

LA CLOROSIS FÉRRICA EN LA PLATANERA

Francisco Medina Jiménez, Sección de Fertirrigación,
Granja Agrícola Experimental, Cabildo de Gran Canaria

Se conoce por clorosis al estado patológico de la planta que se manifiesta por amarilleo de las zonas verdes, principalmente las hojas, debido a la falta de algún nutriente de una forma general.

En el caso de carencia de hierro, las plantas de una manera generalizada presentan la siguiente sintomatología:

- (1) Las hojas viejas se mantienen color verde, mientras que las hojas jóvenes empiezan amarillear.
- (2) Según va avanzando el estado carencial se observan la característica clorosis intervenal quedando solo de color verde los vasos, contrastando con el color amarillento del limbo.

- (3) En caso de carencia severa, el amarilleamiento puede ser total y aparecen zonas necróticas en los bordes de los limbos, produciendo una caída precoz de las hojas.

El 75% del hierro celular está asociado a los cloroplastos, determinando el importante papel de este elemento (Fe) en la fotosíntesis. El hierro es esencial para la síntesis de la clorofila, aunque no forme parte de su composición. Cuando se suministra a plantas en diferentes concentraciones, se observa una correlación entre el contenido del hierro y el contenido de clorofila, de ahí que su ausencia en la planta produzca la patología.

Carencia de hierro severa en platanera adulta



El hierro dada su inmovilidad en la planta presenta como característica de su deficiencia una clorosis general de las hojas jóvenes al no poderse trasladar a estas desde las partes bajas de la planta que permanecen verdes. En el análisis de las hojas cloróticas suele ocurrir que presenten mayores niveles de hierro que las verdes, conociéndose este fenómeno como la "paradoja del hierro".

Stover describe la deficiencia férrica en la platanera como la "Existencia de una clorosis general de las hojas jóvenes en espacios internerviales mas afectados, se retarda el crecimiento y las hojas se vuelven en rosetas". Como consecuencia el fruto de la planta es pequeño.

En los cultivos de plataneras de Gran Canaria esta sintomatología se presentaba con mas frecuencia en las 3ª zonas (cuando existían) en los meses de marzo abril, aunque actualmente se sigue produciendo en las de 2ª y 1ª pero con menos intensidad y coincidiendo con los mismos meses. Además hemos observado en algún caso síntomas mas severos que los descritos que incluyen tonalidades blancas que luego se necrosan.

El hierro es un elemento que se encuentra generalmente en cantidades estimables en el suelo pero su disponibilidad para la planta como hierro útil queda mermada por problemas edafológicos tales como:

- (1) pH neutros o básicos debido a contenidos notables de caliza activa y bicarbonatos. En los suelos de estas características el hierro se oxida a formas férricas (Fe^{3+}) de baja solubilidad y difícil absorción. Esto no ocurre en los suelos ácidos.
- (2) Encharcamientos: Que producen deficiencia de oxígeno (O_2) y exceso de anhídrido carbónico (CO_2) que con el agua puede producir bicarbonatos en suelos calizos.
- (3) Suelos de alta inercia térmica como son los arcillosos que tardan en calentarse y enfriarse y como la absorción del Fe (hierro) es muy dependiente de la temperatura es por lo que en primavera, cuando el ambiente se caldea, aumenta la demanda de hierro, pero como el suelo está aun frío, la absorción se limita. Es lo que se denomina "clorosis primaveral" que revierte cuando el suelo se calienta.

Las formas solubles de hierro en el suelo son:

- (1º) En condiciones reductoras como Fe^{2+}
- (2º) En forma de Fe^{3+} cuando el potencial de oxidación sea alto. Siendo la forma Fe^{2+} la que es útil metabólicamente para la planta.

La clorosis férrica en platanera se empieza a lavar (descenso del contenido de hierro en las hojas) a mitad del invierno declarándose la deficiencia plena a principios de primavera siendo irreversible, las hojas afectadas severamente no vuelven a recuperar su color verde, aunque se traten, de ahí la importancia de prevenirla antes que se produzca.

