

regadíos

Fertirrigación localizada en suelo para cultivos hortícolas

Pautas para el uso eficiente del nitrógeno

L. Rincón Sánchez*

La fertirrigación localizada es una técnica que se desarrolla dentro de los riegos localizados de alta frecuencia y concretamente en el riego por goteo, mediante la cual se aportan los nutrientes disueltos en el agua de riego. Tiene como ventajas más destacables: la aplicación combinada de agua, fertilizantes y plaguicidas con alta precisión y uniformidad; la mejora de la distribución y el control del agua y nutrientes en el suelo y la posibilidad de aplicar el agua y los nutrientes durante el ciclo de cultivo de acuerdo con la demanda de la planta.

En la fertirrigación localizada no se humedece la superficie total del suelo de cultivo sino un porcentaje (40-50 % en cultivos hortícolas), lo que genera baja capacidad de almacenamiento de agua y nutrientes en el volumen de suelo humedecido a profundidad radicular, lo que requiere que las aportaciones de agua y nutrientes se realicen con alta frecuencia, ajustando periódicamente las aportaciones al ritmo de absorción de la planta (Bar Yosef, 1991).

La fertirrigación permite atender de forma continua la nutrición de la planta, lo que implica un cambio total en los conceptos de nutrición hídrica y mineral de los cultivos respecto a la fertilización tradi-



cional, habiéndose comprobado en numerosos trabajos y distintas condiciones, que el rendimiento y calidad de cosecha son mejorados.

En el contexto económico actual, la fertirrigación debe plantearse con dos objetivos principales: 1) consecución de la producción óptima, entendiendo por producción óptima aquella que produce los rendimientos económicos más altos y no la que induce a la mayor producción en valor absoluto y 2) producir el mínimo riesgo de contaminación ambiental. Para ello, la información necesaria se centra en cuatro puntos: 1) requerimientos de nutrientes de los cultivos en función del tiempo (curva de absorción); 2) características del suelo (fertilidad y salinidad); 3) calidad del agua de riego y 4) interacción entre fertilizantes y economía.

El nitrógeno en la fertirrigación de los cultivos

El nitrógeno es después del potasio el nutriente absorbido en mayor cantidad por los cultivos hortícolas, obteniéndolo

del suelo por absorción de las raíces en forma iónica, preferentemente en forma nítrica (NO_3^-) y menos como amonio (NH_4^+). El nitrógeno es utilizado por la planta para sintetizar aminoácidos y proteínas. El protoplasma de todas las células contiene proteínas. El nitrógeno es también requerido por las plantas para otras componentes vitales, como clorofila, ácidos nucleicos y enzimas.

El nitrógeno en el suelo se encuentra en un 99 % en la materia orgánica, el resto está fijado en el complejo arcillo-húmico en forma de amonio (NH_4^+) y en forma de ión nitrato (NO_3^-) en la disolución del suelo. El nitrógeno orgánico del suelo se mineraliza mediante los procesos de: amonización, amonización y nitrificación. Los nitratos formados en la fase final de la nitrificación constituyen la forma mayoritaria en que es absorbido por las plantas. Los nitratos son muy solubles en el agua del suelo desplazándose con el frente de humedad.

Aun siendo importantes las reservas de nitrógeno orgánico en el suelo, en fertirrigación localizada la liberación de nitratos

* IMIDA (Murcia)



es insuficiente para compensar la demanda de los cultivos hortícolas de alto valor económico, por lo que es necesario suplir sus requerimientos mediante la práctica de la fertilización.

Numerosos trabajos de investigación se han realizado sobre la eficiencia del abonado nitrogenado en distintos sistemas de riego, habiéndose demostrado que el crecimiento y producción de los cultivos aumentan en fertirrigación localizada res-

pecto a otros sistemas de riego, debido fundamentalmente a la mejor disponibilidad de nitrógeno por la planta a lo largo del ciclo de cultivo.

decido (Rincón y col., 1986). De esta forma, solo una parte del nitrógeno total aportado queda a disposición del sistema radicular de la planta, disminuyendo la eficiencia potencial del fertilizante respecto a sí se hubiese realizado en pequeñas y sucesivas dosis. Si se aplica reiteradamente en forma amoniacal, se produce una concentración del catión NH_4^+ a poca distancia del punto de go-teo, siendo fijado entre las láminas de ar-



pecto a otros sistemas de riego, debido fundamentalmente a la mejor disponibilidad de nitrógeno por la planta a lo largo del ciclo de cultivo.

