

Efectos de Materias Orgánicas en Árboles Adultos de Hass

J.M.Hermoso^{1*}, M.D.Torres² y J.M.Farré³

¹ Estación Exp. La Mayora. C.S.I.C. 29750 Algarrobo-Costa. Málaga. España.

e-mail: jmhermoso@eelm.csic.es,

² IFAPA de Málaga. Cortijo de la Cruz. 29140. Churriana. Málaga. España.

³ Tropicales Fasip, S.L. Málaga. España.

Resumen

Se compararon cuatro materias orgánicas en dos fases, la primera de 2004 a 2007 y la segunda de 2008 a 2011. Se aportaron en $\text{kg.árbol}^{-1}.\text{año}$:

- Compost envejecido de varias materias vegetales con minerales (4,8 y 19,9).
- Compost de estiércol de vaca + leonardita (7,7 y 8,8).
- Compost de estiércol de gallina ponedora (6,5 y 8,7).
- Empajado de cáscara de almendra ($377 \text{ kg.árbol}^{-1}$ en una sola aplicación en 2004).

Todos los árboles recibieron además anualmente de promedio N - 64, P_2O_5 -24 y K_2O - 8 kg.ha^{-1} a través del sistema de riego por microaspersión.

En la primera fase, con un marco de 8x4 m, el diseño era en bloques al azar con 16 árboles por tratamiento y un árbol por tratamiento y parcela elemental. No se observaron diferencias entre tratamientos, en contenidos foliares de macro o micronutrientes. Sólo el compost de gallina ponedora mostró efectos ligeramente positivos pero no significativos en cosecha, tamaño de fruto y productividad.

En la segunda fase, después de la cosecha de 2008 se arrancaron la mitad de los árboles separándose los sistemas radiculares con pantallas plásticas. Tras una cosecha de transición (2009), para permitir el establecimiento del nuevo sistema radicular, se presentan las cosechas medias del bienio 2010-2011. El de gallina ponedora destacó significativamente en concentración foliar de N y en todos los parámetros productivos, especialmente en productividad.

Palabras clave: aguacate, material orgánico, nutrición, crecimiento, cosecha

Abstract

Effects of Organic Materials on Adult Hass Trees

Four organic materials were compared in two phases, the first from 2004 to 2007 and the second from 2008 to 2011. The following amounts were supplied in $\text{kg.tree}^{-1}.\text{year}^{-1}$ in the two phases:

- Old vegetables compost with mineral rocks (4.8 and 19.9)
- Cow compost with leonardite (7.7 and 8.8)
- Laying hens compost (6.5 and 8.7)
- Almond shell mulch (377 kg.tree^{-1} only in 2004)

All trees received annually through the microirrigation system an average of N - 64, P_2O_5 - 24 and K_2O - 8, kg.ha^{-1} .

In phase one, with 8x4 m. planting distances, the design was on randomized blocks with single tree plots and 16 replicates. Only the laying hens compost showed slightly but not significantly improved yield, fruit size and tree efficiency. No clear differences in leaf nutrient levels were observed.

In phase two, after the 2008 crop, half of the trees were pulled up and a plastic screen was installed to separate the root systems. After discarding the transition crop of 2009, to allow for the establishment of the new root system, the mean crop parameters for 2010-2011 are presented. The laying hens compost showed significantly higher leaf N concentration and crop parameters, especially tree efficiency.

Key Words: Avocado, organic material, nutrition, growth, cropping

Introducción

En Australia (Broadbent y Baker 1974) se obtuvieron buenos crecimientos y cosechas con el método Ashburner a pesar de encontrarse presente *P. Cinnamomi* (*P.c.*). Este incluye la aplicación en suelos ácidos de elevados volúmenes de restos vegetales, estiércol de gallina, dolomita y abonos minerales (NPK). El método, aplicado durante 40 años, permite el desarrollo de un suelo superficial orgánico (7 % de materia orgánica) de hasta 23 cm de profundidad supresivo para *P.c.* (Baker y Cook 1982). Este tipo de perfil de suelo, con un horizonte superficial orgánico de más de 30 cm de profundidad es común en los bosques donde aún hoy se desarrollan en estado natural varias especies de *Persea spp.* en el norte de Guatemala. En cualquier caso es siempre esencial que el subsuelo drene libremente.

