

METODOLOGÍA DE LA VALORACIÓN DE UN CORRECTOR DE TIP BURN EN DISTINTOS TIPOS DE LECHUGA

CARMEN MAXI RODRÍGUEZ SÁNCHEZ
JOSEFA LÓPEZ-MARÍN
AMPARO GÁLVEZ LÓPEZ
LAURA GUERRERO ABELLÓN
ALBERTO GONZÁLEZ BENAVENTE-GARCÍA
Departamento de Hortofruticultura, IMIDA. Murcia

RESUMEN

El cultivo de la lechuga es uno de los más importantes que se realizan en la Región de Murcia al aire libre. Su plantación a lo largo de casi todo el año en las distintas comarcas regionales de forma reiterativa y la variación climática que se produce de un año para otro puede ser motivo de aparición de problemas fitopatológicos o fisiopáticos.

Entre estos últimos, la aparición de la fisiopatía del tip-burn puede aparecer, incluso en variedades genéticamente resistentes, reduciendo la calidad de la producción y los rendimientos producidos.

La fisiopatía, resultado de una traslación y distribución irregulares del calcio en distintas partes de la planta, podría ser prevenida y corregida mediante la acción de correctores en distintas fases del cultivo. En este trabajo se describe la metodología de seguimiento de la aplicación de un corrector quelatante existente en el mercado, así como de la respuesta agronómica habida, en la cual no se apreciaron comportamientos diferenciales con respecto a plantas no tratadas de la misma variedad.

Palabras clave: Lechuga, tipburn, correctores, quelatos.

INTRODUCCIÓN

Si una fase importante para la consecución de nuevos mercados hortofrutícolas para comercializar las producciones regionales es el hecho en sí de llegar a ellos, lo es más aún la de conservarlos y mantenerlos a lo largo del tiempo. Uno de los condicionantes principales para ello es darle una continuidad lo más prolongada posible a la presencia del producto, y que el consumidor se habitúe igualmente a su adquisición en el mismo lugar de compra.

Para hacer efectiva esta provisionalidad con una misma especie, con unos requerimientos edafoclimáticos determinados, en comarcas donde la sucesión de estaciones provoca la variación de temperaturas, luz, humedad relativa, etc., esto no es posible, ya que al no cumplirse las exigencias de la planta, su comportamiento agronómico no es normal y el individuo resultante no responde al ideotipo de la especie y, por tanto, difícilmente comercializable.

Estas anomalías o fisiopatías derivadas de irregularidades ambientales que influyen en procesos fenológicos, de crecimiento, nutricionales, hídricos, etc., provocan una respuesta anormal en la planta. En muchos casos se conoce la etiología de la fisiopatía y qué elementos se interrelacionan para provocarla, por lo que el empleo de una tecnología adecuada puede evitar o paliar su incidencia en gran manera.

Es el caso de la conocida como Tip burn, que se produce en diversas especies hortícolas cultivadas al aire libre, y que en ciertos casos puede constituir un factor limitante para la introducción de una especie, al ser muy sensible a ella y difícilmente corregible en el hábitat donde se pretende instalar. Su aparición coincide con niveles anormales de humedad relativa ambiental, poca disponibilidad de calcio asimilable por la planta y, a veces, deficiencias de boro; ello provoca dificultades de la actividad metabólica y de la traslocación regular de estos elementos al conjunto de la planta, dejando áreas de ésta desabastecidas, lo que provoca pardeamientos y necrosidades en ellos que aumentan su tamaño conforme crece la planta. Estas necrosidades aparecen en hortalizas de distinto aprovechamiento tanto en frutos, inflorescencias o en hojas, depreciándolas comercialmente por los síntomas propios que conlleva la fisiopatía, y porque las zonas afectadas son muy proclives a que en esos tejidos deshidratados e inactivos se introduzcan diversas enfermedades producidas por hongos constituyendo unas puertas de entrada fáciles de utilizar.

En el caso de la lechuga, esta fisiopatía se muestra con la aparición de los bordes de las hojas externas con aparentes quemaduras y en el interior del cogollo con expresiones similares, aunque a veces no coincidan los dos síntomas en las plantas afectadas. El problema que supone en esta especie cuando se producen daños internos es que no puede ser observada y advertida.