La forma del nitrógeno aplicado en fertirrigación localizada también ha sido ampliamente estudiada, habiéndose demostrado que la utilización conjunta de formas nítricas y amoniacales mejoran la productividad de los cultivos. Algunos autores, han establecido que la relación $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ debe ser superior a 2,3, es decir, el 75 % del fertilizante nitrogenado en forma nítrica y un 25 % en forma amoniacal.

Respecto a la dinámica del nitrógeno en el bulbo de suelo humedecido, si la fórmula del fertilizante aplicado es en forma nítrica (NO_3^-); aportaciones fuertes y de baja frecuencia producen acumulaciones de nitratos en la periferia del bulbo hume-

cilla. Cuando la concentración de NH_4^+ es elevada, subsiguientes aportaciones podrían saturar la capacidad de intercambio del suelo y moverse en profundidad, pudiendo producir toxicidad en la planta. Sin embargo, la mayoría del amonio es transformado biológicamente a nitrato, desplazándose posteriormente con el agua en el suelo.

Repercusiones del abonado nitrogenado

En torno al nitrógeno hay tres puntos importantísimos que se deben tener presentes en el contexto económico actual: el primero se refiere al efecto económico sobre la producción y calidad de cosecha; el segundo relacionado con el suelo por las repercusiones en el medio am-

biente, siendo la contaminación de aguas subterráneas por lixiviación de nitratos, uno de los objetivos actuales de la investigación; el tercero relacionado con la salud humana por consumo de especies hortícolas que acumulan nitrógeno en hojas y otros órganos comestibles.

Efecto en planta

De los dieciséis elementos nutritivos esenciales para las plantas el nitrógeno es el que tiene mayor repercusión en la cantidad y calidad de cosecha, numerosos trabajos de investigación así lo demuestran, fundamentándose en la mayoría de ellos la relación potasio-nitrógeno (K/N).

Cuando las cantidades de nitrógeno aportado en la fertilización es menor que los requerimientos del cultivo, la productividad disminuye en proporción a la escasez de nitrógeno, reduciéndose la calidad de los frutos, perdiendo calidad comercial y consecuentemente valor económico (Pellicer et al., 199. Además, disminuye el índice de cosecha (relación entre cosecha comercializada y total recolectada), todo ello con repercusión importante en los ingresos económicos.

De igual forma, si las cantidades de nitrógeno aportadas son excesivas la repercusión en la cosecha y calidad de los frutos también es negativa, con efectos residuales más amplios que los económicos, como son los medioambientales. Un exceso de nitrógeno produce en la planta desarrollos vegetativos excesivos, con disminución del cuajado de frutos. Los frutos resultantes suelen ser de gran tamaño, en general de poca consistencia, con tallos ahuecados en brócoli, coliflor y cogollo de lechuga iceberg. En todos los casos se produce una disminución en la concentración de sólidos solubles que deterioran las propiedades organolépticas de los mismos. Además, en la propia planta el exceso de nitrógeno aumenta la incidencia de algunas plagas (pulgonés y mosca blanca) y enfermedades fúngicas (*botrytis*, *sclerotinia* y oidios principalmente), además de producirse consumo de lujo.

Efectos en suelo

La agricultura depende en gran medida del uso de fertilizantes químicos para mantener sus altas producciones agrícolas, sin tener en cuenta los graves daños que estos pueden ocasionar ya sea afectando el ciclo global del nitrógeno, contaminando las aguas subterráneas y superficiales e incrementando los niveles de óxido nítrico (N_2O) atmosférico que es un potente gas invernadero.

