

## EFFECTO DE DOS ENMIENDAS ORGÁNICAS Y UN BIOFERTILIZANTE EN LA PRODUCCIÓN DE CIRUELO ECOLÓGICO

D. González, J. Melgares de Aguilar, M. T. Hernández \*, C. Chocano \*, C. García \*.

Consejería de Agricultura y Agua de la Región de Murcia. Plaza Juan XXIII s/n. 30.071 Murcia. España. david.gonzalez@carm.es

\* CEBAS-CSIC. Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura. Apartado de Correos 164. 30.100, Espinardo, Murcia. España. mthernan@cebas.csic.es

### RESUMEN

Se estudia la influencia de la fertilización en la calidad de la producción en una parcela de ciruelo en cultivo ecológico (variedad Santa Rosa sobre pie Marianna GF 8-1). Los tratamientos ensayados durante dos campañas han sido siete; aplicaciones anual y bianual de dos tipos de fertilización orgánica (un compost comercial procedente de estiércol de oveja y un abono verde compuesto de una mezcla de gramínea y leguminosa) y un biofertilizante (un preparado comercial a base de las bacterias *Azospirillum brasilense* y *Pantoea dispersa*). Así mismo se dispone un testigo sin aporte fertilizante alguno.

La producción ha sido mayor en las dos campañas en los tratamientos con compost, seguidos del biofertilizante comercial, del testigo y del abono verde. El calibre y el peso de la fruta tiene tendencia a ser mayor en los tratamientos menos productivos, pero con un coeficiente de correlación bajo. La diferencia entre aplicación anual o bianual de los tratamientos no ha sido significativa, tal vez dos campañas es poco todavía, y las diferencias en este aspecto se muestren en años sucesivos.

**Palabras clave:** abono verde, Santa Rosa, *Azospirillum*, *Pantoea*, compost.

### INTRODUCCIÓN

El riego a manta en los regadíos tradicionales es una práctica todavía utilizada en la mayoría de las zonas de huerta. La modernización de estos regadíos, que en la actualidad se realizan en algunas zonas de ribera con el fin principal de ahorrar agua y hacer más llevaderas las labores de riego, repercuten de forma negativa en el mantenimiento de la biodiversidad de estos agroecosistemas en muchos casos milenarios.

Asimismo la contaminación producida por la agricultura convencional, principalmente por nitratos, en este tipo de regadíos ha sido importante. A consecuencia de ello algunas comarcas, como las de la Vega Media y Alta del río Segura, han sido declaradas zonas vulnerables a la contaminación por nitratos procedentes de fuentes agrarias por la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente, 2004).

El riego por inundación de los cultivos de frutales bajo técnicas de Agricultura Ecológica (AE) en zonas ribereñas de regadío tradicional, favorece la conservación de estos agroecosistemas y evita que los retornos que se producen a los ríos queden contaminados de fertilizantes de síntesis. También se ha constatado que la AE aumenta la biodiversidad en las explotaciones, el número de especies que se pueden encontrar en las parcelas es mayor en las cultivadas como ecológicas que en las convencionales. (Van Elsen, 2000).

Este sistema de cultivo es medioambientalmente más respetuoso si lo comparamos con la agricultura convencional. El uso de abonos minerales está muy restringido, consume menos energías no renovables y reduce la emisión de gases de efecto invernadero (dióxido de carbono, dióxido de nitrógeno y metano fundamentalmente), además incrementa la actividad biológica del suelo dando soporte a un mayor número de microorganismos, lombrices, hongos y bacterias (Elmaz *et al.*, 2004).

La agricultura ecológica genera suelos con mayores contenidos en materia orgánica que los cultivados en agricultura convencional. La contaminación de aguas por nitratos generada por la agricultura convencional puede ser de 4,4 a 5,6 veces mayor que en agricultura ecológica (Kramer *et al.*, 2006).

En la Región de Murcia, en el año 2003 el cultivo de ciruelo ocupaba una extensión de 4.577 ha, de ellas unas 26 ha en cultivo ecológico. Tradicionalmente este cultivo se localizó en las huertas situadas en las diferentes vegas de los ríos de la Región. En la actualidad también se ha extendido hacia las zonas de nuevos regadíos.

Se localiza esta especie fundamentalmente en dos zonas bien diferenciadas: la comarca del Noroeste, donde predominan las variedades de tipo europeo y las de la Vega Media y Alta del río Segura en las cuales predominan las variedades japonesas mejoradas de origen americano, con una rápida entrada en producción, maduración temprana y de pocas exigencias de frío invernal.