En una finca situada en la costa de Arucas (Gran Canaria) donde cíclicamente cada año se producen amarilleamientos severos, realizamos una serie de prospecciones consistentes en análisis de tierra, hojas y agua de riego, con objeto de determinar las causas de tan magnificado problema, arrojando los análisis los siguientes resultados:

Tierra (Media del Muestreo).-

Parámetros Químicos	Resultados	Unidades
pH (pasta saturada)	7,8	
Conductividad (Extracto Saturado)	1,38	dS/m
Caliza Total	5,12	%
Carbono	1,27	%
Materia Orgánica	2,19	%
Nitratos	431	mg/kg
Potasio de Cambio	4,76	meq/100grs
Calcio de Cambio	36,68	meq/100grs
Magnesio de Cambio	14,38	meq/100grs
Sodio de Cambio	3,26	meq/100grs
Boro	6,64	mg/kg
Cobre	2,51	mg/kg
Hierro	4,47	mg/kg
Manganeso	7,97	mg/kg
Cinc	10,15	mg/kg
Parámetros Físicos		
Arcilla	48,87	%
Limo	29,34	%
Arena	21,77	%
Clasificación	Arcillosa	

Agua.-

Parámetros	Resultados	Unidades
pH	8	
Conductividad	1159	us/cm
Cl- (Cloruros)	0,145	grs/litro
CO3= Carbonatos	-	
HCO3- (Bicarbonatos)	0,368	grs/litro
NO3- (Nitratos)	0,022	grs/litro
SO4= Sulfatos)	0,075	grs/litro
P (Fósforo)	3,33	ppm
Na- (Sodio)	0,150	grs/litro
K+ (Potasio)	0,018	grs/litro
Ca++(Calcio)	0,044	grs/litro
Mg++ (Magnesio)	0,34	grs/litro

NH ₄ ⁺ (Amonio)	<0, 3	ppm
Sales disueltas	0, 855	grs/litro
B(Boro)	0, 305	ppm
Cu(Cobre)	<0, 015	ppm
Fe(Hierro)	0, 021	ppm
Mn(Manganeso)	0, 030	ppm
Zn(Cinc)	0, 015	ppm
Sílice(SiO ₂)	36, 22	ppm
S.A.R.	4,13	
C.S.R.	1, 03	
Clase	C3 S1	

Hoja.-

Determinaciones	Hoja Amarilla	Hoja Verde
Nitrógeno (N) %	2, 58	2, 08
Fósforo (P) %	0, 25	0,14
Potasio (K) %	3, 78	2, 37
Calcio (Ca) %	0, 60	2, 04
Magnesio (Mg) %	0, 42	0, 85
Sodio (Na) %	0, 06	0, 6
Azufre (S) %	0, 18	0, 19
0, 19Boro (B) ppm	31, 24	48, 44
Cobre (Cu) ppm	20, 07	22, 47
Hierro (Fe) ppm	34,68	53, 03
Manganeso (Mn) ppm	-	-
Cinc (Zn) ppm	33, 72	59, 25
Molibdeno (Mo) ppm	2, 79	2, 23

Del análisis de los resultados de todas las determinaciones en tierra, agua y hojas, concluimos que la finca en cuestión es propensa a la clorosis férrica como consecuencia de pH alcalinos tanto en tierra como en el agua donde se determinan en esta elevados contenidos de bicarbonatos y sodio, lo que produce la insolubilidad del hierro. En estas condiciones de alcalinidad el hierro (Fe²⁺) se oxida pasando a la forma (Fe³⁺) perdiendo la solubilidad y haciéndose difícil la absorción por la planta. Como consecuencia el suelo en cuestión presenta niveles limitantes de hierro, si consideramos los niveles establecidos para la disponibilidad del hierro en a suelos alcalinos extraído con DTPA.

Clasificación del Suelo	Contenido de Hierro (Extraído con DTPA)
	ppm Fe
Pobre	<2
Limitante	2, 0 – 4, 5
Suficiente	> 4, 5

Por su condición de arcilloso el suelo está sujeto a enfriamientos y calentamientos lentos lo que propicia la clorosis denominada "primaveral" ya descrita con anterioridad.