La contaminación de las aguas originada en determinadas circunstancias por la producción agrícola intensiva, es un fenómeno cada vez más acusado que se manifiesta especialmente en un aumento de la concentración de nitratos en las aguas superficiales y subterráneas. De hecho de entre las fuentes difusas que contribuyen a la contaminación de las aguas, las más importantes actualmente es la aplicación excesiva o inadecuada de los fertilizantes nitrogenados en agricultura. Los fertilizantes han sido considerados tradicionalmente como el segundo factor de producción en la agricultura, sin embargo, el interés creciente por el medio ambiente ha estimulado el estudio del impacto de los fertilizantes en los suelos y aguas.

Hay un acuerdo bastante generalizado en la literatura científica en considerar la agricultura la principal responsable del aumento de la concentración de nitrato en aguas subterráneas y superficiales, especialmente en áreas de agricultura intensiva de regadío y con altos aportes de fertilizantes, o bien con ganadería intensiva con aplicaciones elevadas de estiércol y purines al suelo. La implantación y desarrollo de los riegos localizados de alta frecuencia no reduce la contaminación salina de suelos ni la contaminación de las aguas subterráneas, sino que puede producir elevadas concentraciones de nitratos en acuíferos subterráneos por la utilización de elevadas cantidades de nitrógeno y deficiente manejo del agua de riego. Se debe insistir en este aspecto ya que durante la última década, se ha producido un elevado desarrollo de los riegos localizados de alta frecuencia, llegándose

Tabla 1. Requerimientos de nitrógeno en la fertirrigación de cultivos hortícolas con ciclos de cultivo medios y largos

Periodo d.d.t.*	Tomate invern.	Tomate aire libre	Pimiento grueso invern.	Pimiento grueso aire libre	Alcachofa	Melón	Pimiento pimiento-nero	Tomate de industria
Kg/ha y periodo								
0 -15	3	15	5	10	0	4	5	5
15- 30	5	20	10	10	7	6	5	10
30- 45	7	25	10	15	20	10	15	15
45- 60	10	30	15	20	25	20	20	25
60- 75	15	35	15	25	27	25	25	35
75- 90	20	40	20	25	26	35	30	40
90-105	30	40	25	25	24	45	35	50
105-120	35	40	30	20	32	35	30	30
120-135	40	40	35	15	33	30	20	20
135-150	40	40	35	10	32	15	15	10
150-165	40	35	35	--	30	--	--	--
165-180	40	30	35	--	32	--	--	--
180-195	35	25	30	--	37	--	--	--
195-210	35	--	30	--	37	--	--	--
210-225	35	--	25	--	38	--	--	--
225-240	25	--	20	--	--	--	--	--
240-255	15	--	--	--	--	--	--	--
TOTAL	430	275	375	175	400	225	200	240

*d.d.t. = días después del trasplante

a alcanzar en la actualidad una superficie superior al 90 % en los cultivos hortícolas de alto valor económico. De todo ello se deriva, que la problemática socioeconómica que se quiere abordar se centra en

la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos y de los suelos por acumulación de sales, dando aplicación a la directiva 91/676/CEE.

Tabla 2. Requerimientos de nitrógeno de cultivos hortícolas con ciclos de cultivo medios y largos

Periodo d.d.t.*	Coliflor	Brócoli	Apio	Lechuga iceberg (1)	Lechuga iceberg (2)	Lechuga lite Gem
Kg/ha y periodo						
0- 7	5	1	2	0,5	0,5	0,3
8- 14	7	2	3	1,0	1,0	0,5
15- 21	9	4	5	1,5	1,5	0,8
22- 28	12	6	7	2,0	2,0	1,6
29- 35	15	8	11	2,0	2,0	2,6
36- 42	18	12	15	4,0	4,0	4,2
43- 50	22	16	20	4,0	6,0	6,5
51- 56	28	22	24	6,0	8,0	8,5
57- 62	34	30	26	6,0	10,0	9,2
63- 70	36	38	28	7,5	12,0	11,5
71- 77	42	40	28	7,5	14,0	--
78- 84	42	40	28	10,0	16,0	--
85- 91	42	35	26	10,0	14,0	--
92- 98	35	--	26	12,0	--	--
98-105	--	--	24	14,0	--	--
106-112	--	--	20	12,0	--	--
113-119	--	--	18	--	--	--
120-126	--	--	--	--	--	--
127-133	--	--	--	--	--	--
134-140	--	--	--	--	--	--
TOTAL	347	254	311	100	90	46

