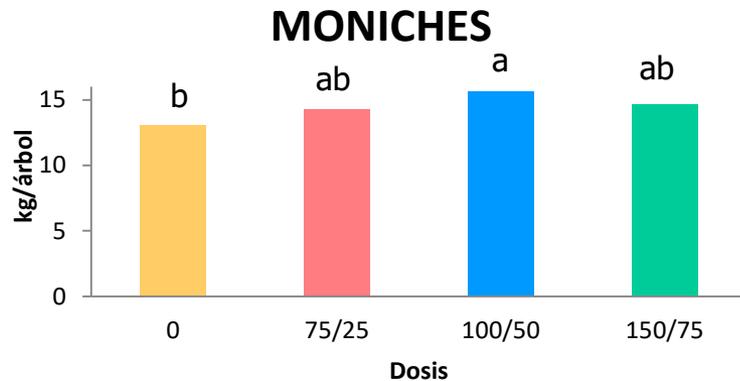
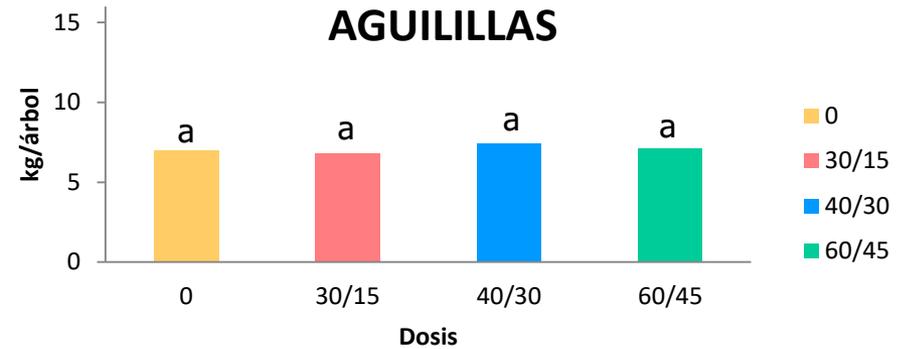
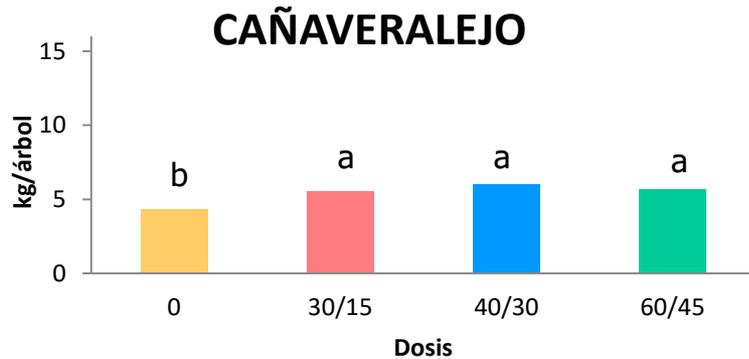


**Figura 1. Producción de aceituna (kg/árbol) media durante el periodo 2003-2006 según la dosis aplicada (0-30/15-40/30-60/45 en las parcelas de ensayo de Cañaveralejo y Las Aguilillas; 0-75/25-100/50-150/75 en las parcelas de ensayo de Los Moniches y Tobarico).** La primera cifra muestra la dosis de quelato empleada en el año 2003, la segunda muestra la dosis de los años 2004-2006.

Salvo en la parcela Aguilillas, en la que previamente al ensayo se aplicó quelato, la respuesta a la aplicación de la dosis media de Fe-EDDHA fue significativamente mayor, con respecto al control. En el caso de Cañaveralejo y Tobarico, también lo fue a las dosis extremas (menor y mayor).

