INFLUENCIA DE DISTINTAS FERTILIZACIONES EN LA PRODUCCIÓN DE UNA ALTERNATIVA HORTÍCOLA

L. F. CONDÉS RODRÍGUEZ
A. PATO FOLGOSO
F. E. VICENTE CONESA

Oficina Comarcal Agraria Cartagena-Mar Menor. Torre Pacheco (Murcia)

A. J. GARCÍA GARCÍA

CDTT. El Mirador (Murcia)

M.ª J. CAMPOY ARNALDOS

Programa de colaboración FECOAM-Consejería Agricultura y Agua. Murcia

RESUMEN

Una zona del Campo de Cartagena está declarada como vulnerable a la contaminación de sus acuíferos por nitratos. En base a este criterio se estudió la influencia que distintos abonados tienen en el medio ambiente y en qué medida afectan a la producción.

En una parcela de 342 m^2, se hizo un diseño estadístico de bloques al azar de 4 tratamientos con 4 repeticiones. Cada tratamiento contó entre 65 y 76 m^2 dependiendo del cultivo.

Se sigue una alternativa de pimiento, lechuga, pimiento, col picuda, pimiento y bróculi. Los cultivares elegidos fueron, para pimiento tipo california, Jumilla (De Ruiter Seeds), para lechuga tipo iceberg, Lorciva (Nunhems), para col picuda, Capehorn (Sakata) y para bróculi, Parthenon (Sakata).

Se efectuó una sola recolección por cultivo, salvo para el pimiento que la carencia fue semanal, clasificando 10 plantas o sus frutos por repetición en las que se controlaron distintos parámetros según el cultivo a evaluar.

Aunque la recolección se hizo para todos los tratamientos el mismo día, se pudo apreciar una cierta precocidad en los tratamientos C y D, entre tres días y una semana con respecto al resto para todos los ciclos.

Se pudo valorar, también, una merma en los calibres y producciones del tratamiento B, teniendo en cuenta que durante toda la alternativa no se aportó nada de fósforo ni

potasio, únicamente el contenido en la materia orgánica y algún pase de microelementos, aunque la casa comercial recomienda pequeñas aplicaciones de ambos macroelementos, quisimos apreciar el potencial del producto.

Para casi todos los cultivos hay diferencias significativas en cuanto a producción, tamaño y demás parámetros, entre los tratamientos A y B, entre ellos y con respecto a los C y D, no habiéndolas entre éstos últimos.

Palabras clave: *zona vulnerable, nitratos, bacterias nitrificantes, bacterias solubilizadoras de fósforo.*

INTRODUCCIÓN

Parte de la Comarca del Campo de Cartagena está declarada como zona vulnerable a la contaminación por nitratos, en concreto la correspondiente a los acuíferos Cuaternario y Plioceno en el área definida por la zona regable oriental del trasvase Tajo-Segura y el sector litoral del Mar Menor, además es una Comarca que mantiene una horticultura muy intensiva y en la que se utilizan distintas técnicas de cultivo, que van desde la Agricultura Ecológica, en auge, a Control Integrado. El aumento del uso de fertilizantes nitrogenados tiene relación directa con el incremento del contenido de nitratos en los acuíferos (Fushiwaki *et al.*, 2005) y los riesgos de lixiviación de los mismos se deben a excesivos aportes en zonas de cultivo intensivo (Nolasco *et al.*, 2005).

También es una zona puntera en el control del riego donde en la práctica totalidad de la misma se utiliza el riego localizado, lo cual, sabiendo que el ión nitrato es muy soluble en agua, nos hace pensar que racionalizando el agua de riego conjuntamente con la fertigación se puede tener un mejor control de los lixiviados, minimizando los mismos, debido a que las lluvias son escasas y que ésta práctica no suponga una disminución de producción, ni cuantitativa ni cualitativamente.

Estos motivos nos parecen más que suficientes y razonables para ensayar las posibles pérdidas cualitativas o cuantitativas que se pueden derivar de las distintas técnicas de cultivo y su relación con el medio ambiente.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en el Centro de Demostración y Transferencia Tecnológica de El Mirador (San Javier, Murcia).

El suelo de la finca había sido poco cultivado en años anteriores, lo que obligó a un gran aporte de materia orgánica para conseguir unos niveles medios aceptables.

