

En los ensayos se compara la eficiencia de esta fuente de potasio frente al nitrato potásico

Efectos del tiosulfato potásico en el cultivo de melón con sistema de riego por goteo

En el presente trabajo se estudia la influencia del tratamiento con tiosulfato potásico (KTS) en el cultivo del melón tipo Galia (*Cucumis melo* cv. Alpes) comparándolo con el nitrato potásico (utilizado tradicionalmente en fertirrigación). El objetivo es determinar si existe diferencia cualitativa y/o cuantitativa en la producción de melón.

M. A. Oltra Cámara¹, I. Garmendia¹;

M. E. Armada²; V. J. Mangas¹

¹Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Universidad de Alicante ²Ingeniera agrónoma.

La agricultura moderna está orientada hacia la producción de alimentos de calidad, dentro de una adecuada preservación del medio ambiente y de los recursos naturales, entre los que se encuentra la fertilidad de la tierra. En este sentido, aunque

se ha producido una tendencia descendente en el consumo de fertilizantes por unidad de superficie en los últimos años según el Anuario de Estadística Agroalimentaria de Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, la agricultura española no sólo se orienta hacia un uso más intensivo del agua, sino también hacia pautas de transformación de superficies de secano a regadío, con el consecuente aumento en el uso de fertilizantes.

Los tiosulfatos se han usado durante mu-

chos años en Norteamérica como una fuente de azufre para el mercado de los fertilizantes líquidos. El tiosulfato de potasio (KTS), es un líquido que contiene un 25% de potasio y un 17% de azufre, con un pH entre 7,4 y 8,0. Debido a su gran solubilidad ha sido adoptado rápidamente por la industria de los fertilizantes líquidos.

En Europa, se han usado algunos de estos productos como es el caso de tiosulfato de amonio (ATS), pero otros fertilizantes, como el KTS o el tiosulfato cálcico (CaTS), han tenido un uso casi anecdótico. Por esta razón, existe un gran interés por conocer más sobre su aplicación en agricultura. En el presente trabajo se estudia la influencia del tratamiento con tiosulfato potásico (KTS) en el cultivo del melón tipo Galia (*Cucumis melo* cv. Alpes) comparándolo con el nitrato potásico (utilizado tradicionalmente en fertirrigación). El objetivo es determinar si existe diferencia cualitativa y/o cuantitativa en la producción de melón.

Material y métodos

La experiencia se desarrolló en la finca SAT Olé, ubicada en el sureste de la Comunidad Valenciana en la zona limítrofe con la Región de Murcia. El cultivo en el que se ha realizado el estudio ha sido melón (*Cucumis melo* cv. Alpes), con sistema de riego por goteo. La superficie de la experiencia fue de 2.700 m² y se seleccionaron tres parcelas de 900 m² cada una (doce filas separadas a 1,5 metros y con una longitud de 50 metros). Cada una de las tres parcelas recibió un tratamiento potásico distinto, tal como se refleja a continuación:

- ▶ **T1. Tratamiento control o estándar**, que consiste en una fertilización tradicional basada en los fertilizantes: solución N-32, fosfato monoamónico y como fuente de



Toma de muestras en la parcela de ensayo.



Preparación de las hojas para el análisis foliar.

potasio, el nitrato potásico. Se han aplicado las unidades fertilizantes típicas de la zona para este cultivo: 200-100-350 de N, P₂O₅ y K₂O respectivamente.

► **T2. Tratamiento KTS**, que recibe una fertilización idéntica a la anterior (T1), a excepción de la fuente de potasio que se realiza con KTS sustituyendo al nitrato potásico, pero con idénticas unidades fertilizantes de K₂O.

► **T3. Tratamiento KTS 70%**, que es igual al tratamiento T2, a excepción del porcentaje. En este caso se aplica el 70% de las unidades fertilizantes de K₂O.

