

## **CULTIVO ECOLÓGICO Y CONVENCIONAL DEL AGUACATE**

J.M.Hermoso<sup>1</sup>, M.D.Torres<sup>2</sup> y J.M.Farré<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Estación Exp. La Mayora. C.S.I.C. 29750 Algarrobo-Costa. Málaga. España.  
Correo electrónico: jmhermoso@eelm.csic.es

<sup>2</sup> IFAPA de Málaga. Cortijo de la Cruz. 29140 Churriana. Málaga. España

En 2002 se inició el ensayo en una plantación de 29 años de Hass sobre Topa-Topa. Los árboles estaban recientemente formados en seto con marco 8 x 8m y una calle de 3 m entre filas. La calle se mantenía sin riego con la cubierta natural segada 2 – 3 veces por año. El sistema convencional recibía aplicaciones de N, K y B. También una mezcla de Simazina y Oxifluorfen cada 15 – 30 días a través de la microaspersión, que mojaba una banda de 5 m de anchura a lo largo de la fila de árboles. Sólo se aplicaron herbicidas hasta julio de 2005. A partir de ahí, la sombra de los árboles controló bien la hierba en la zona mojada. Todos los árboles recibieron al inicio del ensayo una aplicación de Zn al suelo.

En el tratamiento ecológico se aplicó un empajado de 7 cm. de espesor de cáscara de almendra en mayo de 2002. El potencial matricial en suelo medido con tensiómetros era similar en ambos tratamientos. Los dos tenían, antes de la aplicación del empajado (2001), un contenido de N en hojas idéntico. A partir de entonces el contenido en el tratamiento ecológico ha sido inferior al convencional durante 4 años (2002 a 2005), habiéndose igualado de nuevo en 2006.

En el cuatrienio entre 2004 y 2007, la cosecha, cosecha potencial (incluidos los frutos caídos cerca de la cosecha) y la productividad (cosecha por unidad de área de la sección de tronco) eran significativamente mayores en los árboles bajo cultivo ecológico. El incremento del área de la sección de tronco, número de frutos por árbol y el peso medio del fruto eran también mayores, pero no significativamente.

Palabras clave: Empajado. Nitrógeno. Crecimiento. Cosecha. Tamaño del fruto.

## **CONVENTIONAL AND ECOLOGICAL AVOCADO PRODUCTION**

J.M.Hermoso<sup>1</sup>, M.D.Torres<sup>2</sup> and J.M.Farré<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Estación Exp. La Mayora. C.S.I.C. 29750 Algarrobo-Costa. Málaga. España.  
E-mail: jmhermoso@eelm.csic.es

<sup>2</sup> IFAPA de Málaga. Cortijo de la Cruz. 29140 Churriana. Málaga. España

The trial started in 2002 in a 29-year-old Hass orchard on Topa Topa. The trees, planted at 8 x 8m, had been recently formed into a hedge system leaving 3 m wide between rows. The inter row was maintained under rainfed conditions, cutting the natural grass cover 2 – 3 times per year. The conventional system received N, K and B applications as well as a mixture of Simazine and Oxyfluorfen every 15 – 30 days, through the microsprinkler irrigation system that

wet a 5 m wide strip along the tree row. Herbicides were only applied until July 2005. As of that month, tree shade controlled grass growth in the irrigated area. At the beginning of the trial, the trees received a Zn application to the soil.

In the ecological treatment, a 7-cm thick layer of almond shells was applied in May 2002. Soil (measured by tensiometer) matric potentials were similar in both treatments. Before the mulch application (2001), both treatments had identical leaf N contents. Ecological N contents were lower than those conventional from 2002 to 2005, but similar again in 2006.

In the four-year period 2004 – 2007, yield, potential yield (including fallen fruits near harvest) and productivity (yield per unit trunk cross sectional area) were significantly higher in trees under ecological cultivation. Increases in the trunk cross sectional area, the number of fruits per tree and fruit size were also higher, but not significantly.

Key words: Mulching. Nitrogen. Growth. Yield. Fruit size.