La dimensión total del mismo fue de 342 m^2. Se realizaron cuatro tratamientos con cuatro repeticiones repartidas al azar, dividiendo la superficie total en cuatro parcelas para reiterar los mismos tratamientos en las mismas parcelas durante los seis cultivos que componen el ensayo, cada parcela elemental tenía entre 16 y 19 m^2 y por tratamiento entre 65 y 76 m^2.

Para cada tratamiento se realizó la alternativa expuesta a continuación, utilizando los marcos de plantación habituales en la comarca:

Cultivo	Fecha de plantación	Densidad de plantación (planta.ha^{-1})
Pimiento California Jumilla	08/05/05	50.000
Lechuga Iceberg Lorciva	02/12/05	60.000
Pimiento California Jumilla	10/05/06	50.000
Col Picuda Capehorn	15/12/06	60.000
Pimiento California Jumilla	15/05/07	50.000
Bróculi Parthenon	11/10/07	50.000

Los tratamientos seguidos son los siguientes, dependiendo los aportes totales de fertilización nitrogenada de los cultivos y ciclos realizados.

Tratamiento A. Utilizando fertilizaciones de Agricultura Ecológica, de la manera siguiente: Basura líquida Pedrín (m.o.- 1,6% N; 0,02% P_2O_5; 2,4% K_2O), Ecomol (m.o.- 0,35% N; 0,25% P_2O_5; 0,75% K_2O), Rombiorgan (m.o.- 2% N; 0,5% P_2O_5; 2% K_2O), Bionitro (1% N; 5% K_2O) y Terrabal (aminoácidos).

Tratamiento B. Bioprón ® PMC3 a una dosis de 300 kg·ha^{-1}. (*Azospirillum brasilense* y *Pantoea dispersa*). Se hicieron aportes de materia orgánica líquida en fertirriego, sin aportar fósforo ni potasio (salvo lo incluido en la materia orgánica).

Tratamiento C. Siguiendo las recomendaciones de Producción Integrada de la Región de Murcia en los cultivos que existen. En los que no hay normativa se realizó un programa de fertirriego adecuado a las extracciones.

Tratamiento D. Incrementando los aportes de nitrógeno porcentualmente del Tratamiento C y manteniendo el equilibrio fertilizante del mismo:

- 31% Pimiento 1er año
- 32% Lechuga
- 39% Pimiento 2^{o} año
- 28% Col Picuda
- 67% Pimiento 3er año
- 42% Bróculi

En cada tratamiento se colocaron dos baterías de sondas, compuestas por dos sondas de succión a 30 y 60 cm de profundidad, de las que se extrajo solución de suelo semanalmente y se analizó el pH, la conductividad y la concentración de nitratos. Además se contó por tratamiento con un tensiómetro que junto con los datos de conductividad nos daba información para el manejo del riego.

Los análisis para la concentración de nitratos en la solución de suelo se realizaron en el laboratorio del CIFEA de Torre Pacheco, con un espectrofotómetro de absorción.

Se realizaron análisis de suelo por cada tratamiento, uno al inicio y otro al final de cada cultivo, así como un análisis de contenido de nitratos en hoja en la lechuga.

Se controlaron 10 plantas o sus frutos por repetición.

La valoración de parámetros para cada cultivo son los que se encuentran en la tabla 1.

Las clasificaciones utilizadas para cada cultivo son las habituales de las cooperativas de la comarca y se relacionan en las tablas 2, 3, 4 y 5.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pimiento california

Por diversos motivos, (estadísticamente no representativos, virosis, etc.) no se prestan a análisis los resultados obtenidos en Pimiento, aunque los datos se pueden consultar solicitándose a los autores.

Lechuga iceberg

Se realizó una sola recolección el mismo día para todos los tratamientos, aún cuando se pudo observar que los tratamientos C y D indujeron algo de precocidad con respecto al A y B; en torno a los 4 días el tratamiento C y una semana el D.

La tabla 6 presenta la media de peso bruto, la media de peso neto, altura, diámetro y la media de espigado por tratamiento. En el se puede observar que los tratamientos que dieron mayores pesos, mayor altura y mayor diámetro fueron el D y el C, no habiendo diferencias significativas entre ambos, al igual que en espigado.

En la tabla 7 podemos ver la clasificación por categorías en porcentaje con respecto a la producción total. Se aprecia que si consideramos Extra más I tanto el tratamiento D como el C superaron en porcentaje a los otros tratamientos, siendo mayor el C si consideramos únicamente la categoría Extra.