Los parámetros estudiados fueron los contenidos foliares de macronutrientes y micronutrientes del cultivo y la firmeza, maduración, peso y dimensiones de los frutos. La metodología empleada fue la toma de una muestra foliar previa al inicio de los tratamientos y posteriormente, en intervalos de siete días, hasta el final del ensayo. En dichas muestras se realizó el análisis químico de N, P, K, S, Ca, Mg, Cu, Mn, Zn, Fe y B, mediante ICP-OES, excepto el N que se determinó mediante un analizador elemental. También se realizó el control de la producción (cualitativa

CUADRO I.

Efecto de la aplicación de los distintos tratamientos en el diámetro y peso del fruto a lo largo de los diferentes días de muestreo (1-6).

Muestreo	Tratamiento	Peso (g/fruto)	Ø polar (cm)	Ø ecuatorial (cm)
1	1	812,21 a	10,93 b	10,99 a
	2	790,09 a	11,44 a	10,45 b
	3	852,88 a	11,53 a	10,53 b
2	1	748,25 b	11,26 a	10,31 b
	2	874,25 a	11,89 a	10,91 a
	3	755,06 b	11,20 a	10,41 b
3	1	804,83 a	11,81 a	10,61 a
	2	801,21 a	11,14 a	10,48 a
	3	765,44 a	11,28 a	10,39 a
4	1	773,92 a	11,29 a	10,35 a
	2	829,42 a	11,69 a	10,66 a
	3	846,72 a	11,91 a	10,66 a
5	1	762,01 a	11,01 b	10,66 a
	2	854,79 a	11,66 a	10,94 a
	3	811,06 a	11,57 a	10,71 a
6	1	844,75 a	11,38 a	10,66 a
	2	808,54 a	11,53 a	10,59 a
	3	923,78 a	12,03 a	10,99 a

Los valores de la tabla se refieren a la media. Diferentes letras (a, b) indican diferencias significativas entre tratamientos del mismo muestreo ($p < 0,05$).

CUADRO II.

Efecto de la aplicación de los distintos tratamientos en la dureza del fruto y los solutos solubles totales (°Brix) a lo largo de los diferentes días de muestreo (1-6).

Muestreo	Tratamiento	Firmeza apical (kg)	Firmeza lateral (verde) (kg)	Firmeza lateral (amarillo) (kg)	SST (°Brix)
1	1	1,60 c	1,65 a	1,80 a	11,25 a
	2	0,78 a	1,64 a	1,75 a	11,63 a
	3	1,27 b	2,23 b	2,14 b	11,65 a
2	1	1,72 a	2,17 a	2,13 a	10,96 ab
	2	1,93 a	2,39 a	2,29 a	10,48 b
	3	1,88 a	2,50 a	2,39 a	11,37 a
3	1	1,87 a	2,25 a	2,53 b	10,40 a
	2	2,42 b	2,03 a	1,93 a	10,80 a
	3	2,35 b	2,28 a	2,28 a	10,80 a
4	1	2,20 a	2,64 a	2,55 a	11,34 a
	2	2,54 a	3,07 b	2,78 a	10,41 a
	3	3,00 b	3,26 b	3,26 b	11,36 a
5	1	1,76 a	1,81 a	1,85 a	10,56 a
	2	1,81 a	1,93 a	1,99 ab	10,21 a
	3	2,09 b	1,95 a	2,17 b	10,84 a
6	1	1,59 ab	1,63 a	1,29 a	10,70 a
	2	1,39 a	1,53 a	1,54 a	9,80 a
	3	1,84 b	2,04 b	2,10 b	10,14 a