La variedad Santa Rosa, originalmente muy cultivada, esta siendo desplazada desde los años 80, por otras como la Red Beaut, debido fundamentalmente a su maduración más temprana, color intenso, mayor calibre y homogeneidad, aunque sus propiedades organolépticas son inferiores a la primera. En las últimas campañas existe una mayor demanda por Santa Rosa en el mercado ecológico de ciruela.

Reganold *et al.* (2001) ya constataron el efecto positivo que la AE tiene sobre la calidad de la fruta, comprobando como en manzano produjo frutas más dulces y menos agrias que en agricultura no ecológica. Creemos que un efecto parecido es posible en ciruela cultivada en AE.

La fertilización es una práctica cultural de gran importancia en frutales con una incidencia directa en la calidad de los frutos.

Por todo ello, creemos conveniente el estudiar en estas zonas algunos de los métodos de fertilización autorizados en AE para el cultivo de ciruelo.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

La experiencia se estableció en otoño de 2004, en una parcela de ciruelo Santa Rosa (*Prunus salicina* Lindl), variedad todavía ampliamente difundida en la zona, sobre pie Marianna GF 8-1 (*P. cerasifera* x *P. munsoniana*) de nueve años de edad. Cuenta con polinizadores de la variedad Golden Japan (*P. salicina* Lindl).

La finca se localiza en el término municipal de Cieza (Murcia) en el paraje conocido como La Isla, así denominado por su situación, ya que hasta hace unas pocas décadas, quedaba rodeado por el sistema de distribución de acequias y por el propio río Segura.

El sistema de riego es por inundación, se realizan labores mecánicas para incorporación de fertilizantes y control de la flora adventicia. El marco de plantación es de 4x4 m.

En la finca se realizan prácticas de AE desde la primavera de 2002, encontrándose inscrita en el Consejo Regulador de Agricultura Ecológica de la Región de Murcia desde el año 2003.

Anteriormente el sistema de cultivo era el tradicional de la zona con baja presión de insumos de síntesis. No se utilizaban herbicidas, controlándose la flora adventicia mediante escardas mecánicas. Tampoco se recuerdan aportes de materia orgánica.

El suelo es fértil, de origen aluvial con una textura franco arenosa-gruesa.

Se ensayaron tres tipos de fertilización autorizados en AE:

- Abonado en verde, sembrándose en otoño un cereal con una leguminosa (yero (*Vicia ervilia*) – avena (*Avena sativa*) en 2004 y veza (*Vicia sativa*) – avena en 2005). Se incorpora al terreno tras su siega y secado en la primavera siguiente. La dosis de siembra fue de 120 kg/ha de la mezcla cereal leguminosa al 60 y 40% respectivamente.
- Preparado comercial a base de bacterias (*Azospirillum brasilense* cepa M3 y *Pantoea dispersa* cepa C3) con  $10^9$  unidades formadoras de colonias por gramo. Se incorpora al terreno aproximadamente cuarenta días antes de la floración a una dosis de 750 g/árbol (46,9 g/m<sup>2</sup>).
- Compost comercial procedente de estiércol de oveja, incorporado al terreno a finales de otoño. Este compost tiene como principales componentes un 34% de materia orgánica, 1,27 % de nitrógeno total, 1,50 % de fósforo y 1,33 % de potasio. Se aportan 2 kg/m<sup>2</sup>.

Además de los tres tipos de fertilización, se ensayan dos periodicidades de aplicación, una anual y otra bianual, lo que da lugar a seis tratamientos, más un testigo sin fertilización.

1. Abonado verde anual
2. Abonado verde bianual
3. Biofertilizante comercial anual
4. Biofertilizante comercial bianual
5. Compost anual
6. Compost bianual
7. Testigo

La parcela elemental es de 256 m<sup>2</sup> con dieciséis árboles cada una. En ella se controlan los cuatro árboles centrales, actuando los otros doce de guardas.

El diseño experimental es de bloques al azar con tres repeticiones por tratamiento. La superficie total del ensayo es de 3.072 m<sup>2</sup>.

Los parámetros controlados han sido:

1. Perímetro del tronco a 30 cm del suelo.
2. Producción por árbol
3. Diámetro ecuatorial del fruto
4. Peso del fruto

Aunque en la primera campaña ya se controlaron los parámetros anteriormente descritos, no se exponen en este trabajo por considerarlo un año de inicio y sus resultados ser poco significativos.

La recolección del segundo año, se realizó a mediados de junio en dos veces con un intervalo de cuatro días entre ellas.