# Corrección de Clorosis Férrica en Olivar mediante Quelatos

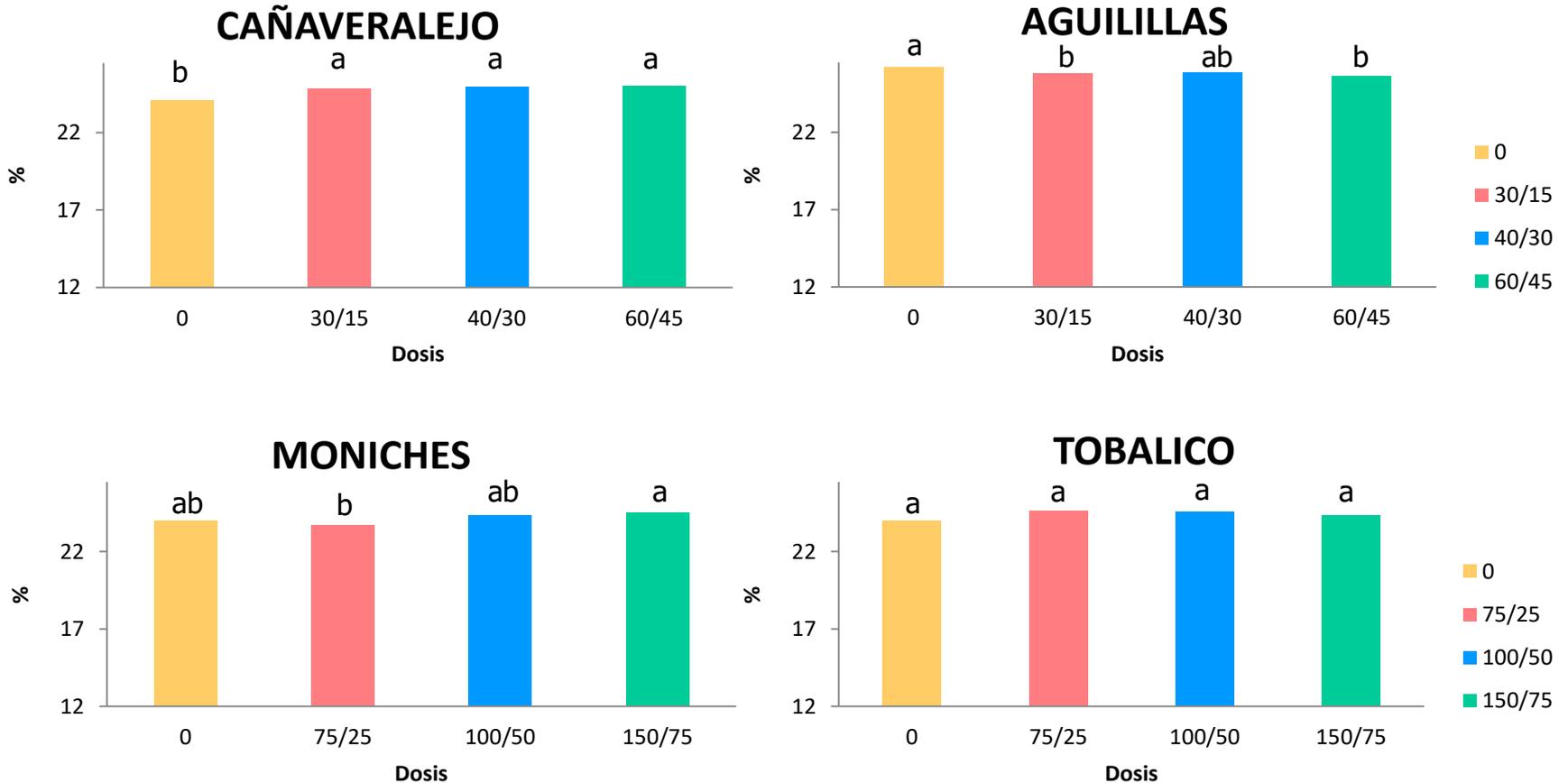
Las **Figuras 1 y 2**, muestran una tendencia a disminuir la producción cuando se emplean dosis elevadas, debido posiblemente a que la molécula quelatante puede estar afectando a la disponibilidad de otros nutrientes (Zn principalmente).