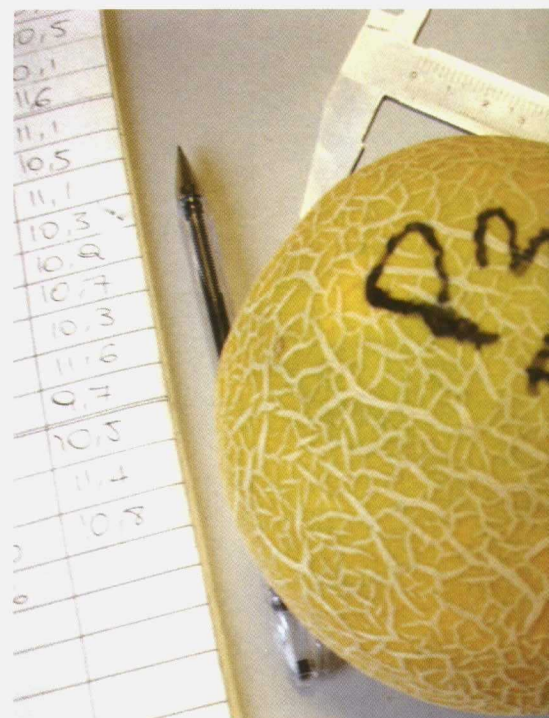
Los valores de la tabla se refieren a la media. Diferentes letras (a, b, c) indican diferencias significativas entre tratamientos del mismo muestreo ($p < 0,05$).

CUADRO III.

Efecto de la aplicación de los distintos tratamientos en la concentración de macronutrientes (%) en el tejido foliar a lo largo de los diferentes días de muestreo (cada 5-7 días).

Muestreo	Tratamiento	N (%)	P (%)	K (%)	S (%)	Ca (%)	Mg (%)
1	1	3,64 ab	0,26 a	2,66 a	0,17 a	4,5 a	1,67 a
	2	3,50 a	0,25 a	2,70 a	0,28 b	5,5 a	1,70 a
	3	3,74 b	0,28 a	3,09 a	0,24 b	4,68 a	1,46 a
2	1	3,40 a	0,25 a	2,67 a	0,16 a	4,29 a	1,64 a
	2	3,74 a	0,28 a	2,33 a	0,18 a	4,45 a	1,53 a
	3	3,56 a	0,33 a	3,05 a	0,28 a	6,11 a	2,00 a
3	1	3,35 a	0,32 a	2,08 a	0,32 a	4,62 a	1,85 b
	2	3,45 a	0,38 b	2,06 a	0,17 a	4,42 a	1,70 ab
	3	3,26 a	0,33 a	2,10 a	0,26 a	4,74 a	1,63 a
4	1	4,08 a	0,44 a	2,85 a	0,39 b	3,27 a	1,63 a
	2	4,66 a	0,46 a	2,90 a	0,30 a	2,76 a	1,33 a
	3	4,58 a	0,47a	2,75 a	0,26 a	2,99 a	1,31 a
5	1	4,52 a	0,45 a	2,92 b	0,37 a	3,06 a	1,47 b
	2	4,34 a	0,41 a	2,44 a	0,48 b	2,96 a	1,29 ab
	3	4,57 a	0,39 a	2,39 a	0,43 ab	2,69 a	1,17 a

Los valores de la tabla se refieren a la media. Diferentes letras (a, b) indican diferencias significativas entre tratamientos del mismo muestreo ($p < 0,05$).



Mediciones en fruto.

y cuantitativamente) de una parte representativa de los frutos, tales como: firmeza apical y lateral (mediante penetrómetro), maduración ($^{\circ}$ Brix mediante refractómetro), peso y dimensiones (diámetro polar y ecuatorial mediante pie de rey). En el caso de la dureza lateral se tomaron dos medidas que correspondían a la parte más madura del fruto y a la más verde (lado amarillo y verde).

Con los resultados obtenidos, a través del programa SPSS, se procedió al estudio estadístico mediante el análisis de la varianza Anova y, en el caso de observar diferencias, se aplicó el test a posteriori Tukey-b.