El cultivo ha sido igual en todos los tratamientos cumpliendo las normas de producción agrícola ecológica según el Reglamento (CE) 2092/91. Los restos de poda se incorporan al terreno mediante su picado.

## RESULTADOS

En todos los cuadros de resultados que a continuación de muestran, en el apartado de grupos homogéneos, letras distintas entre grupos indican diferencias estadísticamente significativas. La separación de medias se ha realizado mediante análisis de la varianza con la prueba de Tukey a un nivel de confianza del 95%.

Cuadro 1. incremento anual del diámetro de tronco (2005-06)

Tratamiento	$\Delta$ diámetro cm	Grupos homogéneos
Abono verde bianual	0,77	a
Abono verde anual	1,62	a
Testigo	1,70	a
Biofertilizante anual	1,94	ab
Compost anual	1,97	ab
Biofertilizante bianual	2,42	ab
Compost bianual	3,57	b

Los tratamientos con compost y el biofertilizante comercial son los que mayor crecimiento de tronco han tenido entre campañas, sin diferencias entre ellos. Compost bianual sí es estadísticamente diferente al testigo y a los dos tratamientos con abono verde que han producido menores incrementos.

Cuadro 2. producción. 2006.

Tratamiento	kg/árbol	Grupos homogéneos	Producción equivalente kg/ha
Abono verde anual	42,96	a	26.850
Testigo	43,45	a	27.156
Abono verde bianual	44,05	a	27.531
Compost anual	47,55	ab	29.718
Biofertilizante anual	51,50	ab	32.187
Biofertilizante bianual	52,48	ab	32.800
Compost bianual	66,09	b	41.306

Los tratamientos con compost y biofertilizante han sido los que mayores producciones han obtenido sin diferencias significativas entre ellos para las dos periodicidades de aplicación. El compost bianual sí se diferencia de las dos aplicaciones de abono verde y el testigo.

Cuadro 3. peso del fruto.

Tratamiento	g/fruto	Grupos homogéneos
Abono verde anual	44,7	a
Biofertilizante bianual	46,9	ab
Biofertilizante anual	46,9	ab
Compost bianual	48,0	ab
Abono verde bianual	48,5	ab
Compost anual	51,4	b
Testigo	51,6	b

El peso del fruto tiene tendencia a estar relacionado de forma inversa a la producción, a mayores producciones menores pesos de los frutos. Esto no se cumple para el tratamiento de abono verde anual, en el que se unen una menor producción con un menor peso medio del fruto ni para el de compost anual, que con una producción importante, se obtienen unos calibres de fruta elevados.

Cuadro 4. diámetro del fruto.

Tratamiento	Diámetro mm	Grupos homogéneos
Abono verde anual	42,3	a
Compost bianual	42,9	ab
Biofertilizante bianual	42,9	ab
Biofertilizante anual	43,0	ab
Abono verde bianual	43,1	ab
Compost anual	44,1	b
Testigo	44,2	b

La tendencia de este parámetro es parecido al anterior, mayores diámetros de fruto en tratamientos que han obtenido menores producciones, con la misma excepción del abonado en verde anual y el compost anual.

## DISCUSIÓN

A la vista de los resultados obtenidos, hasta la fecha, los tratamientos con compost y el biofertilizante son los que han obtenido un mayor crecimiento de los árboles y producción, sin diferencias significativas entre ellos. Tampoco las hay entre las dos periodicidades de aplicación.

El aporte bianual de compost con respecto a la anual, da valores sensiblemente superiores para los dos parámetros anteriores, aunque sin diferencias significativas. Esto que en principio puede resultar paradójico, podría tener su explicación en que un mayor aporte de materia orgánica al suelo conlleva una mayor carga microbiana, encargada de su mineralización. En su actividad a corto plazo puede secuestrar nutrientes a las plantas, sin embargo es previsible que esos nutrientes se liberen a la solución del suelo y puedan ser posteriormente absorbidos por los árboles. Algo similar podría estar ocurriendo para el biofertilizante

Otros autores también han observado los efectos positivos de *Pantoea* y *Azospirillum*. Bonaterra *et al.* (2003) constataron el mayor crecimiento de esquejes del género *Prunus* a los que se le aplicó *Pantoea*. Terry, Leyva y Diaz (2005) observaron la mejora en la producción de tomate fertilizado con *Azospirillum* más micorrizas del género *Glomus*, en comparación del fertilizado con abonos sintéticos.

Negassa *et al.* (2001) también comprobaron el incremento de las producciones de maíz en parcelas tratadas solo con compost respecto a las que no se les aplicó ningún fertilizante. En términos económicos, la aplicación sola de compost dio una Tasa Marginal de Retorno mayor, casi triplicando a la que se obtuvo con el uso conjunto de compost más abono sintético.