Como consecuencia de lo expuesto incluso las hojas verdes presentan niveles bajos de hierro, al estar considerados los niveles de hierro en análisis foliares de plataneras en:

Elemento	Nivel Bajo	Nivel Normal
Hierro (Fe) ppm	< 150	> 150

Lo que sobresalta el bajo contenido de hierro en los tipos de hojas muestreadas aunque una no presentara estado carencial aparente.

Corrección de la Clorosis Férrica en Plataneras.-

En la antigüedad y con los riegos a manta era frecuente la utilización de la caparrosa (sulfato ferroso FeSO₄. 7H₂O) aplicada al suelo por medio del agua de riego. Este es un producto de color verde- amarillento que al contacto con el agua adquiere un color ocre al oxidarse pasando a sulfato ferroso, Fe₂ (SO₄). 4H₂O, forma no útil para la planta de ahí su dudosa eficacia. No obstante acidificaba los suelos.

La práctica usual del estercolado en aquellos años, hoy en desuso, permitía, dado el carácter ácido de la materia orgánica, corregir los pH facilitando la solubilidad del hierro.

Con la implantación en plataneras de los riegos localizados se siguió empleando el sulfato férrico en los fertirriegos pero no de una forma generalizada, como consecuencia de la aparición en el mercado de los quelatos y el riesgo de precipitaciones férricas en los goteros por la aplicación de este sulfato .En la actualidad se suelen realizar recomendaciones de aplicación de 40 gramos / m³ de agua de riego una vez a la semana, lo que equivaldría a una dosis de 4, 5 Krs de un quelato (6%), pero por supuesto sin eficacia o muy distante de las eficacias de este.

El mayor avance que se ha producido en el control de la clorosis férrica en la platanera han sido las aplicaciones de quelatos de hierro en el los fertirriegos.

Los quelatos son complejos organometálicos en donde el catión metálico, Fe en el caso de los de hierro, se encuentra rodeado y unido por varios lados por el agente quelatante para impedir que los cationes metálicos sean fijados por el suelo.

Los quelatos aplicados al suelo tienen la ventaja de que una vez aportado el Fe (hierro) a la planta , el agente quelatante queda libre y puede formar quelatos con el hierro nativo de la fracción de reserva del suelo.



Carencia de hierro en retoño de platanera

Los quelatos de hierro deben (1°) Incrementar la solubilidad del hierro (2°) Transportarlo hacia la raíz de la planta (3°) Ahí debe ceder el hierro (4°) La parte orgánica del quelato debe volver a solubilizar más hierro.

La eficacia de un quelato de hierro dependerá por tanto, de la capacidad que tenga en realizar estos cuatro procesos y de resistir a los factores contrarios como el alto pH, bicarbonato, competencia con otros metales, adsorción sobre los materiales del suelo y resistencia a la degradación de la molécula orgánica.

De los quelatantes existentes EDTA, HEDTA, y DTPA, complejan más adecuadamente el Zn y Mn, pero no son efectivos para el hierro. Por el contrario oo-EDDHA , ooEDDHMA , oo- EDDCHA y EDDHSA , formarían quelatos más estables ya que rodean perfectamente el hierro y lo aíslan del medio.

La molécula EDDHA se sintetiza con varias posibilidades de isómero orto-orto y orto- para , de los cuales únicamente la forma orto-orto sería la más estable.

BIBLIOGRAFÍA

- Hernández Abreu, J.M.; Mascarel Inta, J.; Duarte Minguez. S.; Pérez Regalado A.; Santana Ojeda J.L.; Socorro Monzón A.R. 1980 "Seminario de Interpretación de Análisis Químicos de Suelos, Aguas y Plantas"
- Agroinformación . 2005. "Calidad de los Quelatos de Hierro en el Mercado Nacional"
- Fertiberia . 2005. "El Hierro en el Suelo"
- Universidad Nacional de Colombia. 2005 "Funciones de los Nutrientes Minerales (Micro Nutrientes).
- INTA 2005. "Clorosis Férrica en Suelos Cálcareos"
- Fertiberia. "Causa y Efecto de la Clorosis Férrica en los Frutales."