Resultados y discusión

Características cuantitativas de los frutos

En relación a las características cuantitativas de los frutos, las diferencias entre los tratamientos potásicos aplicados son muy puntuales (**cuadro I**). Solamente en alguno de los muestreos se aprecian diferencias significativas. Así respecto al peso de los frutos, en el segundo muestreo es significativamente mayor para T2 (KTS 100%) frente a T1 y T3. En el caso del diámetro polar de los frutos, es significativamente mayor cuando han sido tratados con KTS (T2 y T3) en el muestreo 5, mientras que el

diámetro ecuatorial muestra diferencias significativas en dos muestreos pero con tendencias contradictorias.

Resultados cualitativos

Respecto a los resultados cualitativos de los frutos (**cuadro II**), la variable firmeza toma valores significativamente mayores para el T3 a partir del cuarto muestreo, lo que indicaría una acción progresivamente mayor con el tiempo para dicho tratamiento. El comportamiento de los diferentes parámetros de firmeza -apical, lateral verde y lateral amarilla- son muy similares.

Para observar si los distintos tratamientos inducían más precocidad en cuanto a la maduración, se han tomado valores de los SST (sólidos solubles totales o $^{\circ}$ Brix) en los frutos. El porcentaje de azúcares presenta diferencias significativas sólo en uno de los muestreos, pero, en general, no existen diferencias significativas entre tratamientos y los valores encontrados son similares a lo largo del ensayo.

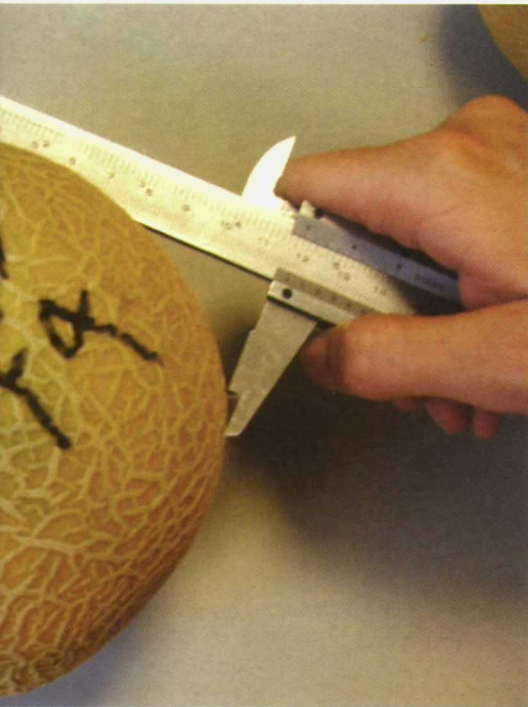
Resultados del análisis de variables foliares

Los resultados de los macroelementos analizados en hojas de melón (**cuadro III**) muestran muy pocas diferencias significativas entre tratamientos. La concentración foliar de

nitrógeno y de azufre presenta los valores más altos al final del cultivo, por lo que tiende a aumentar con el tiempo, mientras que el calcio varía desde niveles relativamente altos al inicio de la experiencia (muestreos 1, 2 y 3) hasta niveles relativamente bajos en las últimas muestras. La concentración de fósforo es en general baja o muy baja, y la de potasio oscila entre valores normales y bajos comparando con valores de referencia en melón (Jones *et al.*, 1991; Locascio, S., 1993). Este aspecto no es relevante puesto que el potasio es exportado por el fruto rápidamente en esa fase del cultivo (Rodríguez, Z. y Pire, R., 2004). Solamente en uno de los muestreos y coincidiendo con el final del cultivo, se observa que la concentración foliar de K es significativamente mayor para el T1 que para los T2 y T3. El magnesio muestra una concentración muy elevada.

El azufre, destacable asimismo por encontrarse en la formulación del KTS, es significativamente mayor para tratamientos con KTS en dos de los cinco muestreos, aunque en uno de ellos la tendencia es opuesta. En general, los niveles foliares de S son anormalmente bajos (Casas Castro, A. y Casas Barba, E., 1999).