## INTRODUCCIÓN

La producción ecológica del aguacate parece una alternativa válida dada sus reducidas necesidades de nutrientes minerales (Lahav y Kadman, 1980) y su buena respuesta a la aplicación de empajados, tanto orgánicos como plásticos (Hermoso et al. 1998). Wolstenholme (2002) revisó varios trabajos sobre empajados orgánicos en aguacate, concluyendo que han tenido generalmente resultados positivos. Sin embargo la producción ecológica es aún poco utilizada. Probablemente ello sea debido a los efectos negativos de la hierba aún frecuentemente segada sobre crecimiento y producción. Este efecto era muy claro en árboles jóvenes (3 – 9 años de edad) en que la zona sombreada es pequeña, y menor en árboles adultos (11 – 18 años de edad) (Hermoso et al. 1998). La incidencia de un empajado con alta relación C/N sin aportación suplementaria de nitrógeno creemos que no ha sido estudiada hasta el momento.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se inició en 2002, en una plantación de 29 años de edad de Hass sobre Topa Topa. El suelo es pizarroso, de 50 cm de profundidad, sobre subsuelo de pizarra rota y ha sido descrito anteriormente (Hermoso et al. 2003). Cada árbol, a marco 8 x 8 m tenía dos microaspersores que mojaban aproximadamente 5 m de diámetro bajo el árbol. El riego se controlaba con tensiómetros mojándose el perfil cuando la tensión matricial en suelo alcanzaba los -10 -15 kPa en verano y -30 -40 kPa en invierno. El agua era de buena calidad (CE = 0.5 mS), con alto contenido en bicarbonatos cálcico y magnésico y menos de 2 ppm de  $\text{NO}_3^-$ . La parcela había tenido durante los anteriores 29 años un ensayo de niveles de K. Para equilibrar los contenidos en suelo se aplicaron a los árboles no previamente fertilizados 500 kg. por hectárea de  $\text{K}_2\text{O}$  en forma de  $\text{K}_2\text{SO}_4$  bajo la microaspersión en 2001 e inicio de 2002, antes de comenzar los

tratamientos diferenciales. Antes del inicio del ensayo (otoño de 2001) los contenidos medios en lámina de hoja de los nutrientes mas críticos eran: N: (1.77 %), P (0.10 %), K (0.78 %), Zn (29 ppm) B (30 ppm) y Cu (7.5 ppm).

Entre 2002 y 2006 (5 años) en cultivo convencional se aplicaron un promedio de 50.8 kg de N.ha<sup>-1</sup> en forma de NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> y Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> a partes iguales. Solo en 2002 recibieron también 5 kg de quelato de hierro tipo Fe – EDDHA (Ferrishell). En 2002, 2003 y 2004 recibieron 0.43 kg de B en forma de Solubor DF (mezcla de ácido bórico, tetraborato y decaborato de Borax Europe Ltd. U.K.). En 2002 ambos tratamientos recibieron 10.2 kg de Zn.ha<sup>-1</sup> en forma de ZnSO<sub>4</sub>, aplicado a mano en un diámetro de 60 cm alrededor del aspersor.

En cultivo ecológico se aplicó en mayo de 2002, en una franja de 4 m de anchura bajo el árbol, un empajado de 7 cm de grosor con cáscara del almendra. Su peso seco era cercano a 30 kg.m<sup>-2</sup>. Recibieron también 3.1 kg. ha<sup>-1</sup> de Fe-EDDHA (Ferrishell). Los árboles estaban formados en seto de 5 m de anchura con 3 m de calle entre filas. En ambos tratamientos la calle se mantenía sin riego, con la cubierta natural segada 2 – 3 veces ó 1 vez al año en filas alternas. Esto permitía la obtención de semillas abundantes y el control de la hormiga argentina (*Iridomirmex humilis*). En el cultivo convencional el área mojada se mantenía libre de hierbas con una mezcla de Simazina y Oxifluorfenol aplicada cada 15 días en verano y cada 30 días en invierno, a través del sistema de riego. A partir de julio de 2005 se dejó de aplicar herbicidas pues la sombra de los árboles controlaba bien la hierba en la zona mojada. En 2004 la parcela fue invadida por *Olygonichus perseae* que no recibió ningún tratamiento específico durante el ensayo.

