



BOLETÍN TÉCNICO

Stilo[®] μ
Ferrale

Bioestimulante a base de bacterias PGPR
mejorador del estado nutricional de los
cultivos con acción quelante del hierro (Fe) y
mejorador de absorción del fósforo (P)



INDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS (FISICO-QUÍMICAS).....	1
3. BENEFICIOS DEL USO DE STILO® μ FERRALE	2
4. DESARROLLO EN CAMPO	3
5. APLICACIONES Y RECOMENDACIONES DE USO	9
6. RESUMEN	10



1. INTRODUCCIÓN

STILO[®]μ FERRALE es un bioestimulante formado por una selección de cepas de microorganismos con una gran capacidad para mejorar el estado nutricional de los cultivos, movilizar el hierro insoluble del suelo y no asimilable por la planta y de solubilizar el fósforo del suelo y no asimilable por la planta.

Las cepas presentes en **STILO[®]μ FERRALE** han sido especialmente seleccionadas para ayudar a corregir los síntomas de carencias de hierro y fósforo en planta, ya que son capaces de solubilizar tanto el hierro como el fósforo insoluble y promover su asimilación por parte de los cultivos. Los microorganismos del **STILO[®]μ FERRALE** producen unas moléculas orgánicas, denominadas sideróforos, las cuales tienen una elevada afinidad por los átomos de hierro del suelo.

El conjunto de microorganismos presentes en **STILO[®]μ FERRALE** mejoran el estado nutricional de los cultivos constituyendo un nuevo "órgano funcional" subterráneo del que se sirve la planta para multiplicar su capacidad para absorber agua y nutrientes (fundamentalmente Fe y P).

Además del principio activo biológico, **STILO[®]μ FERRALE** contiene una matriz orgánica, con una concentración de extracto húmico total del 16%. Esta matriz optimiza el crecimiento de los microorganismos y su óptima implantación en la rizosfera.

Todos estos componentes hacen que el **STILO[®]μ FERRALE** se presente como un producto bioestimulante de origen biológico y bioquelante para prevenir síntomas de deficiencia de hierro y mejorador de la absorción del fósforo.



2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS (FISICO-QUÍMICAS)

COMPOSICIÓN DE STILO [®] μ FERRALE		CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE STILO [®] μ FERRALE	
Bacterias de la rizosfera. Composición mínima garantizada	1x10 ⁸ UFC/g	Estado físico	Sólido
Pseudomonas fluorescens	cepa PA112	Color	No determinado
Pseudomonas putida	cepa PA116	Olor	Inodoro
Micorrizas (Glomus sp)	0,01 % p/p	pH (1/25)	7
Extracto húmico total	16 % p/p	Punto de ebullición	>100 °C
		Punto de inflamación	No inflamable
		Solubilidad en agua:	Completamente soluble
		Peligro de explosión	No explosivo
		Densidad relativa	0,6

El formulado permanece estable durante 2 años a temperatura ambiente siempre que se mantenga en sus envases originales, cerrados y en un lugar de almacenamiento fresco y adecuado.

3. BENEFICIOS DEL USO DE STILO[®]μ FERRALE

La aplicación de **STILO[®]μ FERRALE** permite estimular el crecimiento de la planta incluso en suelos con falta de hierro o fósforo asimilable y mejorar el estado nutricional de los cultivos ya que los microorganismos que contiene están específicamente seleccionados y se adaptan a diversas condiciones ambientales.

STILO[®]μ FERRALE realiza los siguientes efectos:

- Actúa como un biofertilizante, optimizando la disponibilidad de hierro y fósforo para la planta.
- Mejora la fotosíntesis. El hierro juega un papel fundamental en la síntesis de la clorofila.
- La solubilización de fósforo no asimilable del suelo incide en un árbol mejor vestido.
- Mejora el crecimiento y desarrollo de la planta.



Figura 1. Imagen de microscopía de *Pseudomonas* sp.

Traduciéndose este beneficio en mayor crecimiento vegetativo (más biomasa, más precocidad) y mayor rendimiento productivo en comparación con estándares de naturaleza diferente o testigos.