La lechuga tiene unos condicionantes térmicos e higrométricos que deben ser respetados durante su cultivo para no sufrir fisiopatías de tipo fenológico, ello hace que en ciertas épocas del año se cambie el emplazamiento del cultivo buscando climas apropiados. Lo que no se puede prever con exactitud es algún cambio repentino de estas condiciones que, si bien puede parar a la planta, también posibilita que se afecte por otros agentes, como podría ser el tip burn.

Para prevenir estos desequilibrios de la actividad metabólica y de la distribución de elementos existen compuestos en el mercado que pueden ser utilizados y que interrelacionando su actividad podrían paliar la presencia de estas fisiopatías.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se ha realizado en la finca experimental de Torreblanca, del IMIDA, situada en el Campo de Cartagena, en las proximidades del Mar Menor. La parcela ha permanecido varios meses de barbecho, no suponiendo la existencia de problemas de incompatibilidad con la especie a implantar.

Los productos utilizados y proporcionados por Isagro España han sido:

- *Vanguard*: asociación de micronutrientes quelatos, de hierro, manganeso y zinc, cuyos contenidos de cada uno de ellos por EDDHA es del 4,05, 0,9 y 0,45%, respectivamente, y cuya estabilidad en terrenos calizos permite cubrir un amplio espectro carencial en los cultivos hortícolas.
- *Siapton*: hidrolizado de aminoácidos y proteínas vegetales, compuesto por aminoácidos 2,8%, materia orgánica, 29%, y nitrógeno total, 2,9%. Su uso está recomendado en la potenciación de la actividad del cultivo, bien para incrementar su ritmo de desarrollo o para contribuir a reanudar distintos procesos fisiológicos cuando la planta ha podido ser afectada por fenómenos de estrés o similares, como colapsos o alteraciones climáticas importantes.

Los tratamientos empleados consistieron en tres bloques de cultivo, y cada uno de ellos dividido en dos subbloques correspondientes a dos tipos de lechuga experimentados.

Los tipos de lechuga cultivados fueron Little gem e Iceberg.

Los tratamientos empleados fueron:

- Testigo, sin ninguna aplicación.
- Vanguard, aplicado semanalmente de acuerdo con las recomendaciones protocoladas.
- Vanguard con Siapton, aplicado semanalmente de acuerdo con las recomendaciones protocoladas.

Se realizaron seis aplicaciones con las sustancias propuestas, empezando el día 3 de abril, cuando las plantas habían comenzado a mover y existía actividad de absorción radicular, y se finalizaron el día 1 de mayo habiéndose hecho una aportación más en el tipo iceberg. La aplicación duró alrededor de 20 minutos en cada aportación.

El terreno se preparó para la plantación con labores de vertedera y fresado para airearlo y darle uniformidad. Con antelación a la formación de mesetas o caballones, se hizo un muestreo en cinco de oros del suelo, de 0 a 30 cm, y subsuelo, de 0,30 a 0,50, para realizar un análisis del mismo y tener un punto de referencia de sus contenidos nutricionales y aptitudes para el cultivo. Y donde las características químicas iniciales del suelo y como las del subsuelo muestran el perfil típico de los del Campo de Cartagena, y perfectamente adecuado para la realización del cultivo de la lechuga, con poca salinidad, llamando la atención el alto contenido en fósforo en ambos casos.

Las bancadas de cultivo guardaban 1 m de distancia entre centros, teniendo una altura de 30 cm sobre el nivel del suelo y unos 30 cm de anchura de meseta, y alcanzando una longitud de 15 m.

El trasplante se realizó el día 13 de marzo, empleando planta de cepellón, desarrollada en una instalación profesional de la zona utilizando la tecnología habitual de la misma.

La densidad de plantación fue de 6 plantas/m² para el tipo iceberg, y de 12 plantas/m² para little gem, distribuyéndolas en los dos casos en dos líneas pareadas a cada lado de la línea de gotero y al tresbolillo.

El sistema de riego estuvo formado por tres bloques independientes, con una manguera de polietileno por meseta, que portaban 3 emisores/m lineal, de 2 l/h de caudal teórico a 1 atm de presión. Cada sector recibió la misma cantidad de fertilizantes aplicado durante el ciclo de cultivo.

La fertilización aplicada fue de las usuales realizadas en el Campo de Cartagena, atendiendo a los desarrollos y fases fenológicas de la planta, así como a los contenidos determinados en suelo y subsuelo.

En los tres controles, inicial, medio y final, se han hecho análisis foliares, y en suelo, además del punto de partida, al final del cultivo.