El diseño era en bloques al azar con 2 árboles por bloque de cada tratamiento y 13 repeticiones. Para evitar interferencias entre árboles de distinto tratamiento se separaron los sistemas radiculares con una lámina plástica hasta 70 cm de profundidad. Anualmente se registraban peso y número de frutos por árbol y el área de la sección de tronco a una altura de 30 cm sobre el suelo. La productividad se calculó por área de esta sección como estimador del volumen de copa. La cosecha potencial incluía los frutos caídos cerca o durante el periodo de recogida. Generalmente en octubre se analizaron cada año los contenidos foliares de macro y microelementos en las láminas de las hojas de primavera. En mayo de 2005, cerca del final del periodo de recogida, se estudió el podrido en poscosecha en una muestra de 40 frutos por árbol recogidos sin pedúnculo y madurados a temperatura y humedad ambiente (20-21°C). El contenido en materia seca de la pulpa se estudió en una muestra de 9 frutos por parcela elemental (de 2 árboles) en mayo de 2005 y enero de 2006 cerca del final y del inicio, respectivamente, del periodo de recogida. Se utilizó un horno de microondas de plato rotatorio con una potencia de 425 W durante 25 minutos. La muestra de 9 medias rodajas longitudinales de un grosor inferior a 3 mm tenía un peso húmedo total entre 35 y 43 g. Los resultados se procesaron con el programa Statgraphics plus 5.1.

## RESULTADOS

### Nutrición mineral

La producción ecológica redujo significativamente el contenido de N en lámina de hoja excepto en el último año de estudio (Figura 1). En cambio, de promedio en los mismos años, aumentó ligeramente el contenido de K desde 0,75% en convencional a 0.84 % y el de B desde 26 ppm en convencional a 31 ppm. (P: 0.12 %), (Ca: 1.4 %), (Mg: 0.82 %), (Zn: 28 ppm), (Mn: 100 ppm) y (Cu: 7 ppm) no fueron generalmente afectados por los tratamientos manteniéndose dentro de los niveles recomendados.

### Crecimiento vegetativo y cosecha

Dado que el año 2002 fue el primero en que se aplicaron los tratamientos su cosecha, recogida en la primavera de 2003, no se presenta por considerarse un periodo de transición. Para eliminar el efecto de la alternancia los resultados de cosecha se presentan agrupados en los bienios 2004-2005 y 2006-2007 (Tabla 1). Los de crecimiento del tronco entre 2003-2005 y 2006-2007 (Tabla 2). No se observaron diferencias entre tratamientos en el índice de alternancia (datos no presentados).

### Materia seca

El contenido de materia seca era superior en cultivo convencional en las dos fechas estudiadas (Tabla 3). La diferencia era solo significativa cerca del final del periodo de recogida.

### Podrido en poscosecha

En la Tabla 4 se presentan los porcentajes de frutos totalmente podridos (podrido total), totalmente sanos (limpios) y podridos por pedúnculo, así como la profundidad del podrido por pedúnculo. Aunque la incidencia era ligeramente menor en producción ecológica las diferencias no eran estadísticamente significativas.

Tabla1. Parámetros de la cosecha  
*Yield parameters*

	Media 2004 – 2005			Media 2006 - 2007			Media 2004 - 2007		
	Convencional	Ecológico	NS %	Convencional	Ecológico	NS %	Convencional	Ecológico	NS %
Peso medio del	234.0	240.0	-	176.0	187.0	-	209.0	213	-

fruto g.									
Cosecha neta k.árbol <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>	59.0	74.1	93.2	21.6	32.1	98.5	42.0	52.8	97.7
Cosecha potencial k.árbol <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>	61.0	76.6	93.3	22.6	33.2	98.5	43.8	54.3	97.2
Peso medio del fruto g.	234.0	240.0	-	177.0	187.0	-	208.0	212	-
Productividadg.cm <sup>-2</sup> tronco	52.1	74.9	99.4	18.5	29.3	98.4	38.1	50.7	99.2
Nº frutos árbol <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>	279.0	349.0	90.0	136.0	188.0	93.2	213.0	268.8	97.2

N.S.: Nivel de significación estadística

Se detallan solo los niveles de significación estadística superiores al 90 %.

