

Efectos de diferentes tipos de fertilización sobre la alcachofa en reconversión a cultivo ecológico

F. Pomares*, A. Gómez*, C. Torres*, M. Estela*, F. Tarazona*, M.J. Verdú*, T. Campos* & M.J. García**

* *Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (I.V.I.A.). Apdo. Oficial. 46113 Moncada (Valencia)*

** *Fundación Caja Rural Valencia. Apdo. 194. 46200 Paiporta (Valencia)*

ABSTRACT

In two field experiments (located at Moncada, IVIA, and Paiporta, Fundación Caja Rural Valencia), the effect of different fertilization practices on globe artichoke was studied. In experiment 1 (Moncada) the six treatments of fertilization were: control, two organic wastes (ovine and poultry manures), two organic-mineral and mineral. In experiment 2 (Paiporta) the tree treatments of fertilization applied were: organic waste (ovine manure), mineral and organic-mineral. The organic fertilization plot units were managed by organic farming and the other plot units were cropped according to conventional farming.

In the first year of conversion to ecological agriculture, we found that the organic fertilization gave lower fruit yield than both mineral or organic-mineral treatments. The type of fertilization resulted in a slight effect on both the amount of dry matter and the nitrogen content on fruits. The treatment effect on the soil nitrate level was lower than its change due to the sampling time. The organic fertilization treatments gave a lower number of plants affected by *Gortyna xanthenes* and a higher degree of parasitism that found with the mineral fertilization.

RESUMEN

En dos parcelas experimentales, una situada en el IVIA, en Moncada (Valencia) y otra en la fundación Caja Rural Valencia, en Paiporta (Valencia), hemos realizado sendos ensayos de fertilización. Los seis tratamientos del ensayo de Moncada han sido: testigo, dos de fertilización orgánica (a base de estiércol de ovino, y gallinaza, respectivamente), dos de fertilización organo-mineral y uno de fertilización mineral. Y en el de Paiporta hemos comparado tres tratamientos: fertilización orgánica (a base de estiércol de ovino), fertilización mineral y fertilización organo-mineral. Las parcelas elementales con fertilización orgánica se han cultivado siguiendo

técnicas de Agricultura Ecológica, mientras que en las de fertilización mineral y organo-mineral se han seguido prácticas de cultivo convencional.

En la primera campaña de reconversión estudiada hemos constatado que la producción de capítulos de alcachofa resultó más baja con la fertilización orgánica que con la fertilización mineral u organo-mineral. El tipo de fertilización no afectó de forma significativa ni a la materia seca ni al contenido nutritivo de los capítulos. La variación temporal en el nivel de nitratos del suelo fue mayor que la debida al efecto tratamiento. La fertilización orgánica produjo una incidencia del barrenador de la alcachofa (*Gortyna xanthenes*) más baja y un grado de parasitismo más alto que la fertilización mineral.

INTRODUCCIÓN

El suministro de nitrógeno a las plantas suele ser el factor nutritivo más importante en el crecimiento de los vegetales.

En la agricultura ecológica la fertilización se basa en la aportación al suelo de productos orgánicos (compost, estiércoles, abonos verdes, residuos de cosechas, etc.) con la finalidad de incrementar la reserva de materia orgánica en el suelo, cuya mineralización por los microorganismos del suelo condicionará el suministro de nitrógeno y restantes nutrientes de las plantas.

La mineralización del nitrógeno orgánico de los residuos, dado que se trata de un proceso microbiano depende además de las propiedades del suelo, de las características propias del producto orgánico (contenido en lignina, nivel de nitrógeno, relación C/N, etc.)

La mineralización del nitrógeno orgánico de los estiércoles es muy variable. Así, Pratt *et al.* (1973) indicaban que en el primer año, las tasas de mineralización del nitrógeno de diferentes residuos ganaderos variaba desde 20 %, obtenida con estiércol de vacuno con 1 % N, hasta 90 %, registrada con la gallinaza. Por otra parte, Gostick (1982) obtuvo que la eficacia del nitrógeno contenido en algunos residuos ganaderos, en comparación con la resultante con los fertilizantes minerales variaba entre 25 % para el estiércol de bovino y porcino, y 60 % para la gallinaza.