Se previó hacer muestreos destructivos en caso de aparecer alguna sintomatología de tip burn, pero en las observaciones efectuadas semanalmente no se apreció en hojas externas ningún daño que pudiera hacer pensar en la presencia de esta fisiopatía.

En el momento de recolección, se cosecharon ambos tipos de lechuga evaluando sus características productivas, además de otras cualitativas como color de las hojas, contenido en clorofila de hojas externas e internas, y generación de biomasa.

También se conservaron en cámara frigorífica a 3 °C de temperatura y 85% de humedad relativa, individuos en momento de recolección de todos los tratamientos, para comprobar si estas condiciones podrían potenciar la aparición de tip burn. Las lechugas fueron sacadas periódicamente y partidas por la mitad para observar su evolución. También se aprovechó para medir el tallo floral, dado que la aplicación de Vanguard está recomendada para reducir su subida prematura a flor.

Las condiciones ambientales fueron registradas con la infraestructura del observatorio meteorológico de la finca experimental.

Cada subsector de la parcela, correspondiente a cada tratamiento, estaba compuesto de 4 líneas de cultivo de 15 m de longitud.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La influencia de las condiciones climáticas sobre el comportamiento del cultivo ha tenido cierta repercusión, pudiéndose considerar que la primavera ha sido irregular con respecto a las medias de la zona. En primer lugar, tras el trasplante, los sucesivos temporales de viento afectaron a las plántulas, reduciendo su número, aunque no en cantidad suficiente para influir sobre los resultados del ensayo. En la fase final también se dio una elevación de las temperaturas que aceleró la fase de acogollado tanto en little gem como en iceberg.

El material vegetal utilizado en el momento de trasplante mostró unas particularidades adecuadas para iniciar el cultivo, tanto en el tipo little gem como en el iceberg (tabla 1). Aun siendo tipos distintos, con morfometría de hoja diferente, presentaban volúmenes similares.

Este paralelismo se evidenció aún más en la evaluación gravimétrica realizada en ambos tipos, tanto en el peso fresco como en el peso seco (tabla 2), aunque al tener mayor superficie foliar la tipo iceberg se incrementa el peso fresco y por tanto el coeficiente PF/PS.

Los contenidos foliares determinados en las plántulas en el momento del trasplante muestran una presencia similar de macro y micronutrientes en los tipos little gem e iceberg.

Para constatar la evolución vegetativa de las plantas se han realizado dos controles de seguimiento los días 16 y 30 abril (tabla 3).

En little gem, en el primero de ellos se observa un tamaño ligeramente mayor en los tratamientos de Vanguard y de Vanguard con Siapton, pero sólo en la altura de la planta, ya que, en cuanto a las dimensiones medias de las hojas, las lecturas no guardan una tendencia uniforme. Lo mismo ocurre con el contenido en clorofila que, en el caso de Vanguard, queda por debajo de los contenidos del testigo (tabla 3). En el segundo control

se produce casi un reflejo de los resultados del primero, no encontrando diferencias significativas en ninguno de los casos.

En cuanto al tipo iceberg se produce una circunstancia irregular desde el comienzo de la evaluación, ya que las plantas correspondientes al tratamiento con Vanguard solamente tienen menor tamaño que las que se encuentran en el testigo (tabla 3). No correspondiendo una mejora no sólo a su aportación, sino desarrollándose menos. Tampoco parece normal que el contenido de clorofila detectado en las hojas externas, en el caso de Vanguard con Siapton, sean inferiores a los registrados en las plantas del testigo, durante el periodo de crecimiento (tabla 3).

Los contenidos minerales registrados a la mitad del ciclo de crecimiento en hojas de los tratamientos del tipo little gem correspondientes al testigo, tratamientos con Vanguard y con Vanguard con Siapton, muestran una conducta similar, a excepción del tratamiento de Vanguard con Siapton que presenta unos niveles de hierro sólo altos, mientras que en el Testigo y en el tratamiento con Vanguard son muy altos.

También los contenidos minerales encontrados en este periodo en hojas en el tipo iceberg, en el testigo, tratamientos con Vanguard y de Vanguard con Siapton, ofrecen una respuesta similar en todos los macro y micronutrientes detectados, aunque en el caso del hierro, que en el tratamiento con Vanguard y con relación a los niveles del Testigo son mayores, sin embargo, no ocurre lo mismo cuando se adiciona Siapton.