1 – APORTACIÓN DE HIERRO NO ASIMILABLE DEL SUELO A LAS PLANTAS

Las bacterias contenidas en **STILO[®]μ FERRALE** tienen la capacidad de aportar hierro (Fe^{2+}) en condiciones de escasez de hierro asimilable en el suelo, mediante la producción y excreción de sideróforos a la rizosfera de la planta para convertir el hierro no asimilable del suelo en asimilable para la planta, incluso a pH altos y altas temperaturas.

Los **sideróforos** secuestran el Fe^{3+} del suelo y los transporta hasta la pared celular bacteriana, donde se reduce a Fe^{2+} . Este complejo es reconocido por receptores de membrana específicos de las células de las raíces y es absorbido por las plantas que son capaces de extraer el Fe^{2+} que hay en los sideróforos y utilizarlo como fuente de hierro para prevenir los síntomas de clorosis férrica.

Así, se ha demostrado que los sideróforos bacterianos son esenciales para el desarrollo de las plantas en suelos calcáreos, generalmente deficitarios en hierro.

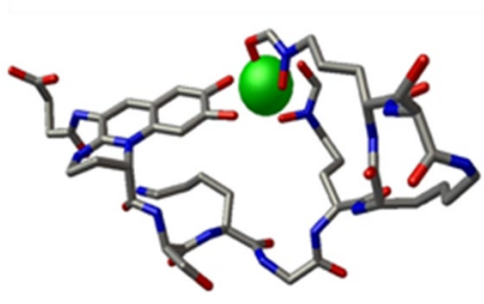


Figura 2. Pioverdina producida por *Pseudomonas* sp.

2 – SOLUBILIZACIÓN DE FÓSFORO NO ASIMILABLE DEL SUELO A LAS PLANTAS

El P es uno de los nutrientes esenciales en las plantas para mejorar el crecimiento y funcionamiento de la planta e interviene en el desarrollo de las raíces, en el crecimiento y en la floración. Además, interviene de manera muy importante en el metabolismo energético de la planta.

El P está presente en el suelo de forma orgánica e inorgánica. El P orgánico proviene en su mayoría de restos de materia orgánica y es degradado, mediante hidrólisis enzimática, por microorganismos del suelo a formas asimilables para la planta.

El P inorgánico está en forma mineral y en condiciones de alto pH y presencia de Ca²⁺, no es asimilable para las plantas. No obstante, hay bacterias que son capaces de solubilizar el fósforo inorgánico mediante la síntesis de ácidos orgánicos, a formas asimilables para la planta.

Las bacterias de **STILO®μ FERRALE** solubilizan el fósforo presente en el suelo mediante el dos sistemas:

- Síntesis y liberación al medio de ácidos orgánicos que acidifican el suelo y forman complejos quelando cationes de metales asociados a formas de P insoluble (Ca⁺², Mg⁺², Fe⁺³ y Al⁺³) y transformándolos en P asimilable para los cultivos.
- En presencia de materia orgánica y bajo contenido de P en el suelo, las bacterias sintetizan y liberan enzimas fosfatasas que hidrolizan el P orgánico presente en el suelo (enzimas fitasas, fitatos) y aumentando la disponibilidad de P inorgánico en el suelo asimilable para la planta.

3 – BIOESTIMULACIÓN DE LAS PLANTAS MEDIANTE EFECTO HORMONAL

Las bacterias contenidas en **STILO®μ FERRALE** tienen una gran capacidad para mejorar el estado nutricional de los cultivos y estimular su crecimiento mediante la síntesis y liberación al medio de fitohormonas y vitaminas.

Entre las fitohormonas que sintetizan se encuentran auxinas como ácido indolacético (IAA) con eficacia para la elongación y diferenciación celular, aumentando número de pelos radiculares. También se sintetizan citoquininas cuya función se centran en la división celular con efectos en brotación y raíces primarias.

4. DESARROLLO EN CAMPO

DESARROLLO DE STILO®μ FERRALE EN MANDARINO

El objetivo de la prueba fue evaluar la mejora en el estado nutricional relativo al micronutriente Fe a través de una aplicación de STILO®μ FERRALE y productos de quelatos de Fe sintéticos estándar.

