

EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE UN FERTILIZANTE ORGANOMINERAL PELETIZADO SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE FRUTO EN CULTIVO DE CALABACÍN

Baeza Cano, R.; Cánovas Fernández, G.; Contreras París, J.I.

Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA) Centro La Mojonera, Almería.

RESUMEN

La horticultura intensiva bajo invernadero desarrollada en el sureste español se ha caracterizado por incorporar equipos de fertirriego de alta tecnología, que permiten controlar con relativa precisión los equilibrios fertilizantes aplicados. La incorporación de tecnología ha generado una modificación de las pautas de trabajo en la labor de fertilización, desapareciendo casi por completo los abonados de fondo en detrimento del fertirriego. Esta situación y el incremento continuo de los precios de los fertilizantes en los últimos años está motivando que se replantee la situación y se busquen alternativas a los fertilizantes solubles de síntesis. Una de las alternativas sería el empleo como fertilizantes de fondo de compuestos órgano-minerales. En este contexto se ha planteado el presente trabajo con el objetivo de comprobar la eficacia de los abonos órgano-minerales como alternativa a los fertilizantes químicos de síntesis en la horticultura bajo abrigo.

El ensayo se realizó en un invernadero tipo “parral de raspa y amagado” de 1.000 m² con ventilación natural (ventanas laterales y cenitales manuales), suelo enarenado y riego por goteo con cabezal de fertirrigación automatizado con control de pH, CE y equilibrio de fertilizantes. La experiencia se desarrolló en un cultivo de calabacín. Se establecieron tres tratamientos:

- T1: Formulación órgano-mineral 6-4-12 complementada con fertirrigación estándar reducida un 50 %. Se han aplicado 273 g.m⁻² de formulación órgano-mineral.
- T2: Formulación órgano-mineral complementada con fertirrigación estándar reducida un 25 %. Se han aplicado 136 g.m⁻² de formulación órgano-mineral.
- T3: Tratamiento control. Fertirrigación estándar.

Los resultados obtenidos mostraron que la formulación órgano-mineral aplicada como fertilizante de fondo puede ser una alternativa eficiente, en un cultivo de calabacín en invernadero, para sustituir parcialmente a los fertilizantes químicos de síntesis.

Palabras clave: abonado de fondo, fertirrigación, invernadero, enarenado.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años la horticultura intensiva bajo invernadero desarrollada en el sureste español se ha caracterizado por incorporar equipos de fertirriego de alta tecnología, que permiten controlar con relativa precisión los equilibrios fertilizantes aplicados. La incorporación de tecnología ha generado una modificación de las pautas de trabajo en la labor de fertilización, desapareciendo casi por completo los abonados de fondo en detrimento del fertirriego. Estas aplicaciones, muy comunes hace décadas, consistían básicamente en la incorporación de fertilizantes orgánicos, principalmente estiércol, mediante la técnica del retransqueo. Si bien el actual sistema permite controlar con precisión los nutrientes aportados, los contenidos de materia orgánica de los suelos han disminuido. Esta disminución supone una pérdida de fertilidad de los suelos y del poder tampón de los mismos. Esta situación y el incremento continuo de los precios de los fertilizantes en los últimos años está motivando que se replantee la situación y se busquen alternativas a los fertilizantes solubles de síntesis. Una de las alternativas sería el empleo como fertilizantes de fondo de compuestos órgano-minerales combinado con una reducción en la cantidad de fertilizante aportado en fertirriego, que puede ser interesante desde el punto de vista económico (Segura, 1995). En este contexto se ha planteado el presente trabajo, con el objetivo de comprobar la eficacia de los abonos órgano-minerales como alternativa a los fertilizantes químicos de síntesis en la horticultura bajo abrigo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se ha desarrollado en un invernadero parral de raspa y amagado de 1.000 m² con ventilación natural (cenital y lateral) (*Fotografía 1*). El invernadero cuenta con una instalación de riego localizado equipada con cabezal automatizado de fertirrigación con control de pH, CE y equilibrio de fertilizantes (*Fotografía 2*). La red de riego está dotada de goteros interlinea de 3 L.h⁻¹ a un marco de 0,5m x 1m y cuatro sectores independientes desde el cabezal, subdivididos cada uno de ellos en 3 subsectores. Esta sectorización permite un total de 12 parcelas experimentales de 55 m² cada una. El suelo de cultivo presenta una textura franco-arcillo-arenosa, con un 29 % de arcilla. El porcentaje de materia orgánica es bajo (1,6 %), siendo los valores de los suelos de la zona similares, e incluso, menores.