En las causas de clasificar en IV categoría, hay que destacar que el tratamiento D no tuvo ninguna lechuga de peso escaso y no así los tratamientos A y B que produjeron un 22,5% y un 27,5% del total de IV como peso escaso (tabla 8).

Como podemos observar en la tabla 9, las cantidades de nitratos en hoja no difieren mucho según los distintos tratamientos utilizados, lo que nos hace pensar que debido a la gran iluminación que hay en la comarca, incluso en invierno, los distintos abonados influyen en pequeña proporción al contenido final de nitratos en hojas.

Las fotografías n^{os} 1, 2, 3 y 4 enseñan el distinto sistema radicular, generando mayor número de raicillas y más fasciculadas en los tratamientos A y B y con menor número y siendo las principales mas gruesas en las tesis C y D.

Col picuda

En la tabla 10 se representan las medias del peso total, y por categorías, altura, diámetro y espigado, que son los parámetros valorados en Col Picuda, observándose diferencias significativas entre todos los tratamientos.

Este cultivo no tiene referencia normativa en producción integrada de la Región de Murcia y la fertilización, según la bibliografía consultada y en vista de los resultados, parece ser escasa en cuanto a las necesidades del cultivo para las condiciones de nuestra comarca.

Se muestran en las fotografías 5, 6, 7 y 8 los distintos tratamientos a los 110 días después del trasplante. Claramente se puede observar una mayor precocidad y mayor vigor en los tratamientos C y D.

Bróculi

En la tabla 11 se puede observar que para el peso total, altura y diámetro del florete, así como para el diámetro del tallo, no hay diferencias significativas entre los tratamientos D y C, si habiéndolas entre los tratamientos A y B entre sí y con respecto a los anteriores.

En la panorámica de la parcela (fotografía 9) se distinguen distintos niveles de vigor para los distintos tratamientos aplicados.

CONCLUSIONES

Con las recomendaciones realizadas en el programa de actuación de zonas vulnerables a la contaminación de nitratos de la Región de Murcia o en las normas de producción integrada, se consiguen producciones similares estadísticamente a las conseguidas por una fertilización tradicional de la zona.

Con los aportes fertilizantes del programa de actuación o de producción integrada y el incrementado se consigue una precocidad no alcanzada con los otros dos tratamientos.

Que en el tratamiento B, se estima que al Bioprón ® PMC3 hay que complementar con fertirrigación, sobre todo de P y K, pues los resultados así lo atestiguan, aunque si es un método claramente válido para disminuir los lixiviados de nitratos a las capas freáticas.

BIBLIOGRAFÍA

CADAHÍA, C. (1998). Fertirrigación. Cultivos hortícolas y ornamentales. Mundi-Prensa.

FUSHIWAKI, Y.; MAGARA, Y. (2005). Water pollution by agriculture and other rural uses. Water quality and standards (Kubota y Tsuchiya edit.) Faculty os Pharmaceutical Sciencies, Kyushyu University. Japan.

NOLASCO, J.; OUTEIRIÑO, A.; MONZÓ, J.; GONZÁLEZ, A.; LÓPEZ, J. (2005). Fertilización en hortalizas de hoja. Horticultura, 188: 32-38.

PATO, A.; CONDÉS, L.F.; NOGUERA, M.; VICENTE, F.E.; SORIA, A. (2006). Fertilización en la zona vulnerable del Campo de Cartagena. CAA Región de Murcia.

RINCÓN, L. (2005). La Fertirrigación de la lechuga Iceberg. IMIDA. Región de Murcia.

Orden de 3 de diciembre de 2003, de la Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente, por la que se aprueba el Código de Buenas Prácticas Agrarias de la Región de Murcia.

Orden de 12 de diciembre de 2003, de la Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente, por la que se establece el Programa de Actuación de la Zona Vulnerable correspondiente a los Acuíferos Cuaternario y Plioceno en el área definida por la Zona Regable Oriental del Trasvase Tajo- Segura y el Sector Litoral del Mar Menor.

AGRADECIMIENTOS

Este ensayo está cofinanciado por los programas de colaboración "Introducción de las Buenas Prácticas Agrarias en la Agricultura de la Región de Murcia" e "Introducción de Tecnologías en Agricultura" (Orden de 20-01-05) que FECOAM y la Cooperativa de 2º grado CDTA "El Mirador", formada por Hortamira, S.Coop; Gregal, S.Coop y SAT San Cayetano, respectivamente, mantienen con la Consejería de Agricultura y Agua.