Ensayo EOR: SMFE-CITRUS-17-17-sip. v14

Cultivo: mandarino, var. *Oronules*

Localización: Abarán (Murcia)

Aplicación: Fertirrigación:

Tratamientos	Aplicación A 27/07/2017 BBCH 78
Testigo	
STILO®μ FERRALE	1,5 g/árbol
Quelato EDDHA 6% Fe	10 g/árbol

Se evaluó el contenido de clorofila (mg/kg) en hojas jóvenes totalmente desarrolladas, así como su contenido en hierro total (mg/kg) en las mismas hojas a los 0, 15 y 30 días después de la aplicación mostrando los siguientes resultados:

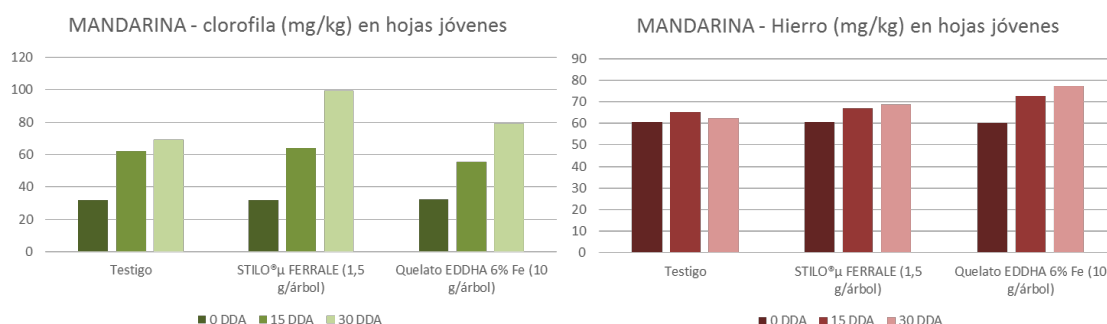


Figura 3. Valores de clorofila (mg/kg) y hierro (mg/kg) en mandarina var. Oronules en hojas jóvenes totalmente desarrolladas en varios momentos del ensayo de STILO®μ FERRALE en Blanca (Murcia).

STILO®μ FERRALE consiguió valores más altos que el testigo en cuanto a Fe en hojas y con una tendencia ascendente, sin embargo, lo más llamativo fue que la clorofila es marcadamente más alta que el quelato estándar y muy superior al testigo. Esto demuestra una mayor eficiencia en su síntesis respecto al contenido de hierro presente en la planta.

DESARROLLO DE STILO®μ FERRALE EN NARANJA

El objetivo de la prueba fue evaluar la mejora en el estado nutricional relativo al micronutriente Fe a través de la aplicación de STILO®μ FERRALE y productos basados en quelatos de Fe sintéticos estándar.

Prueba de desarrollo: STILOMF-CITRI-1709-1

Cultivo: naranjo, var. *Navel Late*

Localización: Sagunto (Valencia)

Aplicación: Fertirrigación

pH suelo: 8,71

Tratamientos	Aplicación A 18/05/2017 BBCH 73	Aplicación B 17/07/2017 BBCH 74	Aplicación C 15/09/2017 BBCH 77	Total
Testigo				
STILO®μ FERRALE	3 kg/ha	3 kg/ha	3 kg/ha	9 kg/ha
Quelato EDDHA 6% Fe	20 kg/ha	20 kg/ha	20 kg/ha	60 kg/ha

Se analizaron los valores de SPAD (unidades adimensionales proporcionales al contenido en clorofila), el contenido en clorofila y el contenido en Fe en hojas (figuras 4 y 5).

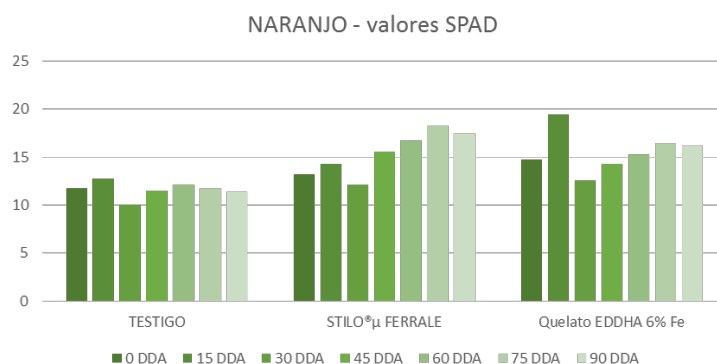


Figura 4. Evolución de los valores de SPAD registrados en naranjo var. Navel Late tras la aplicación de STILO®μ FERRALE y un quelato estándar a base de EDDHA en comparación con el testigo en Sagunto (Valencia)