Para conseguir un alto nivel de producción de cosechas de buena calidad es necesario lograr un buen ajuste entre el ritmo de mineralización del nitrógeno orgánico del suelo y las necesidades nutricionales de los cultivos. Este requisito adquiere una relevancia especial en la fase de reconversión del cultivo convencional al ecológico.

Los objetivos de nuestro trabajo fueron los siguientes.

1- Evaluar la idoneidad de unos coeficientes de mineralización en el 1º año supuestos de 35 % para el estiércol de ovino y 70 % para la gallinaza.

2- Estudiar el efecto de distintos tipos de fertilización sobre la producción y calidad de la alcachofa.

3- Evaluar el efecto de los manejos ecológico y convencional sobre la incidencia de plagas y hongos fitopatógenos.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo lo hemos realizado en dos parcelas de hortícolas ubicadas, respectivamente en la finca experimental del IVIA en Moncada (Valencia), y en el centro de Formación de la Fundación Caja Rural Valencia en Paiporta (Valencia).

Los tratamientos aplicados en ambos ensayos se indican en la Tabla 1, las características químicas del suelo y agua de riego en la Tabla 2 y las del estiércol y gallinaza en la Tabla 3. El cultivo introducido ha sido alcachofa var. Blanca de Tudela.

En el ensayo 1 (Moncada) hemos seguido un diseño de bloques al azar con seis tratamientos y tres repeticiones. Parcelas elementales: $10 \times 7,5$ m. Marco de plantación: $1,25 \times 0,80$ m. Trasplante: 31 de agosto de 1995. Periodo de recolección: 11 de enero 1996 – 31 mayo 1996.

En el ensayo 2 (Paiporta) hemos aplicado un diseño de bloques al azar con tres tratamientos y cuatro repeticiones. Parcelas elementales: 11×7 m. Marco de plantación: $1,40 \times 0,80$ m. Trasplante: 23 de agosto 1995. Periodo de recolección: 14 de diciembre 1995 – 6 de junio 1996.

El control de la flora adventicia se ha realizado mediante métodos mecánicos y manuales, y para el control de las plagas y enfermedades se han aportado productos aceptados en agricultura ecológica en los tratamientos de fertilización orgánica, y productos convencionales en los restantes tratamientos.

La producción se agrupó en tres periodos: desde el comienzo de la recolección hasta el 31 de diciembre, del 1 de enero – 28 de febrero, del 1 de marzo – final de la cosecha.

A lo largo del cultivo hemos realizado seis muestreos de capítulos de alcachofa, y hemos determinado la materia seca y el contenido de nutrientes (AOAC, 1980).

Hemos realizado tres muestreos del suelo a las profundidades de 0-15 cm y 15-30 cm, y hemos medido los contenidos de nitrógeno mineral (NH_4^+ y NO_3^-) siguiendo el método de análisis por inyección de flujo continuo (Ruzicka y Hansen, 1988).

Durante el cultivo hemos efectuado mensualmente muestreos para la identificación y conteo de las especies de insectos que afectan a la alcachofa. Y en muestras de orugas llevadas al laboratorio hemos estudiado la posible presencia de parásitos.

En el periodo de septiembre-diciembre hemos efectuado el seguimiento de ambos ensayos para evaluar la incidencia de los hongos fitopatógenos del suelo, utilizando como medio de cultivo PDA + Streptomycin.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción

En el ensayo 1 (Moncada) las diferencias entre tratamientos no resultaron estadísticamente significativas. Los valores más bajos correspondieron al testigo (FMo) y

Tabla 1. Dosis de fertilizantes aportadas en los ensayos.