El experimento se ha desarrollado en un ciclo corto de calabacín, cultivar Victoria de Clause. El trasplante se efectuó el día 19 de septiembre de 2012 (*Fotografía 3*). La densidad de plantación utilizada ha sido de 1 planta.m⁻¹. Se ha finalizado el cultivo el día 18 de enero de 2013 con la última recolección. No obstante, se han mantenido las plantas dos semanas más sobre el terreno para agotar los nitratos disueltos en la solución del suelo con el fin de minimizar los efectos potencialmente contaminantes de los mismos. Las técnicas de cultivo empleadas han sido las consideradas estándar para un cultivo de calabacín en invernadero, con excepción de la práctica de fertilización, para la cual se han seguido los siguientes tratamientos:

- T1: Formulación órgano-mineral 6-4-12 complementada con fertirrigación estándar reducida un 50 %. Se han aplicado 273 g.m⁻² de formulación órgano-mineral.
- T2: Formulación órgano-mineral complementada con fertirrigación estándar reducida un 25 %. Se han aplicado 136 g.m⁻² de formulación órgano-mineral.
- T3: Tratamiento control. Fertirrigación estándar.

La formulación órgano-mineral y orgánica se ha aplicado como abonado de fondo previa a la implantación del cultivo. Se ha realizado una aportación manual en los golpes de plantación. En un cultivo hortícola de amplio marco, como es el caso del calabacín, en el que las densidades de plantación oscilan entre 0,8 y 1,0 plantas.m⁻², la aplicación manual logra un reparto más homogéneo, sin encarecer excesivamente la labor. La fertirrigación estándar se ha calculado siguiendo las directrices planteadas en “Técnicas de Producción de Cultivos Hortícolas Protegidos” (Camacho, 2009). En la *Tabla 1* se muestra el equilibrio nutritivo aportado al cultivo. Este equilibrio se ha mantenido a lo largo de todo el ciclo de cultivo, con excepción del periodo comprendido entre el 18/10/2012 y el 8/11/2012 en el que para “forzar la regulación de la planta” se ha aportado un equilibrio nutritivo, más rico en potasio (*Tabla 2*). Los resultados en cuanto a elementos nutritivos del análisis realizado al agua empleada en el riego se muestran en la *Tabla 3*.

El consumo final de fertilizantes comerciales para cada uno de los tratamientos aparece desglosado en la *Tabla 4*. Estos fertilizantes se han aplicado diluidos en el agua de riego a lo largo de 68 riegos. El consumo final de agua de riego ha sido de 175,5 L.m¹. El seguimiento y control del riego se ha realizado mediante tensiómetros. Se han instalado un total de 12 sensores, uno por repetición experimental. Se ha intentado mantener la tensión matricial del suelo en valores comprendidos entre 10 y 15 cbar (Castilla, 2005).

Determinaciones

Se ha medido: producción comercial, clasificada por categorías, porcentaje de destrío y clasificación del destrío.

Los parámetros de calidad de fruto estudiados han sido peso medio de fruto, color y firmeza en fruto fresco y conservado (guardado en cámara frigorífica a 10°C durante 7 días). El color de fruto se determinó en tres zonas de una cara del fruto. Se midieron 6 frutos por tratamiento en cada recolección. Se utilizó un colorímetro de acuerdo al modelo cromático CIE L*a*b* (CIELAB). Los tres parámetros en el modelo representan la luminosidad de color (L*, L*=0 rendimientos negro y L*=100 indica blanca), su posición entre rojo y verde (a*, valores negativos indican verde mientras valores positivos indican rojo) y su posición entre amarillo y azul (b*, valores negativos indican azul y valores positivos indican amarillo).