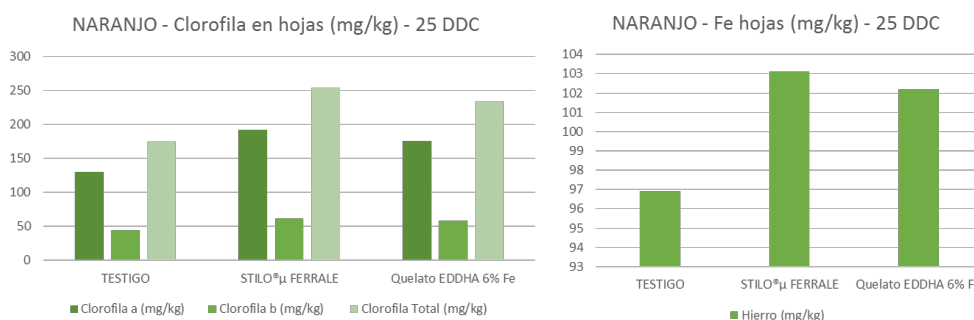


Figura 5. Concentración de clorofila (a, b y total) y de hierro en hojas jóvenes totalmente desarrolladas de naranjo var. Navel Late 25 días después de la aplicación de STILO®μ FERRALE y de un quelato estándar a base de EDDHA en comparación con el testigo en Sagunto (Valencia)

La aplicación de ambos productos incrementó el contenido en clorofila y Fe en las hojas, y se vio reflejado en valores de SPAD más altos y con una clara tendencia ascendente a lo largo del ciclo. Estos datos indican un mejor estado nutricional respecto al microelemento Fe. Este mejor estado nutricional se observó en la coloración de la vegetación (figura 6).



Figura 6. Naranjos var. Navel Late testigo (izda.), y tras la aplicación de STILO®μ FERRALE (60 DDC) (centro) y Quelato EDDHA 6% Fe (60 DDC) (dcha.) en Sagunto (Valencia)

DESARROLLO DE STILO[®]μ FERRALE EN MELOCOTONERO

Ensayo EOR: SMFE-FRHU-17-17_sip. v20

Cultivo: melocotonero, var. *Sagittaria*

Localización: Blanca (Murcia)

Tipo de aplicación: Una única aplicación de STILO[®]μ FERRALE después de cosecha y habiéndose practicado un lavado de la solución del suelo mediante un riego abundante.

El suelo, en ambas localizaciones, presenta valores altos de pH y contenido en carbonato cálcico, lo que garantiza el bloqueo del Fe disponible para las plantas.

Tratamientos	Aplicación A 13/06/2017 BBCH 89
Testigo	
STILO [®] μ FERRALE	1.5 g/árbol
Quelato EDDHA 6% Fe	10 g/árbol

Los valores de clorofila (mg/kg) de hojas jóvenes totalmente desarrolladas, así como su contenido en hierro total (mg/kg) en las mismas hojas se representan en la figura 15. La figura 16 refleja los valores de SPAD en varios momentos posteriores a la aplicación.

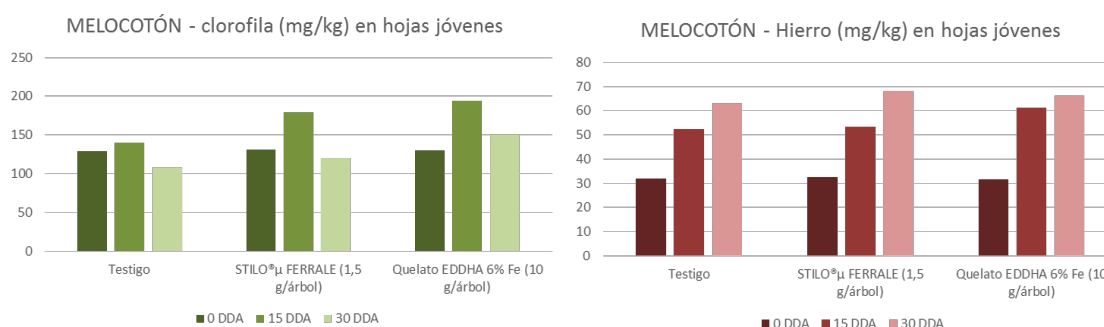


Figura 7. Valores de clorofila (mg/kg) y hierro (mg/kg) en melocotón var. *Sagittaria* en hojas jóvenes totalmente desarrolladas en varios momentos del ensayo de STILO[®]μ FERRALE en Abarán (Murcia).