En este ensayo se comparan diferentes tipos de materias orgánicas. El compost de gallina ponedora sin paja puede considerarse como una fuente rápida de liberación de Nitrógeno (Hartz y Johnstone 2006). En cambio el compost vegetal envejecido es una fuente de nutrientes de liberación lenta (Cabrera, López, Martín y Murillo 1997). Diferente comportamiento agronómico cabe esperar de la mezcla de leonardita y estiércol de vacuno compostado. Es bien sabido que la leonardita es una fuente considerable de ácidos húmicos que han mostrado efectos sinérgicos con los abonos minerales en la absorción de nutrientes y crecimiento de las plantas (Benedetti, Figlioglia, Izza y Canali 1992).

La utilización de empajados como mejoradores del suelo del aguacate es común en muchos países productores. Wolstenholme (2002) proporciona un buen resumen del tema. También en España se han obtenido buenos resultados con el bagazo de caña de azúcar (Hermoso, Soria y Farré 1995) y la cáscara de almendra (Hermoso, Torres y Farré 2007). Sin embargo otras formas de materia orgánica han sido menos estudiadas (Hermoso, Torres y Farré 2003). Amplios estudios en California (California Environmental Protection Agency, 1999) mostraron resultados positivos a corto plazo de los restos de jardinería. Estos mejoraron crecimiento y cosecha, reduciendo la infección de *P.c.* Sin embargo su impacto fue negativo cuando, por falta de control de la humedad en suelo, se permitió que este se encharcase. Ello se debió a la disminución de la evaporación del suelo con el empajado.

Materiales y métodos

El ensayo se estableció como continuación al de Hermoso et al. (2003). En el verano de 2002 se arrancaron la mitad de las filas dejando un marco de 8 x 4 m y solo árboles de Hass injertados sobre Topa-Topa. El diseño era en bloques al azar con 16 árboles por tratamiento y 1 árbol/tratamiento por parcela elemental. No se utilizaron árboles guarda ni pantallas separadores de raíces. Las materias orgánicas se aplicaban cerca del tronco del árbol. En 2008 se arrancaron de nuevo la mitad de los árboles dejándoles a un marco de 8 x 8 m. En Enero de 2009 se colocaron pantallas plásticas de separación entre árboles hasta 60 cm de profundidad. Desde 2002 se eliminaron los tratamientos de vinaza y los extractos líquidos de mantillo vegetal y de leonardita que no habían mostrado efectos claros en el ensayo anterior. Entre 2003 y Febrero de 2005 recibieron progresivamente las aportaciones necesarias para equilibrar estos árboles con los tratamientos que continuaban en el ensayo:

Fertiormont sólido. Mantillo vegetal de residuos de aceituna, uva, maíz y planta de haba entera junto con residuos de minería.

Fertiplus. Pellets compostados en ambiente controlado y deshidratados de estiércol de gallina (que en el ensayo anterior recibió el pellet Profert de estiércoles animales).

Naturvigor. Pellets de leonardita y estiércol de vacuno compostados y deshidratados.

Testigo con empajado de cáscara de almendra.

Testigo sin empajado.

En la Tabla 1 se resumen las características y cantidades de materias orgánicas aplicadas por árbol desde el inicio del ensayo en 1993 hasta 2004, ambos inclusive. También las aportaciones durante los últimos 6 años del ensayo, 2005 – 2010. Todos los tratamientos recibieron anualmente de promedio N-64, P₂O₅ – 24, K₂O – 8 y B – 2 kilogramos por hectárea (kg ha⁻¹) En una sola ocasión, en 2002, se aplicaron 47 kg.ha⁻¹ de Zn SO₄ (21 % Zn) dentro de un círculo de 60 cm de diámetro alrededor de los microaspersores.

Tabla 1. Productos utilizados*

Tratamiento	Naturvigor® ⁽¹⁾	Fertiormont® ⁽²⁾	Fertiplus® ⁽³⁾	Cáscara de almendras
Materia seca	65	75	88	84
Materia orgánica	32,5	40,0	75,0	-
N	1,1	1,0	4,2	0,22
P ₂ O ₅	1,1	0,62	3,8	0,022
K ₂ O	1,1	4,0	3,7	0,43
Relación C/N	17,1	23,2	10,3	-
Aportación total. (kg.árbol ⁻¹) 1993-2004	37,8	57,6	38,4	377 (en 2004)
Aportación total. (kg.árbol ⁻¹) Feb 2005 -2010 (6 años)	41,8	78,8	52,0	-

* Todos los componentes en % sobre materia seca

(1) Daymsa Agro. Zaragoza. España

(2) Fertilizantes orgánicos Montaña S.L. Gilena. España

(3) Ferm-o-Feed b.v. A.A. Zeeland. Holanda

La cosecha se efectuaba normalmente en dos pasadas según tamaño de fruto. En la cosecha potencial se incluían los frutos caídos durante el periodo de recogida. Se medía anualmente el perímetro de tronco a 25 cm sobre el suelo para calcular el área de la sección.