| Tratamiento | Abonado de fondo | Abonado de cobertera |
|--|--|---|
| Ensayo 1 (Moncada) | | |
| Testigo (FM ⁰) | 90 UF P ² O ⁵ 90 UF K ² O (superfosfato y sulfato potasa) | |
| Fert. mineral (FM ²) | 90 UF N 90 UF P ² O ⁵ 90 UF K ₂ O (complejo 15-15-15) | 270 UF N en 3 aportaciones (una de sulfato amónico y dos de nitrato amónico) |
| Estiércol+fert. mineral (E ¹ +FM ¹) | 19,1 t/ha* estiércol ovino | 50 % dosis tratamiento FM ² |
| Gallinaza+fert. mineral (G ¹ +FM ¹) | 6,7 t/ha* gallinaza | 50 % dosis tratamiento FM ² |
| Estiércol (E ²) | 38,2 t/ha estiércol ovino | |
| Gallinaza (G ²) | 13,4 t/ha gallinaza | |
| Ensayo 2 (Paiporta) | | |
| Fert. mineral (FM ²) | Igual que ensayo 1 | Igual que ensayo 1 |
| Estiércol+fert. mineral (E ¹ +FM ¹) | Igual que ensayo 1 | Igual que ensayo 1 |
| Estiércol (E ²) | Igual que ensayo 1 | Igual que ensayo 1 |

* Las dosis de estiércol y gallinaza están referidas a materia seca.

Tabla 2. Características físico-químicas del suelo y agua de riego.

| Característica | Ensayo 1 (Moncada) | Ensayo 2 (Paiporta) |
|---------------------------------------|--------------------|---------------------|
| Suelo (0-15 cm) | | |
| Clase | Xerorthent | Xerochrepts |
| Textura | Franco-arenosa | Franca |
| pH (1: 2,5) | 8,0 | 7,9 |
| CO ₃ Ca (%) | 4,4 | 22,8 |
| Materia orgánica (%) | 1,25 | 1,73 |
| N orgánico (%) | 0,068 | 0,093 |
| NO ₃ ⁻ -N (ppm) | 38,0 | 50,0 |
| Relación C/N | 10,6 | 11,0 |
| P (Olsen) (ppm) | 45,0 | 46,0 |
| K (acetato amónico) (ppm) | 273,0 | 285,0 |
| Agua de riego | | |
| Conductividad eléctrica (dS/m) | 1,37 | 2,49 |
| NO ₃ ⁻ (mg/l) | 96,0 | 52,0 |

Tabla 3. Características químicas del estiércol y de la gallinaza.

| Característica | Estiércol de ovino | Gallinaza |
|---|--------------------|-----------|
| Materia orgánica (%) | 50,7 | 72,4 |
| Nitrógeno orgánico (%) | 2,37 | 3,72 |
| Nitrógeno nítrico, N-NO ₃ ⁻ (ppm) | 2495 | 5012 |
| Nitrógeno amoniacal, N-NH ₄ ⁺ (ppm) | 152 | 165 |
| Relación C/N | 11,2 | 9,9 |
| pH | 8,0 | 7,1 |
| Fósforo, P ₂ O ₅ (%) | 1,17 | 4,88 |
| Potasio, K ₂ O (%) | 3,29 | 3,20 |

Tabla 4. Producción de alcachofas en el ensayo 1 (Moncada) en kg/ha.

| Tratamiento | 2° Periodo | 3° Periodo | Total |
|--|------------|------------|---------|
| Testigo (FM ₀) | 2274 a | 8651 a | 10925 a |
| Fert. mineral (FM ₂) | 2287 a | 11055 a | 13342 a |
| Estiércol+fert. mineral (E ₁ +FM ₁) | 2945 a | 10006 a | 12951 a |
| Gallinaza+fert. mineral (G ₁ +FM ₁) | 2667 a | 11353 a | 14020 a |
| Estiércol (E ₂) | 2411 a | 9441 a | 11852 a |
| Gallinaza (G ₂) | 2805 a | 10074 a | 12879 a |

Las cifras seguidas de la misma letra en una columna no son estadísticamente diferentes al nivel del 5 %

Tabla 5. Producción de alcachofas en el ensayo 2 (Paiporta) en kg/ha.

| Tratamiento | 1° Periodo | 2° Periodo | 3° Periodo | Total |
|--|------------|------------|------------|---------|
| Fert. mineral (FM ₂) | 721 a | 7034 b | 11872 b | 19627 b |
| Estiércol+fert. mineral (E ₁ +FM ₁) | 669 a | 6959 b | 11661 b | 19289 b |
| Estiércol (E ₂) | 573 a | 5439 a | 9827 a | 15839 a |

Las cifras seguidas de la misma letra en una columna no son estadísticamente diferentes al nivel del 5 %

los más altos al tratamiento gallinaza+fert. mineral (G₁ + FM₁). Los dos tratamientos de fertilización orgánica (E₂ y G₂) dieron producciones algo más bajas que el de fert. mineral (FM₂).