* d.d.t. = días después del trasplante

(1) cultivares vigorosos plantados en ciclos de otoño-invierno e invierno

(2) cultivares menos vigorosos plantados en ciclos de invierno-primavera y primavera



Efectos en la salud humana

Algunas especies de plantas hortícolas de aprovechamiento foliar (espinaca, acelga, lechuga y endivias) tienden a acumular nitratos en las hojas cuando la absorción excede a la reducción dentro de la planta (Breimer, 1982). La función específica de los nitratos en los vegetales es la de suministrar nitrógeno para la síntesis de proteínas, reduciéndose previamente mediante la acción de la enzima nitrato reductasa. A diferencia de lo que ocurre con otros compuestos de nitrógeno (nitritos y amonio) los nitratos se acumulan en las vacuolas de los tejidos vegetales, donde tienen una función no específica supliendo a ácidos orgánicos y azúcares, actuando como regulador osmótico cuando la fotosíntesis es muy baja (Behr y Wiebe, 1992). Las consecuencias de la acumulación no están muy estudiadas y definidas, pero si es suficientemente conocida su toxicidad en el organismo humano (Craddock, 1983).

Desde un punto de vista toxicológico, el nitrato como tal es una sustancia poco peligrosa. El problema se produce cuando el nitrato es reducido (transformado) a nitrito por los enzimas segregados por ciertas bacterias existentes en la saliva humana. Los nitritos si son tóxicos y en cantidades elevadas pueden producir metahemoglobinemia, a la que los lactantes son particularmente sensibles. Por otra parte, si los nitritos reaccionan con aminas (ingeridas exteriormente), se producen las "nitrosaminas" de efectos cancerígenos (cáncer de estómago). Los nitratos que acumula la planta proceden en casi su totalidad del suelo, dependiendo la concentración de nitratos en el mismo de la cantidad de agua acumulada, de la cantidad de nitrógeno aportado en la fertilización y del manejo del riego realizado.

Requerimientos de nitrógeno de los cultivos hortícolas con fertirrigación localizada

Se ha expuesto anteriormente que para hacer un eficiente uso del nitrógeno en sistemas de fertirrigación, es imprescindible

Tabla 3. Consumo medio de nitrógeno en fertirrigación por tonelada de fruto comercial de diversos cultivos hortícolas

Cultivo	Producción (t/ha)	kg de N/t
Alcachofa	25-30	15
Apio	80-90	3,5
Brócoli	15-18	14
Coliflor	30-45	10
Lechuga little Gem	15-20	2,5
Lechuga iceberg	40-50	2
Melón	45-50	5
Pimiento aire libre	55-60	3
Pimiento de invernadero	110-130	3
Pimiento pimentonero	25-30	8
Sandía	65-80	2,5
Tomate aire libre (fresco)	90-100	2,5
Tomate de invernadero	120-180	2,5
Tomate para industria	100-120	2,5

ble conocer la curva de absorción de nitrógeno de cada especie durante el ciclo de cultivo. La mayoría de los datos existentes sobre requerimientos de nitrógeno por las plantas se refieren a cantidades totales absorbidas, información insuficiente en sistemas de fertirrigación localizada si queremos ajustar las aportaciones a la demanda del cultivo. En este sentido, diversos trabajos de investigación se han realizado para obtener las curvas de absorción de los cultivos (Fernández, 2004; Miller y col., 1990; Pellicer y col., 1999; Rincón y col., 1991, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2001, 2002). De los resultados obtenidos se han deducido las **tablas 1 y 2**, que muestran las canti-

dades de nitrógeno requeridas periódicamente por los principales cultivos hortícolas de alto valor económico en fertirrigación.

Basándose en las tablas 1 y 2 y en la productividad media de los cultivos en fertirrigación, se ha deducido la **tabla 3**, en la que se muestra la producción media de los cultivos obtenida en fertirrigación y la repercusión de la cantidad de nitrógeno consumido por tonelada de fruto comercial. De ella se puede deducir la cantidad aproximada de nitrógeno consumido por el cultivo para otros rendimientos.