En este ensayos, tanto los valores los de clorofila y Fe en hojas jóvenes han mostrado que STILO[®]μ FERRALE mejora de forma sustancial el estado nutricional del cultivo en lo relativo a la absorción de hierro, lo que se traduce en unos cultivos más equilibrados, sin aparición de síntomas de clorosis férrica.

DESARROLLO DE STILO[®]μ FERRALE EN VIÑA

Prueba de desarrollo: STILOMF-VIÑA-1855-1

Cultivo: viña, var. Airen Patrón Ritcher 110

Localización: Daimiel (Ciudad Real)

Tipo de aplicación: Una única aplicación por fertirrigación.

* Estándar: Fe-EDDHA 4.8% en forma orto-orto

Tratamientos	Aplicación A 09/05/2018 BBCH 12
1 – Testigo	
2 – STILO [®] μ ERRALE	2 g/cepa + BLACKJAK [®] 2 l/ha
3 – FERRALE [®] EVO	5 g/cepa + BLACKJAK [®] 2 l/ha
4 – Estándar	6 g/cepa + BLACKJAK [®] 2 l/ha

STILO® μ FERRALE, con una sola aplicación inicial, mejoró la concentración de Fe y el contenido de Clorofila total en la planta.

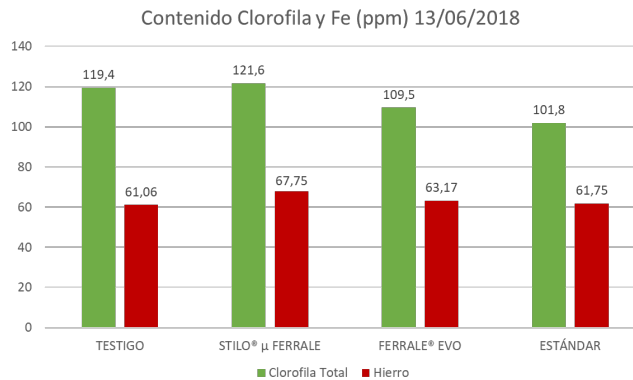


Figura 8. Concentración de clorofila total y de hierro en hojas jóvenes desarrolladas de viña var. Airen 35 días después de la aplicación de STILO® μ FERRALE y de un quelato estándar a base de EDDHA en comparación con el testigo en Daimiel (Ciudad Real).

En las imágenes de satélite tomadas para medir el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), que es un índice empleado para valorar la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación basándose en la intensidad de la radiación que emite la vegetación, muestra claramente que el tratamiento de STILO® μ FERRALE es la tesis que mayor índice de vegetación presenta, confirmando su capacidad, no solo de mejorar el estado nutricional las planta, sino también para estimular el crecimiento de los cultivos.