**Figura 2. Producción de aceite (kg/árbol) media durante el periodo 2003-2006 según la dosis aplicada (0-30/15-40/30-60/45 en las parcelas de ensayo de Cañaveralejo y Las Aguilillas; 0-75/25-100/50-150/75 en las parcelas de ensayo de Los Moniches y Tobarico).** La primera cifra muestra la dosis de quelato empleada en el año 2003, la segunda muestra la dosis de los años 2004-2006.

# Corrección de Clorosis Férrica en Olivar mediante Quelatos

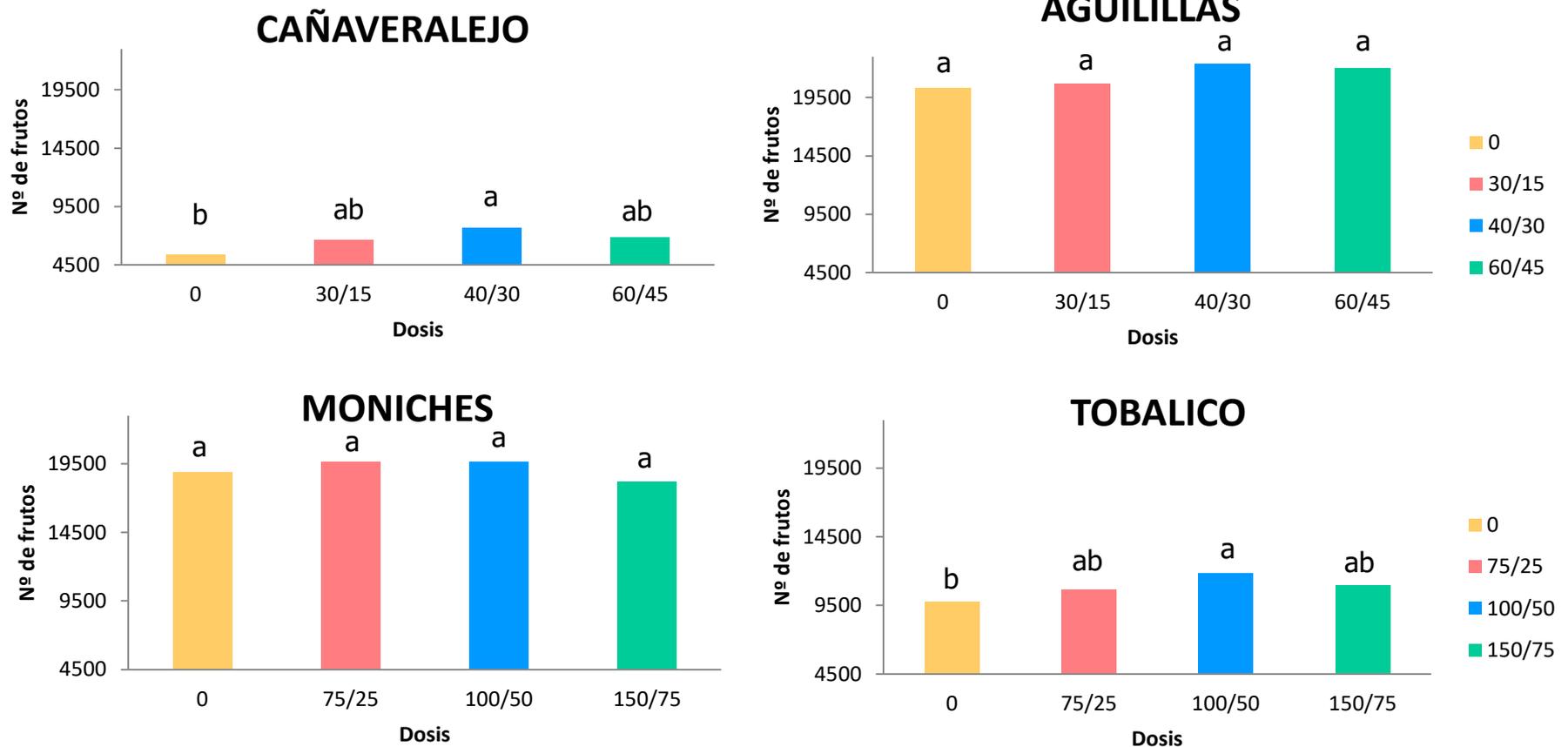
El **rendimiento graso** de los frutos se vio afectado en menor medida que la producción, presentando, por lo general, valores más altos (en algunos casos significativos) para los tratamientos con quelato (**Figura 3**). En Aguilillas, por las consideraciones anteriormente expuestas, no se apreció la misma respuesta.