Interacción nitrógeno y fertirrigación

Disponer de las curvas de absorción de nitrógeno por los cultivos (expuestas en las tablas 1 y 2) resulta imprescindible para hacer un eficaz uso del nitrógeno. Sin embargo, dicha información no es suficiente. Es conocido que el N-NO₃⁻ tiene una elevada solubilidad en el agua del suelo, lo que le confiere una gran movilidad y un elevado riesgo de lixiviación. Por ello, el adecuado manejo del agua interviene directamente en el eficaz uso del nitrógeno. En este sentido, la evaluación acertada de las necesidades hídricas de los cultivos y aplicada al ritmo de absorción por la planta son fundamentales para reducir las pérdidas por drenaje.



regadíos

En relación con las pérdidas de agua por drenaje, se ha demostrado que la dosis de riego es el primer factor a tener en cuenta para reducirlos (Diez y col., 2000). En fertirrigación localizada, distintos trabajos se están realizando en estaciones lisimétricas por Rincón y col. (2002-2005) para conocer la relación entre el volumen

Tabla 4. Lixiviación de nutrientes en apio con fertirrigación bajo diferentes niveles de agua aportada

Riego mm	Lluvia mm	Drenaje mm	Lixiviación de nutrientes en kg/ha				
			N	P	K	Ca	Mg
137	71	38	10	0	6	163	48
214	71	54	20	0	5	242	67
281	71	71	49	0	8	269	70
337	71	110	61	0	10	324	90

Fuente: Rincón y col. (2004)

Consideraciones a tener en cuenta en la práctica de la fertirrigación nitrogenada

1- En el riego:

Utilizar siempre la información facilitada por los Servicios de Información Agraria de las Comunidades Autónomas, de donde se puede obtener la evapotranspiración de referencia (ET₀) o las necesidades hídricas ajustadas a cada cultivo.

Hacer siempre un adecuado uso del agua de riego, estableciendo la dosis de riego e intervalo entre riegos ajustados al tipo de suelo, tratando de minimizar las pérdidas de agua a las estrictamente necesarias por los condicionamientos agronómicos. De esta forma también disminuirán las pérdidas por lixiviación de nitrógeno.

Se recomienda programar el riego para intervalos semanales, utilizando los datos climáticos de la semana anterior. Cuando las condiciones climáticas de la semana en curso varíen significativamente respecto a las de la semana anterior se deben reajustar las aportaciones de agua. La incorporación de algún elemento de medida directa o indirecta de la humedad del suelo permitirá ver los cambios de humedad y en consecuencia aumentar o disminuir las aportaciones.

2- En la fertilización:

Distribuir el nitrógeno a lo largo del ciclo de cultivo con la misma frecuencia de riego, ajustando la cantidad al requerimiento de la planta en cada fase vegetativa (tablas 1 y 2), evitando aportaciones acumuladas que den lugar a concentraciones

elevadas de nitrógeno en el suelo, lo que podría producir pérdidas elevadas por lixiviación, desequilibrio iónico de la disolución del suelo y repercusiones en la nutrición de la planta, afectando negativamente a la productividad, además de incrementar los problemas medioambientales.

Hacer un buen balance del nitrógeno necesario para la fertirrigación localizada del cultivo, teniendo en cuenta los requerimientos de la planta en cada fase vegetativa, las pérdidas por lixiviación no controlables, y las aportaciones del agua de riego y/o del suelo principalmente.

Es recomendable utilizar formulaciones nítricas y amoniacales conjuntamente, en la proporción del 75-70 % en forma nítrica y el 25-30 % en forma amoniacal.

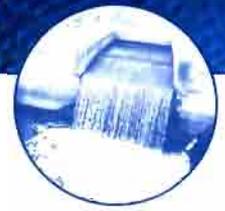
Cuando se utilice ácido nítrico para ajustar el pH de la disolución de riego, se debe tener en cuenta la cantidad de nitrógeno que se aporta. Cuando se inyecta ácido nítrico durante todo el tiempo de riego, el nitrógeno aportado puede representar hasta el 50 % del total necesario por el cultivo. En condiciones medias de cultivo en suelo solo es necesario bajar el pH de la disolución de riego durante el tiempo final de riego (10-15 % del total de riego) en el que no se aportan fertilizantes, teniendo como finalidad prevenir la formación de precipitados en goteros y otros elementos de la instalación.