En cuanto al ensayo 2 (Paiporta) sí que resultaron diferencias significativas de producción entre tratamientos, obteniéndose con el tratamiento orgánico (E₂) valores más bajos que con los tratamientos mineral (FM₂) y organo-mineral (E₁ + FM₁).

Calidad de los frutos

Los valores de materia seca en los capítulos de alcachofa no resultaron afectados de forma significativa por el tratamiento, si bien se constató una cierta tendencia a disminuir el porcentaje de materia seca con los tratamientos de fertilización orgánica.

Tabla 6. Contenido de nitratos en el suelo correspondiente al ensayo 1 (Moncada)

| Tratamiento | N-NO ₃ ⁻ (ppm) | | |
|--|--------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | 1° Muestreo (14-11-95) | 2° Muestreo (19-02-96) | 3° Muestreo (27-05-96) |
| Muestras 0-15 cm | | | |
| Testigo (FM ₀) | 13,6 a | 2,4 a | 6,8 a |
| Fert. mineral (FM ₂) | 11,2 a | 3,3 b | 13,1 d |
| Estiércol+fert. mineral (E ₁ +FM ₁) | 11,1 a | 3,3 b | 12,0 cd |
| Gallinaza+fert. mineral (G ₁ +FM ₁) | 16,3 a | 3,6 b | 12,9 d |
| Estiércol (E ₂) | 11,6 a | 3,4 b | 9,0 ab |
| Gallinaza (G ₂) | 17,6 a | 3,5 b | 10,1 bc |
| Muestras 15-30 cm | | | |
| Testigo (FM ₀) | 11,3 a | 2,8 a | 6,1 a |
| Fert. mineral (FM ₂) | 9,4 a | 5,4 a | 23,7 b |
| Estiércol+fert. mineral (E ₁ +FM ₁) | 10,5 a | 4,1 a | 13,6 a |
| Gallinaza+fert. mineral (G ₁ +FM ₁) | 15,5 a | 3,8 a | 12,8 a |
| Estiércol (E ₂) | 9,9 a | 3,0 a | 7,2 a |
| Gallinaza (G ₂) | 13,2 a | 3,2 a | 7,7 a |

Las cifras seguidas de la misma letra en una columna no son estadísticamente diferentes al nivel del 5 %

Tabla 7. Contenido de nitratos en el suelo correspondiente al ensayo 2 (Paiporta)

| Tratamiento | N-NO ₃ ⁻ (ppm) | | |
|--|--------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | 1° Muestreo (10-11-95) | 2° Muestreo (13-02-96) | 3° Muestreo (11-06-96) |
| Muestras 0-15 cm | | | |
| Fert. mineral (FM ₂) | 18,0 b | 4,7 a | 23,2 a |
| Estiércol+fert. mineral (E ₁ +FM ₁) | 23,4 a | 4,3 a | 26,6 a |
| Estiércol (E ₂) | 27,1 a | 4,9 a | 24,2 a |
| Muestras 15-30 cm | | | |
| Fert. mineral (FM ₂) | 14,8 a | 3,4 b | 28,2 a |
| Estiércol+fert. mineral (E ₁ +FM ₁) | 23,2 a | 3,2 ab | 29,5 a |
| Estiércol (E ₂) | 20,2 a | 3,0 a | 22,3 a |

Las cifras seguidas de la misma letra en una columna no son estadísticamente diferentes al nivel del 5 %

El contenido en nitrógeno orgánico (proteico) de los capítulos de alcachofa tampoco mostró diferencias significativas entre tratamientos. Al igual que con la materia seca, los tratamientos de fertilización mineral u organo-mineral dieron valores algo más altos que con la fertilización orgánica.