La firmeza de fruto se midió en la zona central del fruto, realizando dos observaciones por fruto en caras opuestas, utilizando 6 frutos por tratamiento en cada recolección (*Fotografía 4*).

El tratamiento estadístico de los resultados se realizó mediante el análisis de la varianza ANOVA y la separación de medias con el test de la mínima diferencia significativa MDS ($P < 0.05$), utilizando el programa Statgraphics Plus v. 5.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción

La *Figura 1* muestra la producción comercial acumulada obtenida por cada tratamiento en la experiencia de calabacín. Los datos de producción comercial clasificada por categorías se muestran en la *Tabla 5*.

El comportamiento productivo del cultivo ha sido en todos los tratamientos muy bueno. Las plantas, una vez reguladas, han emitido un fruto comercial por entrenudo y al finalizar el cultivo aún mantenían una buena capacidad productiva.

Con los tratamientos T1 y T2, en los que se ha realizado un aporte de 273 y 136 g.m⁻² de fertilizante órgano-mineral han obtenido las producciones más elevadas. Sin embargo, no se han encontrado diferencias significativas entre tratamientos, ni en lo que se refiere a la producción total final, ni en la clasificación por categorías. No obstante, si se han encontrado diferencias significativas en la evolución de la producción a lo largo del ciclo.

El tratamiento T3 (100% fertirrigación) ha tenido un comienzo de cosecha inferior a los otros tres tratamientos, tal y como se puede apreciar en la *Tabla 6*.

Los tres tratamientos en los que se ha aportado abonado de fondo han sido más precoces que el tratamiento 3. Esto se ha podido apreciar incluso en el aspecto del cultivo ya que las plantas del tratamiento T3 al comienzo del ciclo han presentado un menor crecimiento y una tonalidad ligeramente clorótica en las hojas (*Fotografía 5*).

La *Figura 2* aclara el comportamiento productivo que han seguido los tratamientos. Mientras que los tratamientos T1 y T2 han tenido una evolución muy similar, el tratamiento T3 ha comenzado con una producción inferior, igualándose a los otros tratamientos al llegar al primer mes de cosecha. Durante el segundo mes de cosecha, periodo de máxima carga productiva y por tanto mayor extracción nutricional, el tratamiento T3 ha superado a los otros tres tratamientos, volviéndose a igualar los cuatro tratamientos al final del ciclo. De esta información se puede extraer que los abonados de fondo han generado una mayor producción en el primer mes de cosecha. Sin embargo, dadas las elevadas extracciones del cultivo de calabacín, el tratamiento T3 se ha mostrado más productivo en el tercer mes de cultivo (segundo de cosecha), momento en el que

las plantas presentan las mayores demandas de nutrientes. Posiblemente en esa fase ya se han consumido una parte importante de los fertilizantes de fondo y la fertirrigación reducida no ha sido capaz de cubrir el 100 % de las necesidades del cultivo. Cabe interpretar que un manejo más adecuado de la fertilización hubiese sido comenzar el fertirriego, tras la aplicación de abonado de fondo, con una reducción del 50 % o incluso superior, e ir incrementándola progresivamente hasta alcanzar el 100 % en la fase central del cultivo.

El destrío obtenido a lo largo de todo el ciclo ha sido muy bajo en los cuatro tratamientos. No se han encontrado diferencias significativas entre tratamientos ni en el total, ni en la clasificación por tipos de defectos presentes (*Tabla 7*).

Calidad de la Producción

Los tratamientos fertilizantes no han afectado a los parámetros de calidad de fruto, presentando todos los tratamientos valores similares de color, firmeza y peso medio de fruto.

Los frutos conservados disminuyen la luminosidad con respecto a los frescos (L^*) e incrementa su tendencia al verde (a^*) y al amarillo (b^*) (*Tabla 8*).