Es recomendable dejar de abonar 4-6 días antes de la recolección para prevenir la acumulación de nitratos en hoja de especies de aprovechamiento foliar.

de agua aplicada y la cantidad de nitrógeno lixiviado. En apio, Rincón y Sáez (2002) aplicaron cantidades crecientes de agua durante el ciclo de cultivo, midiendo en lisímetros de drenaje el agua drenada y las cantidades de macronutrientes lixiviados. Las cantidades de nitrógeno lixiviadas variaron desde 10 kg/ha a 61 kg/ha dependiendo del volumen de agua drenado (tabla 4). En las condiciones del ensayo, la lluvia fue la causante de la lixiviación de nitrógeno en los tratamientos de menor dotación hídrica. Mayores cantidades lixiviadas que las de nitrógeno fueron las de calcio y magnesio, debido al contenido del suelo y los aportes realizados por el agua de riego. La lixiviación de fósforo fue nula y muy baja la de potasio.

Uso de biofertilizantes fijadores de nitrógeno

Desde otro aspecto, también es posible disminuir los riesgos de contaminación de nitratos utilizando biofertilizantes fijadores de nitrógeno. Los procesos naturales de fijación biológica del nitrógeno atmosférico (N₂) juegan un importante papel en la activación de los sistemas agrícolas sostenibles por su beneficio ambiental. El incremento de su aplicación puede reducir la necesidad del uso de fertilizantes nitrogenados de síntesis con el consiguiente efecto benéfico al ciclo del nitrógeno, y al saneamiento de las aguas subterráneas y superficiales. Este proceso depende básicamente de la acción de los microorganismos en conjunto con las plantas. Entre estos microorganismos, se encuentran el género *Azotobacter* y el género *Azospirillum* que se caracterizan por convertir el nitrógeno atmosférico (N₂) en amonio



mediante la enzima nitrogenasa. En términos generales son microorganismos fijadores del nitrógeno atmosférico que se utilizan como biofertilizantes. Su utilización ha tenido muy buenos resultados en diversas especies como trigo, algodón, tomate, etc.

Basados en las propiedades de estos biofertilizantes, Rincón y col. (2003) han iniciado una serie de trabajos en pimiento grueso bajo invernadero al efecto de comprobar su eficacia en suelos con distinto nivel de materia orgánica. En la primera campaña (2003-2004) se ensayaron los dos tratamientos siguientes:

- 100 % de nitrógeno mineral según requerimiento del cultivo aplicado en fertirrigación localizada.
- 50 % de nitrógeno mineral aplicado en fertirrigación localizada más bacterias fijadoras de nitrógeno (*azotobacter vine-landi* y *azospirillum brasilense*) a dosis adecuadas.

Cuando las cantidades de nitrógeno aportado en la fertilización es menor que los requerimientos del cultivo, la productividad disminuye en proporción a la escasez de nitrógeno

Los primeros resultados obtenidos en dicha campaña (datos no publicados), han reflejado una elevada eficacia de las bacterias fijadoras de nitrógeno. En suelos con niveles medios-altos de materia orgánica no se encontraron diferencias entre los dos tratamientos ensayados en la respuesta productiva del cultivo, en el que se consiguieron 15,4 kg/m², deduciéndose la posibilidad de ahorrar hasta el 50 % de nitrógeno mineral con la utilización de las bacterias fijadoras de nitrógeno. Sin embargo, en suelo con un nivel bajo de materia orgánica la producción se redujo en un 16 %, deduciéndose el efecto de la materia orgánica del suelo en la eficacia de las bacterias fijadoras de nitrógeno ensayadas. Al efecto de ampliar y consolidar los resultados obtenidos, en la campaña 2004-2005 se han planteado nuevos en-

sayos aumentando el número de tratamientos comparativos con y sin bacterias fijadoras de nitrógeno.