Los valores de microelementos en las muestras foliares (**cuadro IV**), son muy bajos en el caso del Mn, Zn, y Fe (Cadaña, C., 2005). No obstante, y como se preveía, no hay



CUADRO IV.

Efecto de la aplicación de los distintos tratamientos en la concentración de micronutrientes (ppm) en el tejido foliar a lo largo de los diferentes días de muestreo (1-6).

Muestreo	Tratamiento	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Fe (ppm)	B (ppm)
1	1	74,08 a	40,54 a	23,48 a	93,85 a	64,00 a
	2	70,53 a	38,21 a	22,97 a	89,34 a	62,83 a
	3	75,55 a	41,13 a	24,15 a	96,13 a	65,99 a
2	1	74,42 a	40,26 a	23,55 a	95,15 a	65,66 a
	2	74,24 a	40,29 a	23,65 a	94,62 a	63,70 a
	3	72,19 a	30,52 a	22,85 a	93,30 a	62,57 a
3	1	74,78 a	40,46 a	23,67 a	95,61 a	64,37 a
	2	75,17 a	40,92 a	23,79 a	96,33 a	65,41 a
	3	75,31 a	40,99 a	23,83 a	96,28 a	64,82 a
4	1	74,86 a	39,80 a	23,94 a	95,70 a	63,48 a
	2	74,31 a	39,51 a	25,40 a	95,01 a	64,65 a
	3	74,25 a	39,23 a	24,98 a	94,33 a	64,23 a
5	1	73,20 a	38,92 a	25,02 a	93,82 a	61,39 a
	2	72,36 a	38,47 a	24,26 a	92,51 a	60,92 a
	3	72,30 a	38,44 a	24,59 a	92,43 a	60,40 a

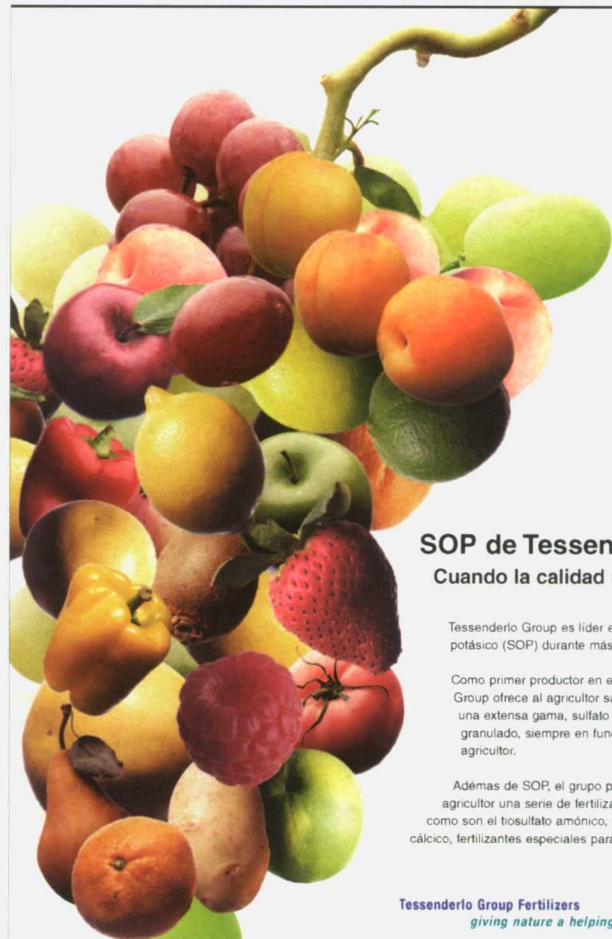
Los valores de la tabla se refieren a la media. Diferentes letras (a, b) indican diferencias significativas entre tratamientos de la misma muestra ($p < 0,05$)

ninguna diferencia entre tratamientos y tampoco se aprecia variación a lo largo del tiempo en todos los micronutrientes analizados, salvo una probable salida de B desde las hojas al final del cultivo.