Los árboles se regaban por microaspersión mojando aproximadamente el 40 % del suelo total donde se aplicaban, cerca del tronco, las materias orgánicas una vez al año. En la banda mojada bajo los árboles se mantenía el suelo limpio de yerbas aplicando oxifluorfenol a través del sistema de riego mensualmente entre primavera y otoño. Las yerbas tolerantes se eliminaban con glifosato. En las calles, no regadas, se mantenía la cobertura natural segada.

Resultados

Las aplicaciones de materias orgánicas no afectaron significativamente a los contenidos foliares medios de P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn, Fe ó B (Tabla 2). Solo tras cerca de 2 años de separación total de los sistemas radiculares, en 2008, se observan en 2010 diferencias consistentes en N, mas alto para el estiércol de gallina (Fertiplus) y mas bajo para el empajado con cascara de almendra respecto al testigo (Tabla 3).

Tabla 2. Concentraciones foliares. Media 2004-2008-2010

Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	Fe	B
Fertiormont®	1,47	0,10	0,85	1,32	0,77	5,2	25,2	176,3	109,1	33,6
Fertiplus®	1,45	0,11	0,72	1,42	0,86	5,6	25,5	164,4	72,1	33,4
Naturvigor®	1,46	0,11	0,81	1,41	0,81	5,5	26,1	199,3	68,9	35,4
Testigo + almendras	1,40	0,11	0,84	1,26	0,76	5,4	26,3	158,0	65,1	35,7
Testigo	1,45	0,11	0,77	1,33	0,79	5,2	23,6	158,0	66,0	29,5

Tabla 3. Evolución del nitrógeno en hoja (%)

Tratamiento	2004	2008	2010
Fertiormont®	1,35	1,61	1,46
Fertiplus®	1,35	1,41	1,61
Naturvigor®	1,38	1,56	1,45
Testigo + almendras	1,37	1,55	1,29
Testigo	1,33	1,68	1,36

Aunque el compost de gallina tiene altos contenidos de P no se ha observado un aumento claro de contenidos en hoja. Probablemente esto se debió al bajo contenido de P asimilable en suelo. Similar comportamiento, de alta fijación de P mineral, se ha observado en un ensayo a largo plazo con P mineral en suelo pizarroso pobre (Hermoso et al. 2003). En los dos primeros bienios, 2005–2006 y 2007–2008, no existieron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos en la cosecha ni sus componentes (Tabla 4). En cambio, tras el aclareo de árboles y separación de los sistemas radiculares en 2008, si se observaron diferencias claras entre varios tratamientos en el bienio 2010-2011 (Tabla 5). No se presenta la cosecha de 2009 por los posibles efectos distorsionantes del aclareo y de la separación de sistemas radiculares. La aplicación de cáscara de almendras, en 2004, ha reducido solo ligeramente el contenido de N en hoja (Tabla 3). En un ensayo realizado en suelo del mismo tipo, aunque mas rico en N, con dosis de aplicación de almendras mayores, se observaron mayores descensos de los niveles de N en hoja, aunque también sin efectos negativos en la cosecha (Hermoso et al. 2007).

Tabla 4. Cosecha media anual y crecimiento total de tronco
2005/2006/2007/2008

Tratamiento	Cosecha potencial kg árbol ⁻¹	Nº de frutos árbol ⁻¹	Peso medio gr fruto ⁻¹	Productividad gr cm ⁻²	Cosecha neta kg árbol ⁻¹	Incremento área de tronco %
Fertiormont®	20,4 a	108,5 a	200,4 a	83,5 a	19,9 a	45,8 a
Naturvigor®	22,9 a	119,1 a	207,0 a	88,7 a	22,4 a	42,8 a
Fertiplus®	20,6 a	109,2 a	211,2 a	87,4 a	20,1 a	46,4 a
Testigo + almendra	20,9 a	104,1 a	207,9 a	76,1 a	20,4 a	35,8 a
Testigo	20,6 a	109,6 a	198,7 a	72,4 a	20,0 a	35,6 a