Bibliografía

- Bar-Yosef, B. 1991. Fertilization under drip irrigation. In: Fluid Fertilizer Science and Technology. Palgrave, D.A. (Ed). Marcel Dekker, Inc., New York. pp 285-329.
- Behr U., Wiebe J., 1992. Relation between photosynthesis and nitrate content of lettuce cultivars. *Sci Hort.* 49, 175-179.
- Breimer T., 1982. Environmental factors and cultural measures affecting the nitrate content in spinach. *Fertilizer. Research* 3 (3), 192-222.
- Cornillon, P 1974. Croissance et développement du piment doux sous serre. Besoins en elements minéraux. *Pép. Hort. Mar.* 148, 41-51.
- Craddock V.M., 1983. Nitrosamines and human cancer. Proof of an Association. *Nature* London: 306-338.
- Diez, J.A. 2003. Uso eficiente del nitrógeno en la nutrición de los cultivos. *Vida Rural* 175, 44-47.
- Fernández, D. 2004. Influencia de distintas dosis de nitrógeno en el rendimiento y concentración de nitratos en lechuga little Gem. Trabajo fin de Carrera. Escuela Politécnica Superior de Orihuela.
- Miller, C., McCollum, R., Claimon, C 1979. Relationships between growth of bell peppers (*Capsicum annum* L.) and nutrient accumulation during ontogeny in field environments. *J. Amer. Soc. Hort.Sci.* 104 (6): 852-857.
- Pellicer, C; Pérez, A; Rincón, L; Sáez, J., Abadía, A. 1999. Influencia de la fertilización nitrítica en el crecimiento absorción de nutrientes de un cultivo de melón. *Actas de Horticultura* 26: 386-392.
- Rincón L., Pellicer C., Sáez J., 1986. Influencia de distintos niveles de nitrógeno aportados

- en riego por goteo en cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* M). Libro de Actas del II Congreso Nacional de la SECH 1, 668-677.
- Rincón, L, Sáez, J., Balsalobre, E., Pellicer, C. 1995. Crecimiento y absorción de nutrientes del pimiento grueso en cultivo bajo invernadero. *Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetales* Vol. 10 (1), 47-59.
- Rincón, L, Sáez, J., Pellicer, C., Balsalobre, E. 1991. Extracción de macronutrientes en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) de crecimiento indeterminado. Libro de Actas del I Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas. Lisboa. Junio 1990. Vol. I: 213:218.
- Rincón, L, Sáez, J., Pérez A., Pellicer, C. 1998. Crecimiento y absorción de nutrientes del melón bajo invernadero. *Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetales* Vol. 13 (1), 111-120.
- Rincón, L., Balsalobre, E., Sáez, J., Madrid, R. 1991. Extracción de macronutrientes de la lechuga Iceberg. Libro de Actas del II Congreso Nacional de Fertirrigación. 213-220.
- Rincón, L., Pellicer, C., Sáez, J., Abadía, A., Pérez, A., Gómez, M.D. 1999. Crecimiento y extracción de nutrientes de la alcachofa. *Actas de Horticultura* 26: 326-332.
- Rincón, L., Pellicer, C., Sáez, J., Pérez, A., Abadía, A. 2001. Crecimiento vegetativo y absorción de nutrientes de la lechuga iceberg en riego por surcos. *Actas de Horticultura* 31:1853-1860.
- Rincón, L., Pellicer, C; Sáez, J., Abadía, A Pérez, A., Gómez, M.D. 1999. Crecimiento y extracción de nutrientes del brócoli. *Investigación Agraria: Producción y Protección de los Vegetales* 14 (1-2), 225-235.
- Rincón, L., Pellicer, C., Sáez, J., Pérez, A., Abadía, A. 2001. Crecimiento vegetativo y absorción de nutrientes de la coliflor. *Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetales*, Vol. 16, 119-1
- Rincón, L., Pellicer, C, Sáez, J, Pérez, A, Abadía A. 2002. Crecimiento vegetativo y absorción de nutrientes del apio. *Investigación Agraria. Producción y Protección Vegetales*, Vol. 17 (2): 291-302
- Rincón, L., Pellicer, C, Sáez, J, Pérez, A, Abadía A. 2002. Influencia de la fertilización nitrogenada en la absorción de nitrógeno y acumulación de nitratos en la lechuga iceberg. *Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetales*, Vol. 17 (2): 303-318.