Producción de fruto

Por último, la producción de fruto de melón de cada parcela se refleja en la **figura 1**. La producción total de la campaña en las diferentes parcelas T1, T2 y T3 fue de 1.543, 2.297 y 2.197 kg, respectivamente, que se correspondería con un rendimiento de 17.144, 25.522 y 24.411 kg/ha, respectivamente. Este dato en principio podría indicar que la fertilización de los tratamientos T2 y T3 resulta más efectiva que el T1, puesto que tienen mayor rendimiento. No obstante, en las parcelas experimentales, debido a la persistencia e intensidad de las lluvias durante el tiempo en el que transcurrió el ensayo y también por la susceptibilidad que presenta el cultivo de melón frente a enfermedades fúngicas tales como el oídio, se pudo comprobar *in situ* que la parcela en la que se había aplicado la fuente de potasio convencional (nitrato potásico) tenía una afección de oídio mucho más acusada que las otras dos parcelas en las que se aplicó el fertilizante tiosulfato potásico, pudiendo ser ésta la causa de las diferencias en el rendimiento de fruto.

Es por todos conocido el efecto antifúngico y de inducción de defensas que presenta el azufre como elemento en la fisiología de las plantas (Wainwright, M., 1984). Desde un criterio técnico se podría deducir que ésta afección pudo ser menor en las parcelas en las que se aplicó tiosulfato, debido a que la fertirrigación llevaba incorporado este elemento (azufre). Igualmente, la producción de las parcelas en las que se aplicó tiosulfato potásico fue considerablemente mayor que en la testigo (nitrato potásico). Según Giner y col.



SOP de Tessenderlo
Cuando la calidad realmente cuenta

Tessenderlo Group es líder en la producción del sulfato potásico (SOP) durante más de 80 años.

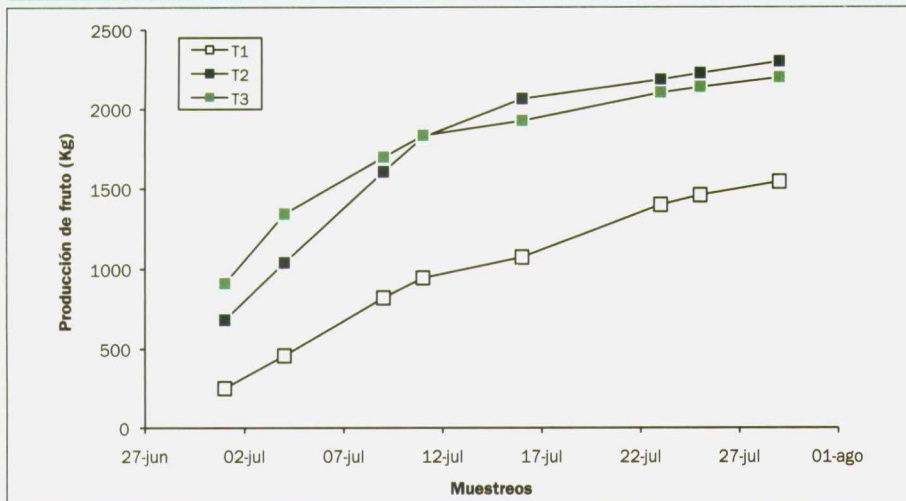
Como primer productor en el mundo de SOP, Tessenderlo Group ofrece al agricultor sulfato potásico de calidad en una extensa gama, sulfato potásico standard, soluble y granulado, siempre en función de las necesidades del agricultor.

Además de SOP, el grupo pone a disposición del agricultor una serie de fertilizantes líquidos con azufre como son el tiosulfato amónico, tiosulfato potásico y tiosulfato cálcico, fertilizantes especiales para la agricultura.