Tabla 5. Cosecha media anual y crecimiento total de tronco
2010/2011

Tratamiento	Cosecha potencial kg árbol ⁻¹	Nº de frutos árbol ⁻¹	Peso medio gr fruto ⁻¹	Productividad gr cm ⁻²	Cosecha neta kg árbol ⁻¹	Incremento área de tronco %
Fertiormont®	20,4 a	108,5 a	200,4 a	83,5 a	19,9 a	45,8 a
Naturvigor®	22,9 a	119,1 a	207,0 a	88,7 a	22,4 a	42,8 a
Fertiplus®	20,6 a	109,2 a	211,2 a	87,4 a	20,1 a	46,4 a
Testigo + almendra	20,9 a	104,1 a	207,9 a	76,1 a	20,4 a	35,8 a
Testigo	20,6 a	109,6 a	198,7 a	72,4 a	20,0 a	35,6 a

(1) Diferentes letras en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas (P ≤ 0.05)

Conclusiones

El estudio se realizó bajo condiciones de cultivo conducentes a una deficiencia de N (nivel en hoja <1.6 %). La aplicación de materias orgánicas de origen animal (Fertiplus) vegetal (Fertiormont y cáscara de almendra) o mineral + animal (Naturvigor) tuvo efectos diferentes a lo largo del ensayo. En los primeros cuatro años, sin separación de los sistemas radiculares de árboles vecinos, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos lo que pudo ser causado por el solapamiento parcial de los sistemas radiculares de árboles vecinos. En los últimos dos años, tras la separación total de los sistemas radiculares, se observaron claros efectos positivos del fertilizante de origen animal (Fertiplus) en contenido de N en hoja, crecimiento vegetativo y cosecha. Los restantes productos, todos ellos, con un bajo contenido en N, siguieron sin tener efectos significativos en N foliar, crecimiento vegetativo ni cosecha. No deberían pues ser considerados como fuentes significativas de N. Esto apoya la tesis de Benedetti et al. (1992) de la necesidad de aportes de NPK para que los humatos expresen efectos positivos en crecimiento y cosecha. Por otra parte Cabrera et al. (1997) indicaron que los composts maduros vegetales de este tipo liberan solo lentamente NPK aunque contribuyendo al enriquecimiento progresivo del suelo. Convendría estudiar estos productos eliminando la variable N para determinar el efecto a largo plazo de los restantes componentes de la materia orgánica.

Referencias

- Baker, KF & Book, RJ 1982, 'Biological control of plant pathogens'. *The American Phytopathological Society*. St. Paul. Minnesota.
- Benedetti, A, Figlioglia, A, Izza, C & Canali, S 1992, 'Fertilization with NPK and humate NPK: Plant yield and nutrient dynamics'. *Suelo y Planta*, vol. 2, pp. 203-214.
- Broadbent, P & Baker, KF 1974, 'Behaviour of *Phytophthora cinnamomi* in soils suppressive and conducive to root rot', *Aust. J. Agric. Res.*, vol. 25, pp. 121-137.
- Cabrera, CF, López, NR, Martín, OP & Murillo, CJM 1997, 'Aprovechamiento agronómico de composts de alpechin', *Fruticultura profesional 88. Especial Olivicultura*, vol. II, pp. 94-105.
- California Environmental Protection Agency. Integrated Waste Management Board 1999, 'Use of yard trimmings and compost on citrus and avocado'. Publication # 443-99-010. Sacramento, USA.
- Hartz, TK & Johnstone, P. 2006, 'Nitrogen availability from high nitrogen containing organic fertilizers'. *Hort. Technology*, vol. 16, no. 1, pp. 39-42.
- Hermoso, JM, Soria, JT & Farré, JM 1995, 'Soil management of avocados. Effects on growth and cropping'. *Proc. III World Avocado Congress, Israel*, pp. 255-258.
- Hermoso, JM, Jaime, S, Torres, MD & Farré JM 2003, 'Nutrición PK del aguacate. Resumen de dos experimentos de 29 años'. *Actas V Congreso Mundial del Aguacate. Granada-Málaga*, vol. 1, pp. 387-393.
- Hermoso, JM, Torres, MD & Farré, JM 2003, 'Efectos de seis tipos de materia orgánica en el crecimiento y la productividad de árboles jóvenes de aguacate Hass con baja fertilización nitrogenada'. *Actas V Congreso Mundial del Aguacate. Málaga-Granada*, vol.1, pp. 195-197.
- Hermoso, JM, Torres, MD & Farré, JM 2007, 'Cultivo ecológico y convencional del aguacate'. *Actas VI Congreso Mundial del Aguacate. Viña del Mar, Chile*.
<http://www.avocadosource.com/wac6/es/extenso/3e-153.pdf>.
- Wolstenholme, BN 2002, 'Ecology: Climate and the edaphic environment'. In: A.W.Whiley, B. Schaffer and N.N.Wolstenholme (eds). *The Avocado. Botany, production and uses*. CABI Publishing. Wallingford.U.K. pp. 71-99.