**Figura 3. Rendimiento graso al 50% de humedad (%) medio durante el periodo 2003-2006 según la dosis aplicada (0-30/15-40/30-60/45 en las parcelas de ensayo de Cañaveralejo y Las Aguilillas; 0-75/25-100/50-150/75 en las parcelas de ensayo de Los Moniches y Tobarico).** La primera cifra muestra la dosis de quelato empleada en el año 2003, la segunda muestra la dosis de los años 2004-2006.

# Corrección de Clorosis Férrica en Olivar mediante Quelatos

El **número de frutos** presentes siguió un patrón similar al de la producción. El peso medio del fruto presentó valores similares para todos los tratamientos que presentaban un mismo estado de carga, independientemente del tratamiento aplicado (**Figura 4**). El aumento de la producción observado se debe, fundamentalmente, a una mejor calidad de la floración y cuajado de frutos.



**Figura 4. Número de frutos por árbol medio durante el periodo 2003-2006 según la dosis aplicada (0-30/15-40/30-60/45 en las parcelas de ensayo de Cañaveralejo y Las Aguilillas; 0-75/25-100/50-150/75 en las parcelas de ensayo de Los Moniches y Tobalico).** La primera cifra muestra la dosis de quelato empleada en el año 2003, la segunda muestra la dosis de los años 2004-2006.

## 5.- Conclusiones.

A la vista de los resultados se puede sugerir que **dosis medias de mantenimiento** con quelato Fe-EDDHA (30 g/olivo en olivar intensivo y 50 g/olivo en el tradicional) pueden resultar suficientes para mejorar la producción en relación a los olivos no tratados y mantener un buen estado productivo.

Se recomienda el fraccionamiento de la dosis de mantenimiento anterior, aplicando un **75% en primavera** y el **25%** restante a principios de **otoño**.

Estrategia de utilizar un **tratamiento de choque** el primer año en plantaciones muy afectadas por la clorosis férrica, y **tratamiento de mantenimiento** en los sucesivos años.

Los excelentes resultados alcanzados con la aplicación de quelatos de hierro ponen de manifiesto que, la **aplicación al suelo** a las dosis propuestas (por fertirrigación en sistemas de regadío, o mediante inyección a presión al suelo en seco), ha resultado ser una práctica muy eficiente.

El quelato **Fe-EDDHA (o-o)** ha demostrado su estabilidad en suelos calizos con pH elevados (rodean la molécula de Fe perfectamente y lo aíslan del medio gracias a su formulación y a los enlaces orto-orto), lo que unido a su coste, hace que se recomiende su uso.

# Corrección de Clorosis Férrica en Olivar mediante Quelatos

Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera

Avenida de Grecia s/n

41012 Sevilla (Sevilla) España

Teléfonos: 954 994 595 Fax: 955 519 107

e-mail: [webmaster.ifapa@juntadeandalucia.es](mailto:webmaster.ifapa@juntadeandalucia.es)

[www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa](http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa)



[www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/servifapa](http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/servifapa)



Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera  
**CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA,  
PESCA Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