El día 16 de abril se realizó un muestreo destructivo para observar si había indicios de tip burn en el interior de las plantas. Para ello se muestrearon 10 plantas por tratamiento en cada uno de los dos tipos de lechuga, procediendo a cortarlas longitudinalmente y ver si aparecía algún tipo de síntoma. En ninguno de los ejemplares estudiados apareció presencia de la fisiopatía.

Aunque no se encontraron vestigios de tip burn, para justificar la posible aparición de la fisiopatía se han realizado análisis foliares en el momento de recolección en los tres tratamientos con lechuga little gem, en el testigo, con Vanguard y de Vanguard con Siapton. Lo único destacable dentro de la uniformidad de contenidos observados en los niveles de macro y microelementos es la mayor concentración de hierro en las plantas tratadas con Vanguard, y la aparente reducción de concentración cuando lo mezclamos con Siapton. En la tipo iceberg, igualmente se llevó a cabo la analítica en el testigo, en Vanguard y en Vanguard con Siapton, de igual manera se observan niveles de contenidos paralelos en las tres opciones, y también, igual como en las anteriormente analizadas, donde se aprecian ciertas diferencias en la presencia del hierro, y que en esta determinación lo que se ve es que hay un incremento del microelemento de tipo creciente desde el Testigo hasta el tratamiento de Vanguard con Siapton.

El día 4 de mayo se realizó la recolección de los tres tratamientos de little gem, los cuales mostraron un comportamiento productivo un poco irregular, ya que el peso total en los ejemplares del testigo y de Vanguard alcanzan pesos similares, mientras que en el tratamiento de Vanguard con Siapton sube mínimamente por encima de ambos (tabla 4).

En el caso del tipo iceberg la recolección se realizó una semana después, el 10 de mayo, sorprendiendo en el aspecto productivo, al igual que ocurrió en el caso de little gem, que tanto en el peso medio total como en el comercial las plantas del tratamiento con Vanguard hayan quedado por debajo de las del testigo, y siendo más lógico que se encuentren por debajo de las de Vanguard con Siapton (tabla 4).

En cuanto al número medio de hojas generado por las plantas de cada tratamiento, se observa que éste está en función de las características de la especie y que no se ve

influido de forma importante por la aplicación de los diversos tratamientos (tabla 5). También comentar que en el área foliar determinada en el número de hojas externas no comerciales sí se observan diferencias de más entidad en el tratamiento de Vanguard con Siapton (tabla 5).

En cuanto a la producción comercial, el número de hojas que integraban la lechuga, y diferenciar en el cogollo, ha sido similar entre tratamientos, igualdad que se ha trasladado a los valores del área foliar determinada (tabla 5).

Los contenidos de clorofila registrados en los distintos tratamientos en little gem, en hojas externas presentan niveles muy equilibrados, y la adición tanto de Vanguard como de Vanguard con Siapton sí tiene una evolución normal y creciente en contenidos (tabla 6). Esta tendencia, casi en su totalidad, se reproduce en el caso de las hojas internas y que, lógicamente, ofrece contenidos por debajo de los de las hojas externas (tabla 6). Sin embargo, en la evolución de los contenidos de clorofila en el tipo iceberg, en el caso del de las hojas externas se produce una casuística similar a los de los tipos little gem, es decir, en orden creciente desde el testigo, a Vanguard con Siapton, teniendo como término medio los de Vanguard. En cambio, en el caso de los de las hojas internas, se producen unas alternancias un tanto asonantes (tabla 6).

En la interpretación de las coordenadas de color en los distintos tratamientos en lechuga little gem (tabla 7a), se observa que sus tres componentes primarios, tono (color), claridad (luminosidad) y croma (saturación), definen las diferencias entre la producción total y comercial, y hay ciertos matices dentro de cada una de ellas. Así, la claridad o luminosidad, L, muestra cómo las hojas internas, correspondientes a la producción comercial, tiene un color verde más claro que las externas o de la producción total (tabla 7a); sin embargo, sorprende un poco que este factor de color en hojas externas tengan un valor similar en las plantas del tratamiento con Vanguard, al de algunas hojas internas. En cuanto al tono, a*, también se aprecia cómo sus valores son negativos, que indican el tono verde, y que a su vez hay valores menores en las hojas externas de la producción total, que representan que el verde es más oscuro que el de las hojas internas (tabla 7a).

También el tono amarillo queda definido como más presente en las hojas internas de la producción comercial, y representadas por b*, ya que sus valores positivos son superiores a los captados en las hojas externas de la producción total (tabla 7a).