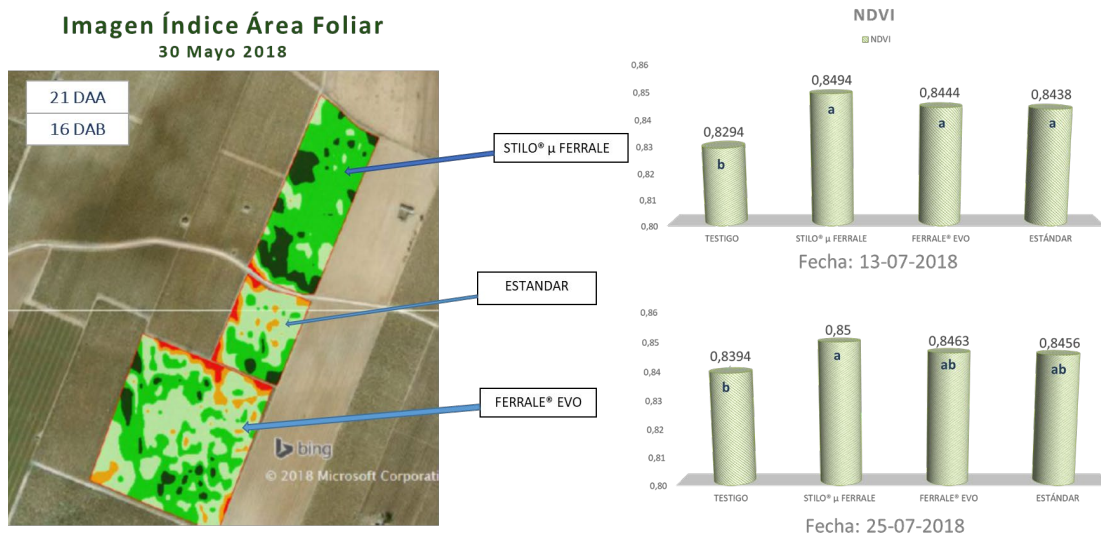


Figura 9. Foto satélite (dcha.) y valores de NDVI (izda.) a distintas fechas de la aplicación de STILO® μ FERRALE del cultivo de viña var. Airen después de la aplicación de STILO® μ FERRALE y de un quelato estándar a base de EDDHA en comparación con el testigo en Daimiel (Ciudad Real).

Respecto a los datos de producción y de calidad de la cosecha el tratamiento de STILO® μ FERRALE obtiene niveles de producción mayores al resto de los tratamientos y respecto a la calidad de la cosecha mejora los °Baumé y los valores en Acidez Total.

TRATAMIENTO	COSECHA 14 Septiembre 2018		
	°BAUMÉ	ph	Acidez Total
1. TESTIGO	8,54	3,46	5,64
2. STILO® μ FERRALE	8,73	3,41	5,11
3. FERRALE® EVO	8,61	3,38	5,61
4. ESTÁNDAR	8,71	3,46	5,53

Análisis realizados con 20 racimos por variante en cada muestreo
Acidez Total: Los valores ideales son los comprendidos entre 4,5 y 5,5

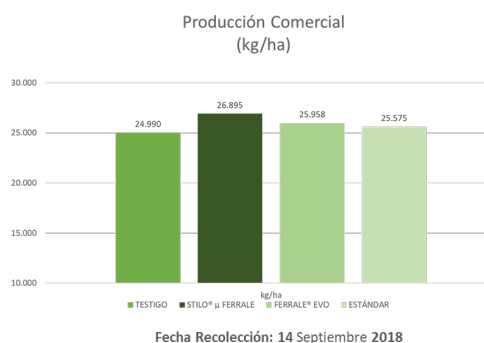


Figura 10. Valores de calidad de la cosecha (dcha.) y producción comercial total obtenida en cultivo de viña var. Airen después de la aplicación de STILO® μ FERRALE y de un quelato estándar a base de EDDHA en comparación con el testigo en Daimiel (Ciudad Real).

Por tanto, aplicación de STILO® μ FERRALE antes de la aparición de los síntomas de clorosis férrica, ha favorece de manera muy positiva la asimilación del Fe bloqueado que se encuentra en el suelo, mejorando, además, la actividad fotosintética de las plantas e influyendo en una mejora del estado vegetativo de las viñas, traduciéndose una mejora de la producción a cosecha, manteniendo o mejorando la calidad del mosto y por tanto del beneficio económico obtenido.



Figura 11. viña var. Airen testigo (50 DDA) (izda.), y tras la aplicación de STILO® μ FERRALE (55 DDA) (centro) y Estándar Fe-EDDHA 4.8% en forma orto-orto (50 DDA) (dcha.) en Daimiel (Ciudad Real).

5. APLICACIONES Y RECOMENDACIONES DE USO

Estado del suelo para la óptima aplicación de STILO®μ FERRALE

- La aplicación se debe hacer en condiciones de humedad en el suelo, con la finalidad de que haya un desplazamiento mediante esta humedad hacia las zonas radiculares más activas.
- En casos donde esto es posible, es conveniente que exista un riego simultánea o posteriormente a la aplicación.
- También es una opción recomendable la inyección al suelo mediante rejillas incorporadas a tanques de aplicación de fitosanitarios. De esta forma, se consigue dar tempero-humedad a la zona donde se aplica el producto.
- Si se prevén o se van a producir lluvias en el entorno de la aplicación, es recomendable que la aplicación sea tras una lluvia.