Foto 1. Detalle del sistema radicular de las lechugas del tratamiento A al final del cultivo

Foto 2. Detalle del sistema radicular del tratamiento B al final del cultivo

Foto 3. Detalle del sistema radicular de las lechugas del tratamiento C al final del cultivo

Foto 4. Detalle del sistema radicular de las lechugas del tratamiento D al final del cultivo

Foto 5. Detalle del tratamiento A 110 días después del trasplante

Foto 6. Detalle del tratamiento B 110 días después del trasplante

Foto 7. Detalle del tratamiento C 110 días después del trasplante

Foto 8. Detalle del tratamiento D 110 días después del trasplante

Foto 9. Bróculi, obsérvese el descenso de vigor desde la izquierda (tratamientos D y C) hacia el centro (tratamiento A) y la derecha (tratamiento B)

Tabla 1. Parámetros valorados en cada cultivo

Cultivo	Parámetros valorados
Pimiento	Producción total, clasificación por categorías, peso medio del fruto, causas de clasificación en IV categoría.
Lechuga	Peso bruto, peso neto, clasificación por categorías, altura, diámetro, espigado, causas de clasificación en IV categoría.
Col picuda	Peso, clasificación por categorías, altura, diámetro, espigado.
Bróculi	Peso, clasificación por categorías, diámetro del florete, altura del florete, diámetro del tallo.

Tabla 2. Descripción de las categorías comerciales para pimiento tipo California.

Cultivo	Descripción	Peso
EXTRA	Frutos de buena calidad, color uniforme, buen estado sanitario y la forma característica del pimiento California (cuadrado, con tres o cuatro puntas, que se tenga en pie)	+ 230 g
I	Frutos de buena calidad, color uniforme, buen estado sanitario y la forma característica del pimiento California (cuadrado, con tres o cuatro puntas, que se tenga en pie)	+ 200 g
	Frutos de buena calidad, buen color, buen estado sanitario	+ 230 g
II	Frutos de buena calidad, color uniforme, buen estado sanitario y la forma característica del pimiento California (cuadrado, con tres o cuatro puntas, que se tenga en pie)	+ 160 g
	Frutos de buena calidad, buen color, buen estado sanitario	+ 200 g
III	Frutos de buena calidad, color uniforme, buen estado sanitario y la forma característica del pimiento California (cuadrado, con tres o cuatro puntas, que se tenga en pie)	+ 130 g
	Frutos de buena calidad, buen color, buen estado sanitario	+ 160 g
IV (Destrío)	Frutos podridos o con otros defectos que los haga inservibles para la comercialización, virosis.	
V	Frutos de buena calidad, color uniforme, buen estado sanitario y la forma característica del pimiento California (cuadrado, con tres o cuatro puntas, que se tenga en pie)	+ 90 g
	Frutos de buena calidad, buen color, buen estado sanitario	+ 130 g
VI	Fruto con peso inferior a 90 g, frutos con exceso de madurez o cualquier otro defecto que los haga sólo útiles para Industria.	

Tabla 3. Descripción de las categorías comerciales para lechuga tipo Iceberg

Categoría	Descripción
EXTRA	Producto de buena forma, color y estado sanitario, del calibre 10, con un peso mínimo de 500 g.
I	Producto de buena forma, color y estado sanitario, del calibre 9, con un peso mínimo de 560 g.
II	Producto de buena forma, color y estado sanitario, de los calibres 9 y 10, con pesos mínimos de 450 y 400 g respectivamente.
III	Producto de buena forma, color y estado sanitario, del calibre 12, con un peso mínimo de 350 g.
IV	Productos con defectos que los hagan inservibles para su comercialización.
V	Producto de buena forma, color y estado sanitario, de los calibres 6, 7 y 8, con pesos mínimos de 700, 600 y 500 g respectivamente.
VI	Producto del calibre 15, con un peso mínimo de 300 g, y productos de los calibres 6 al 10 que al limpiarlos queden blancos. Producto útil para la industria.