Existe una pérdida de peso en los frutos conservados que oscila entre el 4,1-5,5 %, según tratamiento. Esta pérdida de peso está muy asociada al tamaño del fruto recolectado (*Tabla 9*).

En cuanto a la firmeza del fruto todos los tratamientos siguen pautas similares, sin presentar diferencias significativas. Los frutos conservados presentan una firmeza mayor, como consecuencia de la natural pérdida de agua y su influencia sobre la resistencia de la zona externa de los frutos.

CONCLUSIONES

Los tratamientos en los que se ha aplicado fertilizante órgano-mineral en fondo han sido más precoces que el tratamiento en el que la fertilización se ha realizado exclusivamente con fertirriego.

La aplicación mixta de fertilizantes órgano-minerales y fertirriego, frente al fertirriego convencional, no ocasiona diferencias en los parámetros de calidad en fruto de calabacín.

La formulación órgano-mineral aplicada como fertilizante de fondo puede ser una alternativa eficiente, en un cultivo de calabacín en invernadero, para sustituir parcialmente a los fertilizantes químicos de síntesis.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMACHO, F. 2009. *Técnicas de producción en cultivos protegidos*. Ed. Caja Rural Intermediterránea, Cajamar, ISBN: 84-95531-17-8.

CASTILLA, N. 2005. *Invernaderos de plástico. Tecnología y manejo*. Ed. Mundi-prensa, Madrid, 2005. 462 pp.

SEGURA, M.L. 1995. *Fertirrigación en Cultivos hortícolas en condiciones salinas con sistema y sustratos alternativos* (Tesis doctoral). Universidad de Almería.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la empresa FERTINAGRO y el Instituto de Investigación y Formación Agraria (IFAPA) de la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía.

FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1. Invernadero en el que se desarrolló el experimento.



Fotografía 2. Cabezal automatizado de fertirrigación.



Fotografía 3. Cultivo de calabacín.



Fotografía 4. Detalles de la medición de firmeza en fruto.



Fotografía 5. Vista comparativa de los tratamientos T2 y T3 al inicio del cultivo (02/10/2012).

TABLAS

Tabla 1. **Equilibrio nutritivo utilizado en el ciclo de calabacín.**

	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	SO ₄ ²⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
Concentración (mmol.L ⁻¹)	12	1,5	1,5	6,5	4,5	1,8*

*La cantidad contenida en el agua de riego (1,8 mmol.L⁻¹) es superior a la recomendada por Camacho (1,5 mmol.L⁻¹).

Tabla 2. **Equilibrio nutritivo utilizado en el periodo de regulación de la planta.**

	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	SO ₄ ²⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
Concentración (mmol.L ⁻¹)	8	1,5	1,5	8,5	2,5	1,8

Tabla 3. **Elementos nutritivos presentes en el agua de riego.**

	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	SO ₄ ²⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
Concentración (mmol.L ⁻¹)	0	0	0,5	0,1	1,3	1,8

Tabla 4. **Consumo final de fertilizantes solubles por tratamiento.**

Tratamiento	C.E.	Nitrato Cálcico (g.m ⁻²)	Ácido fosfórico (g.m ⁻²)	Nitrato Potásico (g.m ⁻²)	Sulfato potásico (g.m ⁻²)	Micros (g.m ⁻²)
T1	0,50	48,79	11,8	54,22	11,58	0,46
T2	0,75	73,18	17,82	81,33	17,36	0,68
T3	1,00	97,58	23,76	108,44	23,15	0,91

Tabla 5. **Producción comercial clasificada por categorías.**

Tratamiento	1 ^a		2 ^a		Total	
	Peso (g.m ⁻²)	Nºfrutos.m ⁻²	Peso (g.m ⁻²)	Nºfrutos.m ⁻²	Peso (g.m ⁻²)	Nºfrutos.m ⁻²
T1	7857,9 a	25,4 a	195,5 a	1,0 a	8053,3 a	26,4 a
T2	7893,0 a	25,3 a	134,5 a	0,8 a	8027,6 a	26,1 a
T3	7657,7 a	24,8 a	153,8 a	0,8 a	7811,5 a	25,6 a