Concentración del producto y su disolución

- Evitar concentraciones de uso superiores al 1% (1 kg de producto comercial por cada 100 litros de agua).
- En el caso de STILO®μ FERRALE no hace falta mantener el producto en remojo tras su disolución más allá del tiempo de agitación anterior cuando se diluye.
- Mantener el pH del caldo en un rango de valores entre 5 a 9
- Debido a su formulación, STILO®μ FERRALE permite su utilización en aplicación al suelo, permitiendo la mezcla con soluciones de fertirrigación para su aplicación vía radicular.

Compatibilidad y mezclas con otros productos

- En general no se han detectado problemas de mezclas con herbicidas ni tampoco insecticidas-acaricidas.
- No se debe mezclar con aguas cloradas, derivados de cobre y/o bactericidas.
- En caso de aplicación vía riego de fungicidas, derivados de cobre o bactericidas, estos deberán ser aplicados con un margen de 15-20 días antes o después de la aplicación de STILO®μ FERRALE.
- En caso de hacer una limpieza del sistema de riego con ácidos nítrico o fosfórico se recomienda limpiar bien con agua el sistema antes de aplicar STILO®μ FERRALE.

Se recomienda su aplicación bajo asesoramiento técnico agronómico.

CULTIVOS	MOTIVO DE LA APLICACIÓN	DOSIS	Observaciones
Árboles en viveros	Promover una mejor absorción del hierro y del fósforo habitualmente presentes en la mayor parte de los suelos agrícolas y que suelen encontrarse bloqueados debido a las condiciones de alcalinidad de dichos suelos.	0,3 – 0,5 g/planta	
Cítricos		0,6 – 2,5 g/árbol	Árboles antes de entrar en producción
		2 – 5 g/árbol	Al inicio de la producción
		5 – 9 g/árbol	En plena producción, pudiendo llegar hasta 17 g/árbol en árboles de gran desarrollo (limonero)
Cultivos extensivos		1 – 1,6 kg/ha	Aplicar incorporado al suelo, directamente o mediante pulverización a todo terreno, antes de la siembra o del trasplante.
Cultivos hortícolas		0,2 – 0,6 g/m ²	En función del cultivo y del estado de desarrollo.
Cultivos ornamentales		0,2 – 0,6 g/m ²	En función del cultivo y del estado de desarrollo.
Frutales		0,6 – 2,5 g/árbol	Árboles antes de entrar en producción
		2 – 5 g/árbol	Al inicio de la producción
		5 – 9 g/árbol	En plena producción, pudiendo llegar hasta 17 g/árbol en árboles de gran desarrollo (aguacate)
Viña		0,3 – 1 g/pie	Cepas jóvenes
		0,6 – 2 g/pie	Cepas en producción
		1,6 – 5 g/pie	Parrales

6. RESUMEN

- ✓ STILO® μ FERRALE es un inóculo microbiano de aplicación radicular con acción quelante del hierro (Fe) y mejorador de absorción del fósforo (P).
- ✓ Aplicación de STILO® μ FERRALE por el sistema de riego o pulverizado al suelo.
- ✓ Aplicación sincronizada con los momentos de elevada absorción de estos elementos por parte de los cultivos, y dosis proporcional a la demanda.
- ✓ Acción de solubilización de nutrientes mediante mecanismos biológicos producidos por bacterias PGPR especialmente seleccionadas.
- ✓ Evita situaciones carenciales de Fe en los cultivos, que se manifiestan en forma de clorosis férrica y disminución de los rendimientos.
- ✓ Mejorador del suelo y de la absorción por parte de la planta de nutrientes como el hierro y el fósforo.
- ✓ Certificado para su uso en agricultura ecológica.



Prof. Beltrán Báguena, 5
46009 valencia spain
tel.+34 963 483 500
fax.+34 963 482 721
info@sipcam.es

www.sipcam.es