Tabla 4. Descripción de las categorías comerciales para col picuda tipo Capehorn

Categoría	Calibre	Descripción
PRIMERA	5	1650 g a 2000 g
	6	1380 g a 1649 g
	7	1190 g a 1379 g
	8	1080 g a 1189 g
	9	950 g a 1079 g
	10	830 g a 949 g
	12	700 g a 829 g
	14	600 g a 699 g
	16	530 g a 599 g
	18	450 g a 529 g
	20	400 g a 449 g
	Bien formada.	
SEGUNDA	Destrío. Reventadas, pulgón, hoja marrón, ...	

Tabla 5. Descripción de las categorías comerciales para bróculi

Categoría	Descripción
EXTRA	Producto de buena calidad, correcto estado de madurez y buen estado sanitario, con un peso comprendido entre 100 g. y 199 g.
I	Producto de buena calidad, correcto estado de madurez y buen estado sanitario, con un peso comprendido entre 200 g. y 399 g.
II	Producto de buena calidad, correcto estado de madurez y buen estado sanitario, con un peso comprendido entre 400 g. y 599 g.
III	Producto de buena calidad, correcto estado de madurez y buen estado sanitario, con un peso inferior a 100 g.
IV	Planta con rabos, hojas y destríos por mala calidad, no apta para la comercialización.
V	Producto de buena calidad, correcto estado de madurez y buen estado sanitario, con un peso superior a 600 g.
VI	Planta de baja calidad, pero que puede ser apta para industria.

Tabla 6. Parámetros valorados en lechuga iceberg

Tratamiento	Media peso bruto (g)	Media peso neto (g)	Media altura (cm)	Media diámetro (cm)	Media espigado (cm)
D	1005,4 a	708,0 a	12,36 a	15,71 a	2,98 a
C	930,3 a	634,4 a	12,15 a	15,63 a	2,89 a
A	730,3 b	474,7 b	10,93 b	13,43 b	2,27 b
B	616,3 c	376,5 c	10,3 c	12,74 c	2,26 b

Dentro de la misma columna, letras distintas denotan diferencias significativas al 95% de confianza.

Tabla 7. Lechuga Iceberg. Clasificación por categorías en porcentaje con respecto a la producción total

Tratamiento	Categoría						
	Extra	1	2	3	5	6	4
A	35	2,5	5	25	2,5	5	25
B	22,5	0	7,5	20	0	20	30
C	50	15	2,5	2,5	20	0	10
D	47,5	25	2,5	0	20	0	5

Tabla 8. Lechuga Iceberg. Causas de clasificación en cuarta categoría en porcentaje

Tratamiento	Peso escaso		Acostillada	
	Respecto al total de producción	Respecto al total de cuarta	Respecto al total de producción	Respecto al total de cuarta
D	0	0	5	100
C	2,5	25	7,5	75
A	22,5	90	2,5	10
B	27,5	91,67	2,5	8,33

Tabla 9. Lechuga Iceberg. Cantidades de nitratos en hoja por tratamientos

Tratamiento	Nitratos en hoja ($mg \cdot kg^{-1}$)
A	352
B	335
C	331
D	345

Tabla 10. Medias de los parámetros valorados en col picuda

Tratamiento	Peso total y por categorías			Altura (cm)	Diámetro (cm)	Espigado (cm)
	total (g)	primera (g)	segunda (g)			
D	827,20 a	811,77 a	935,20	15,58 a	12,04 a	5,91 a
C	735,15 b	728,87 b	980,00	14,88 b	11,39 b	5,34 b
A	527,65 c	612,23 c	370,57	13,70 c	9,96 c	4,44 c
B	189,40 d	408,00 ne	183,79	10,91 d	7,21 d	2,49 d

Dentro de la misma columna, letras distintas denotan diferencias significativas al 95% de confianza.
ne: no evaluable estadísticamente.

Tabla 11. Medias de los parámetros valorados en bróculi

Tratamiento	Peso total y por categorías (g)					Altura florete (cm)	Diámetro florete (cm)	Espigado tallo (cm)
	total	I	II	V	VI			
D	695,00 a	–	529,20	750,27	–	15,65 a	19,83 a	4,26 a
C	660,40 a	–	534,38	744,42	–	15,33 a	19,11 a	4,15 a
A	510,85 b	374,22	489,90	660,73	–	14,06 b	17,13 b	3,92 b
B	380,95 c	308,09	490,38	-	307,00	13, 00 c	15,96 c	3,42 c

Dentro de la misma columna, letras distintas denotan diferencias significativas al 95% de confianza.