Finalmente, la saturación del color o Croma, C*, incide en la tendencia de las anteriores coordenadas de color comentadas, coincidiendo con ellas (tabla 7a).

En el caso de la evaluación del color en los distintos tratamientos con lechuga iceberg (tabla 7b), ocurre lo mismo que se ha observado en la lechuga little gem en todas las coordenadas de color registradas (tabla 7b). Lo que también se constata es que los colores son más claros que en el caso de little gem tanto en las hojas de la producción total como en los de la comercial.

Lo que queda claro es que las diferencias entre tratamientos no es muy grande dentro de cada una de las dos producciones analizadas. Con relación a la biomasa generada por los tratamientos de este tipo de lechuga (tabla 8), se cogieron pesos frescos diferentes y se deshidrataron a 65 °C, viéndose que la relación PF/PS se mantiene en las tres opciones cuando estudiamos el peso total, pero que, sin embargo, esta relación se reduce en el tratamiento de Vanguard con Siapton, cuando se analiza el peso comercial.

En cuanto a la biomasa generada por los distintos tratamientos (tabla 8), la relación PF/PS aparece con datos en una progresión coherente en el estudio de la producción total; por el contrario, en la producción comercial, aparece un descenso en el tratamiento con Vanguard que parece un tanto anormal.

Tabla 1. Características vegetativas de plántulas de tipos de lechuga en el momento de trasplante (13 marzo)

Tipos	Altura plántula (cm)	Hojas			Contenido clorofila (spad)
		Número	Longitud media (cm)	Anchura media (cm)	
Little gem	9.1	6.0	7.1	3.0	23.8
Iceberg	9.4	6.0	8.8	4.4	27.9

Tabla 2. Gravimetría de plántulas de tipos de lechuga en el momento de trasplante

Tipos	Pesos		PF/PS
	Fresco (PF) (g)	Seco (PS) (g)	
Little gem	2.168	0.219	9.899
Iceberg	3.221	0.218	14.775

Tabla 3. Evolución vegetativa en tipos de lechuga bajo la acción de correctores de desarrollo

Tipos	Tratamientos	Fechas de control	Variables			Contenido en clorofila
			Altura planta (cm)	Diámetros planta (cm)		
				A	B	
Little gem	Testigo	16 Abril	8.0	16.3	16.7	45.16
		30 Abril	12.8	21.8	21.4	46.36
	Vanguard	16 Abril	8.9	17.1	15.3	43.76
		30 Abril	12.9	20.6	19.4	44.27
	Vanguard + Siapton	16 Abril	8.4	17.6	16.2	47.10
		30 Abril	13.1	22.5	21.3	48.01
Iceberg	Testigo	16 Abril	11.2	23.6	21.7	39.00
		30 Abril	13.4	24.1	22.8	40.26
	Vanguard	16 Abril	8.3	19.2	18.3	48.94
		30 Abril	11.9	23.8	21.9	49.06
	Vanguard + Siapton	16 Abril	11.5	23.1	22.3	37.68
		30 Abril	13.7	25.7	21.6	39.42

Tabla 4. Características productivas de los tratamientos experimentados en los dos tipos de lechuga

Tipos	Tratamientos	Peso medio (g)		Altura planta (cm)	Perímetro ecuatorial comercial (cm)
		Total	Comercial		
Little gem	Testigo	268.4	130.9	13.5	22.9
	Vanguard	267.8	128.7	13.1	21.7
	Vanguard + Siaptón	272.3	147.6	13.8	23.3
Iceberg	Testigo	926 b	608 b	16.1 b	43.1 b
	Vanguard	741 a	468 a	13.9 a	41.4 a
	Vanguard + Siaptón	962 b	646 b	17.6 c	45.0 c

Nota: La presencia de letras diferentes en columnas indica la existencia de diferencias significativas ($p < 0,05$).

Tabla 5. Influencia en la producción de hoja en los dos tipos de lechuga

Tipos	Tratamientos	Producción total		Producción comercial	
		Nº hojas	Área foliar (cm ²)	Nº hojas	Área foliar (cm ²)
Little gem	Testigo	10.3 ab	910.76	13.7 b	666.9
	Vanguard	9.8 a	903.56	13.3 a	657.8
	Vanguard + Siaptón	10.5 b	942.43	13.9 b	672.5
Iceberg	Testigo	9.6 ab	3416.8 b	15.6 ab	1660.1
	Vanguard	9.1 a	2554.6 a	14.9 a	1652.3
	Vanguard + Siaptón	10.1 b	3698.9 c	16.6 b	1674.2

Nota: La presencia de letras diferentes en columnas indica la existencia de diferencias significativas ($p < 0,05$).