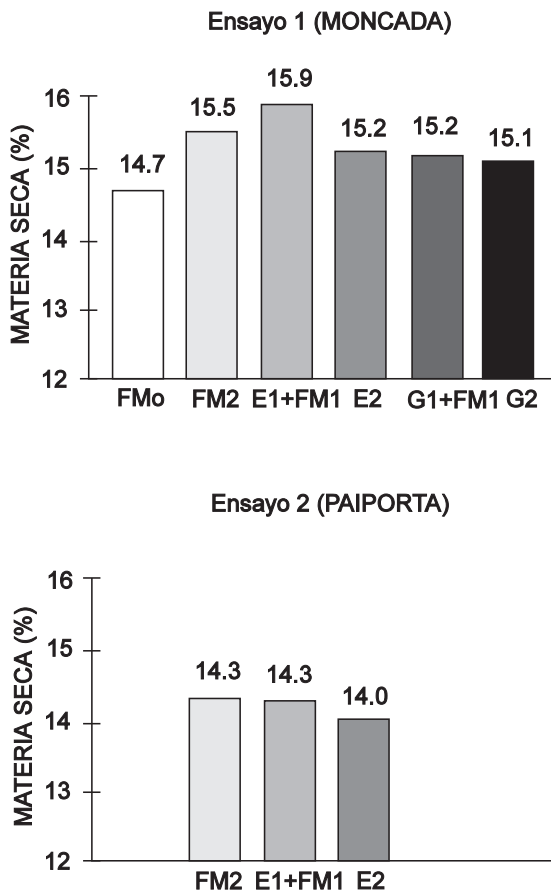


Figura 1. Contenido de materia seca en los capítulos de alcachofa. Las diferencias entre tratamientos no resultaron estadísticamente significativas al nivel del 5%.

Nitratos en el suelo

La evolución del nitrato en los distintos muestreos muestra una tendencia a disminuir marcadamente el nivel entre el 1º y 2º muestreo, y un aumento también muy acentuado del 2º al 3º muestreo.

Entre tratamientos las diferencias resultaron estadísticamente significativas en sólo uno de los muestreos realizados.

Los niveles de nitrato obtenidos con la fertilización mineral en las muestras de la capa superficial (0-15 cm) fueron, en general, inferiores o similares a los resultantes con la fertilización orgánica; pero, en las muestras de la capa profunda (15-30 cm)

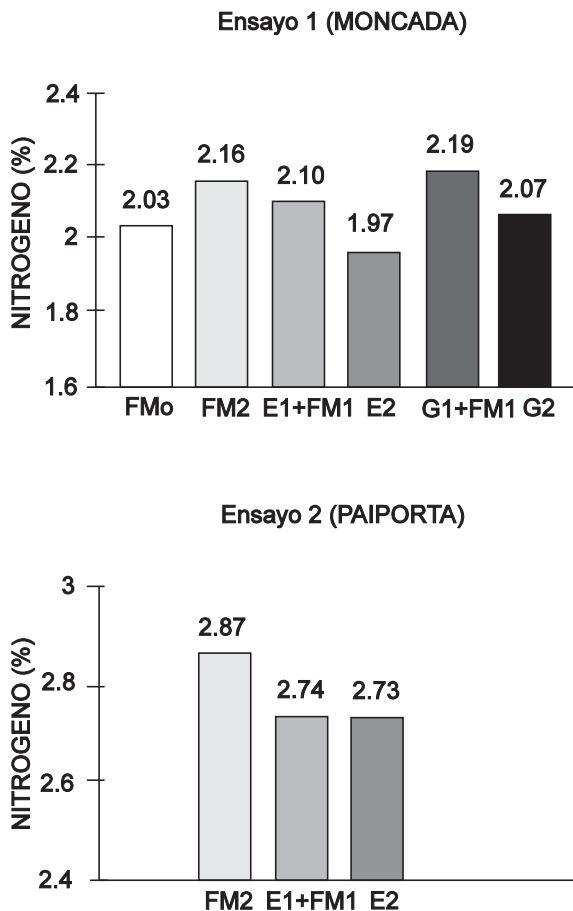


Figura 2. Contenido de nitrógeno en los capítulos de alcachofa. Las diferencias entre tratamientos no resultaron estadísticamente significativas al nivel del 5%.

en el 2° y 3° muestreo la fertilización mineral registró valores más altos que la fertilización orgánica, poniendo de manifiesto una mayor lixiviación de nitrato entre ambas capas del suelo con el primer tipo de fertilización.