La aplicación bianual de compost arroja un mayor crecimiento del árbol y producción que el testigo y el abonado en verde en sus dos modalidades

Los abonados en verde anual y bianual no han mostrado diferencias en crecimiento y producción con el testigo, y aunque estadísticamente no son inferiores a las obtenidas con el biofertilizante y el compost, sí son claramente menores; esto sugeriría que el aporte de nutrientes es inferior al de los otros tratamientos, afectando a la producción, lo cual coincide con lo observado por Tonitto, David y Drinkwater (2006).

Sorprendente puede parecer la productividad del testigo, que tras cuatro años sin aporte alguno de fertilizantes, no se observan diferencias estadísticamente significativas respecto a las otras tesis ensayadas a excepción del aporte bianual de compost. El motivo podría tener su origen en la fertilidad natural del suelo, fomentada por el no uso de herbicidas. Aunque habrá que observar la evolución en los próximos años.

La producción en todos los tratamientos ha sido cuanto menos parecida a la obtenida en convencional para la zona. Según el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación el rendimiento medio en España para 2003, en plantaciones convencionales, se sitúa en 13.598 kg/ha para el cultivo del ciruelo. Esto significa duplicar, en el peor de los casos de este ensayo, la media nacional, aún siendo 2003 el año donde se obtienen los rendimientos más elevados de la última década (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2006).

## CONCLUSIONES

El ciruelo cultivado con técnicas de agricultura ecológica es una producción totalmente viable, en las condiciones ensayadas, con unos rendimientos elevados comparables a los de agricultura convencional.

La fertilización con compost y biofertilizante comercial (*Azospirillum* + *Pantoea*) se muestran como unos tratamientos efectivos por su positiva influencia en la producción.

No hay diferencias entre la aplicación anual y bianual de los anteriores fertilizantes, posiblemente sea suficiente una aplicación bianual en el cultivo de ciruelo, aunque es necesario confirmar este punto en años sucesivos.

El abonado en verde parece no aportar suficientes elementos nutritivos a los árboles, con rendimientos y tamaños de fruto no diferentes al testigo sin abonado. En este caso, puede ser que el periodo de la experiencia sea corto para mostrar diferencias.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Bonaterrea A., L. Ruz, E. Badosa, J. Pinochet, E. Montesinos. 2003. Growth promotion of *Prunus* rootstocks by root treatment with specific bacterial strains. *Plant and Soil*. 255(2), 555-569.
- Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente. 2004. Orden de 22 de diciembre de 2003, por la que se designa la zona vulnerable a la contaminación por nitratos procedentes de fuentes agrarias en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. *Boletín Oficial de la Región de Murcia*. 3, 141-144.
- Elmaz O., H. Cerit, M. Ozcelik, S. Ulas. 2004. Impact of organic agriculture on the environment. *Fresenius environmental bulletin* 13, 1072-1078.
- Kramer S.B., J.P. Reganold, J.D. Glover, B.J.M. Bohannan, H. Mooney. 2006. Reduced nitrate leaching and enhanced denitrifier activity and efficiency in organically fertilized soils. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 103(12), 4522-4527.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Anuario de Estadística Agroalimentaria 2004. <[http://www.mapa.es/es/estadistica/pags/anuario/Anu\\_04/indice.asp?parte=2&capitulo=14](http://www.mapa.es/es/estadistica/pags/anuario/Anu_04/indice.asp?parte=2&capitulo=14)> [Consulta: 22 junio 2006]
- Negassa W., T. Abera, D.K. Friesen, A. Deressa, B. Dinsa. 2001. Evaluation of compost for maize production under farmers' conditions. *Seventh Eastern and Southern Africa Regional Maize Conference*. 382-386.
- Reganold J.P., J.D. Glover, P.K. Andrews, H.R. Hinman. 2001. Sustainability of three apple production systems. *Nature*. 410, 926-930.
- Terry E., A. Leyva, M. Diaz. 2005. Uso combinado de microorganismos benéficos y productos bioactivos como alternativa para la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill). *Cultivos Tropicales*. 26(3), 77-81.
- Tonitto C., M.B. David, L. Drinkwater. 2006. Replacing bare fallows with cover crops in fertilizer-intensive cropping systems: a meta-analysis of crop yield and N dynamics. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 112(1), 58-72.
- Van Elsen, T. 2000. Species diversity as a task for organic agriculture in Europe. *Agriculture ecosystems & environment*. 77, 101-109.