Tabla 6. Niveles de clorofila en los distintos tratamientos en los dos tipos de lechuga en momento de recolección

Tipos	Tratamientos	Contenidos (spad)	
		Hojas externas	Hojas internas
Little gem	Testigo	43.14	31.13
	Vanguard	45.56	32.52
	Vanguard + Siaptón	45.72	32.01
Iceberg	Testigo	40.40	19.2
	Vanguard	42.10	20.7
	Vanguard + Siaptón	43.42	18.4

Tabla 7a. Parámetros de color en hojas externas y comerciales de lechuga Little gem, en momento de recolección

Producción	Tratamientos	Parámetros de color					Contenido Clorofila
		L	a	b	c	Hue	
Comercial	Testigo	44.67	-16.99	26.88 a	31.8 a	-1.01	28.50
	Vanguard	45.60	-17.89	28.31 ab	33.5 ab	-1.00	29.80
	Vanguard + Siapton	46.30	-18.60	30.05 b	35.34 b	-1.00	30.90
Externas	Testigo	40.10	-15.74	23.20	28.04	-0.97	42.50
	Vanguard	44.23	-16.18	23.46	28.52	-0.96	42.88
	Vanguard + Siapton	43.59	-15.36	23.64	28.20	-0.99	41.74

Tabla 7b. Parámetros de color en hojas externas y comerciales de lechuga Iceberg, en momento de recolección

Producción	Tratamientos	Parámetros de color					Contenido Clorofila
		L*	a*	b*	C*	Hue	
Comercial	Testigo	64.94	-17.84	32.72 a	37.28 a	-1.07	10.68
	Vanguard	65.65	-19.57	36.13 b	41.51 b	-1.07	11.92
	Vanguard + Siapton	65.70	-19.15	36.60 b	40.90 ab	-1.08	8.86
Externas	Testigo	50.51	-14.70 ab	23.43	27.70	-1.00	39.72
	Vanguard	52.08	-14.20 b	24.30	28.20	-1.03	41.94
	Vanguard + Siapton	52.00	-15.40 a	24.97	29.40	-1.01	39.14

Tabla 8. Variación de la biomasa en los dos tipos de lechuga

Tipos	Tratamientos	Pesos (g)					
		Total			Comercial		
		Fresco (PF)	Seco (PS)	PF/PS	Fresco (PF)	Seco (PS)	PF/PS
Little gem	Testigo	137.6	9.7	14.39	130.9	4.3	30.44
	Vanguard	139.0	10.1	13.76	128.7	4.2	30.64
	Vanguard + Siapton	124.8	8.8	14.18	147.6	5.6	26.35
Iceberg	Testigo	318.0	20.8	15.24	608.0	19.1	31.83
	Vanguard	273.1	16.5	16.53	468.0	16.3	28.71
	Vanguard + Siapton	316.2	18.9	16.70	646.0	19.1	33.82

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁLVAREZ-FERNÁNDEZ, A.; GRASA, R.; ABADÍA, A.; SANZ, M. y ABADÍA, J. Evaluación agronómica de nuevos quelatos de hierro. *Phytoma*. 146:23-29.
- JOHNSON, M.O. 1917. Manganese as a cause of depression of the assimilation of iron by pineapple plants. *Ind& Eng. Chem*. 9:47-49.
- LINDSAY, W.L. 1993, Chemical reactions in soils that affect iron availability to plants. A quantitative approach. *Iron Nutrition in soils and Plants*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.
- PERYEA, F.J. y KAMMERECK, R. 1997. Use of Minolta SPAD-502 chlorophyll meter to quantify the effectiveness of mid-summer trunk injection of iron chlorotic pear trees *J. Plant Nutr.* 20:1457-1463.
- ROGERS, E.; JOHNSON, G. y JOHNSON, D. 1974. Iron-induced manganese deficiency in Sun-gold peach and its effects on fruit composition and quality. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 99(3):242-244.
- SANZ, M.; CAVERO, J. y ABADÍA, J. 1992. Iron chlorosis in the Ebro river basin, Spain. *J. Plant Nutr.* 15:1971-1981.
- WARDEN, B.T. y REISENAUER, H.M. 1991. Manganese-iron interactions in the plantsoil system. *J. Plant Nutr.* 14(1):7-30.