Tabla 6. **Producción comercial clasificada por categorías hasta 51 días desde transplante.**

Tratamiento	1 ^a		2 ^a		Total	
	Peso (g.m ⁻²)	Nºfrutos.m ⁻²	Peso (g.m ⁻²)	Nºfrutos.m ⁻²	Peso (g.m ⁻²)	Nºfrutos.m ⁻²
T1	2251,8 a	7,2 a	80,3 a	0,4 a	2332,1 b	7,6 b
T2	2208,8 a	7,2 a	65,5 a	0,4 a	2274,2 ab	7,6 b
T3	1890 a	6,2 a	46,4 a	0,4 a	1936,4 a	6,5 a

Tabla 7. **Porcentaje de destrío obtenido (% respecto al número total de frutos) y clasificación del mismo por tipos de defectos.**

Tratamiento	% Destrío	Clasificación destrío		
		Chupados	Anieblados	Pequeños
T1	4,40%	33,84%	28,96%	37,20%
T2	3,69%	41,36%	25,62%	33,02%
T3	4,52%	48,15%	32,59%	19,26%

Tabla 8. **Parámetros de calidad de fruto: Valores medios de color.**

	Color Fruto Fresco			Color Fruto Conservado		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
T1	32,35	-6,89	13,31	31,84	-7,09	14,17
T2	32,37	-6,64	13,22	32,09	-7,28	14,01
T3	44,55	-5,06	22,30	32,33	-6,92	13,29
Media	36,42	-6,20	16,28	32,09	-7,10	13,82

Tabla 9. **Parámetros de calidad de fruto: Valores medios de firmeza y peso medio de fruto.**

	Firmeza		Peso Medio		
	Fruto Fresco (N)	Fruto Conservado (N)	Fruto Fresco (g)	Fruto Conservado (g)	Pérdida Peso (%)
T1	15,89	20,08	311,1	297,1	4,7
T2	15,76	19,91	307,0	294,1	4,4
T3	16,11	19,52	304,0	291,8	4,1

FIGURAS

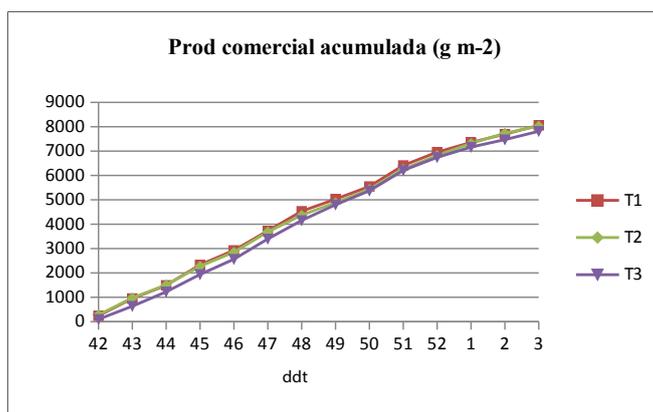


Figura 1. **Evolución de la producción comercial acumulada en el cultivo de calabacín (ddt: días desde transplante).**

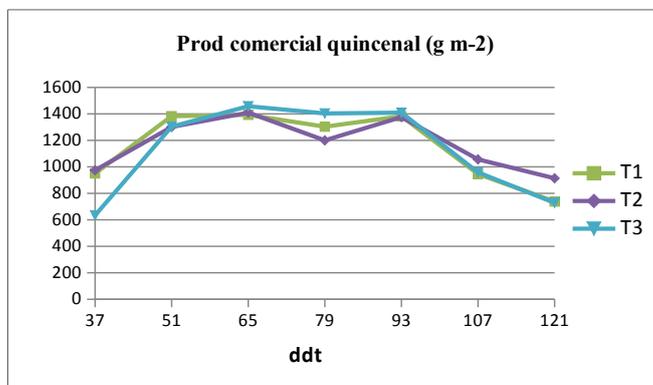


Figura 2. **Producción comercial quincenal.**