Insectos

En el ensayo 1 (Moncada) la incidencia de orugas defoliadoras (*Spodoptera littoralis*, *Plusia gamma* y *Vanessa cardui*) fue similar en los distintos tratamientos comparados. En los ejemplares de orugas llevadas al laboratorio emergieron las siguientes

especies de parásitos: *Cotesia vanessae* (Hym. Braconidae) de los capullos de *Vanessa cardui*, y *Copidosoma truncatellum* (Hym. Encyrtidae) de *Plusia gamma*. En los diferentes muestreos y al final del cultivo, después de la poda, se detectó un pequeño porcentaje (1,8-8,3%) de plantas afectadas por el barrenador de la alcachofa (*Gortyna xanthenes*), correspondiendo el valor más alto al tratamiento fertilizante (FM₂).

En el ensayo 2 (Paiporta) la incidencia de orugas defoliadoras, principalmente *Spodoptera littoralis*, resultó más alta en la fertilización con estiércol (E₂) que en los restantes tratamientos. Todas las plantas del ensayo presentaban ataques del minador *Liriomyza trifolii*. En las muestras de las minas llevadas al laboratorio emergieron los siguientes parásitos: en el tratamiento fertilización mineral (FM₂) el 30 % de las minas estaban parasitadas por el eulófido *Diglyphus isaea*; mientras que en el tratamiento orgánico (E₂) el 60 % de las minas mostraban parasitismo provocado por *Diglyphus isaea* y *Hemiptarsenus zilahi-sebessi*.

Hongos

En el ensayo 2 (Paiporta) se logró aislar el hongo *Rhizoctonia solani* en aquellas plantas que presentaban brotes muertos o marchitos en la totalidad de los tratamientos, independientemente del tipo de fertilización.

En cambio en el ensayo 1 (Moncada) no se aisló el hongo *Rhizoctonia solani* en ninguna de las marras, pero ello pudo ser debido a que las plántulas muertas estaban mucho más secas que en la parcela de Paiporta.

Como era previsible del hongo *Verticillium dahliae* no se observaron síntomas en ninguno de los dos ensayos.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en la campaña de reconversión estudiada se deducen las siguientes conclusiones:

La fertilización nitrogenada orgánica dió una producción de alcachofas más baja que la fertilización mineral u organo-mineral.

Ni el contenido de materia seca y ni el de nitrógeno proteico en los capítulos de alcachofa resultó afectado por el tipo de fertilización.

Aunque entre tratamientos se obtuvieron diferencias significativas en el contenido de nitrato en el suelo en varios de los muestreos efectuados, la variación producida según la época del muestreo fue mucho más alta que la debida al tipo de fertilización.

Constatamos una cierta evidencia experimental sobre una mayor lixiviación de nitrato en el suelo con la fertilización mineral que con la orgánica.

La incidencia del barrenador de la alcachofa (*Gortyna xanthenes*) resultó algo más alta con la fertilización mineral que con la orgánica.

REFERENCIAS

- AOAC, 1980. *Official Methods of Analysis of the Association Official of Analytical Chemists* (W. Horwitz, ed.), Washington, D.C.
- Gostick, K.G., 1982. Agricultural development and advisory service (A.D.A.S.) recommendations to farmers on manure disposal and recycling. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 296, 329-332.
- Pratt, P.F., Broadbent, F.E. & Martin, J.P., 1973. Using organic wastes as nitrogen fertilizers.
- Ruzicka, J. & Hansen, E.H., 1988. *Flow Injection Analysis*. Second Edition. John Wiley and Sons, New York, NY.