Tessenderlo Group Fertilizers
giving nature a helping hand

FIGURA 1

Efecto de la aplicación de los distintos tratamientos potásicos (T1, T2 y T3) en la producción acumulativa de fruto de melón a lo largo de los diferentes días de muestreo.



Producción de melón de la variedad Gallia.

(2007) la fertilización con tiosulfato potásico provocó en viña provocó un aumento de la producción de bayas correlacionado con un mayor peso de la baya individual.

Conclusiones

En base a los objetivos planteados en este estudio, y tras el análisis de los resultados derivados del ensayo, se plantean las conclu-

siones siguientes:

- ▶ Para todas las variables estudiadas las diferencias significativas entre los tratamientos son muy puntuales. En la mayoría de casos, ninguno o solamente uno o dos muestreos de los cinco realizados muestran diferencias significativas. Estas diferencias no apuntan hacia alguna tendencia concreta que pueda revelarnos qué tratamiento empleado proporciona mejor nutrición y/o ren-

dimiento agronómico del cultivo.

- ▶ La fertilización del cultivo de melón con KTS a las distintas dosis empleadas no implica diferencias en la nutrición del cultivo respecto a la fertilización que emplea fuentes de potasio convencionales (nitrato potásico).
- ▶ El KTS como fuente de potasio en el cultivo de melón es igualmente válido y efectivo que las fuentes de potasio empleadas tradicionalmente (nitrato potásico).
- ▶ El tratamiento con KTS parece estimular la producción de frutos bien directamente o indirectamente (mediante el efecto antioídido del S), pero no así el peso del fruto individual.
- ▶ Reduciendo las dosis normales de potasio al 70% y aplicando el fertilizante tiosulfato potásico no se observó ningún problema en la nutrición del cultivo de melón ni en su rendimiento agronómico. ●

Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración del departamento técnico de la empresa SAT Olé en la que se ubicaba la parcela experimental, así como la participación de Tessengerlo Group en los ensayos.

Bibliografía ▼

- ▶ Cadahía, C. 2005. "Fertirrigación: Cultivos hortícolas, frutales y ornamentales". Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 386-399
- ▶ Casas Castro, A. y Casas Barba, E. 1999. "El análisis de suelo-agua-planta y su aplicación en la nutrición de los cultivos hortícolas en la zona del sureste peninsular". Caja Rural de Almería. Almería.
- ▶ Giménez Montesinos, M.; Arciniega Fernández, L. Giner González, J.F.; Oltra Cámara, M.A. 2005. "El tiosulfato de amonio: un nuevo fertilizante" Phytoma España 166: 12-15
- ▶ Giner J. F.; Jiménez M.; García S.; Niñerota J.; Expósito D.; Oltra M. A.; Ferrández M.; Arciniega L.; Fernández C.; Pérez M. 2007. "Estudio de la fertirrigación potásica en la viña: ensayo comparativo de fertilizantes potásicos. Estudio de su influencia en la producción y aptitud enológica" Actas de Horticultura 48: 194-197
- ▶ Jones, J.R.; J. B. Wolf y H. Mills. 1991. "Plant Analysis Handbook". Micro-Macro publishing. Athens, Georgia. pp. 213.
- ▶ Locascio, S. 1993. "Cucurbits: Cucumber, Muskmelon and watermelon." En: "Nutrient deficiencies and Toxicities in crops plants". W. Bennett. APS. Press, Minnesota pp. 123-130.
- ▶ Rodríguez, Z y Pire, R. "Extracción de N, P, K, Ca y Mg por plantas de melón (Cucumis melo L.) híbrido Packstar bajo condiciones de Tarabana, estado. Lara." Rev. Fac. Agron., 21 (2): 141-154
- ▶ Wainwright, M. 1984. "Sulfur oxidation in soils". Adv. Agron. 37: 349-396.