Tabla 2. Incremento de área del tronco (%)  
*Trunk area increase (%)*

	2003 2005*	–	2005 2007*	–	2003 2007*
Convencional	7.8		4.6		12.8
Ecológico	9.9		6.4		16.4
Nivel de significación %	-		-		90.0

\* Medias en el periodo

Se detallan solo los niveles de significación estadística superiores al 90 %.

Tabla 3. Materia seca en pulpa (%)  
*Dry matter of the mesocarp (%)*

	Enero (2006)	Mayo (2005)
Convencional	26.8	35.0
Ecológico	25.8	33.6
Nivel de significación (%)	–	96.5

Se detallan solo los niveles de significación estadística superiores al 90 %.

Tabla 4. Podrido del fruto en poscosecha.  
*Postharvest fruit rots*

	% de Frutos			Profundidad podrido pedúnculo mm
	Limpios	Podrido total	Podrido pedúnculo	
Convencional	51.4	12.4	20.0	3.9
Ecológico	50.2	10.5	18.1	3.4

## DISCUSIÓN

Incluso teniendo cosechas y productividades mayores la producción ecológica ha tenido un peso medio del fruto ligera, aunque no significativamente, mayor que la convencional. Esto unido al también superior crecimiento vegetativo de la parte aérea, medido como área de tronco, indica que:

1. Aún con niveles inferiores de N en hoja, dentro del rango 1.7 – 2.10, la producción ecológica con empajado de cáscara del almendra ha sido superior a la convencional. Parece pues que estos niveles no son críticos, por lo menos con cosechas medias de 8.5 tm.ha.<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>. Este resultado es sorprendente puesto que las láminas de hojas analizadas en nuestros ensayos (resultados no publicados) tienen un 0.19 % mayor contenido de N que las hojas con pecíolo que se analizan habitualmente en otros países. Esto apoyaría las conclusiones de Embleton and Jones (1972) y Faber (1994) de que la cosecha de Hass es independiente de la concentración de N en hoja de primavera entre 1.6 % y 2.4 %. Algunos ensayos deberían probablemente ser analizados con mayor detalle. Así, Koen y du Plessis (1992) recomendaron un contenido de 2 % - 2.3 % en hojas de primavera con pecíolo en Fuerte de 4 a 8 años de edad. Sin embargo las cosechas mas elevadas en el segundo bienio de su ensayo, probablemente mas representativo del árbol adulto, se obtenían con 1.9 %. Un aspecto que puede crear confusión es la utilización en distintos países de hojas de primavera ó de verano muestreadas ambas en otoño con 5 – 6 y 2 – 3 meses de edad respectivamente. Se han observado siempre mayores contenidos en las de verano, de 0.25 % en Florida (Koo and Young, 1977), y 0.25 – 0.40 % en Israel (Bar et al., 1987).
2. El mejor comportamiento en cultivo ecológico no se debe a su efecto sobre otros nutrientes minerales puesto que los contenidos de macro y micronutrientes en hoja no eran muy diferentes.
3. Tres aspectos no han sido estudiados en este trabajo y podrían contribuir a las diferencias observadas:
  - Tras la descomposición del empajado el contenido de materia orgánica aumenta mucho hasta una profundidad aproximada de 15 cm. Esta mejora del suelo incrementa fuertemente la densidad de raíces en este horizonte.
  - La cáscara de almendras de tipo duro tiene contenidos elevados de celulosa y lignina. La gran proliferación de raíces en el horizonte superficial podría estar asociada a un mejor equilibrio en la flora microbiana conducente a una menor incidencia de hongos fitopatógenos.
  - Las diferencias en los parámetros de la cosecha han sido mayores en el segundo que en el primer bienio. A ello podría contribuir el aumento de contenido de materia orgánica en suelo.

## CONCLUSIONES

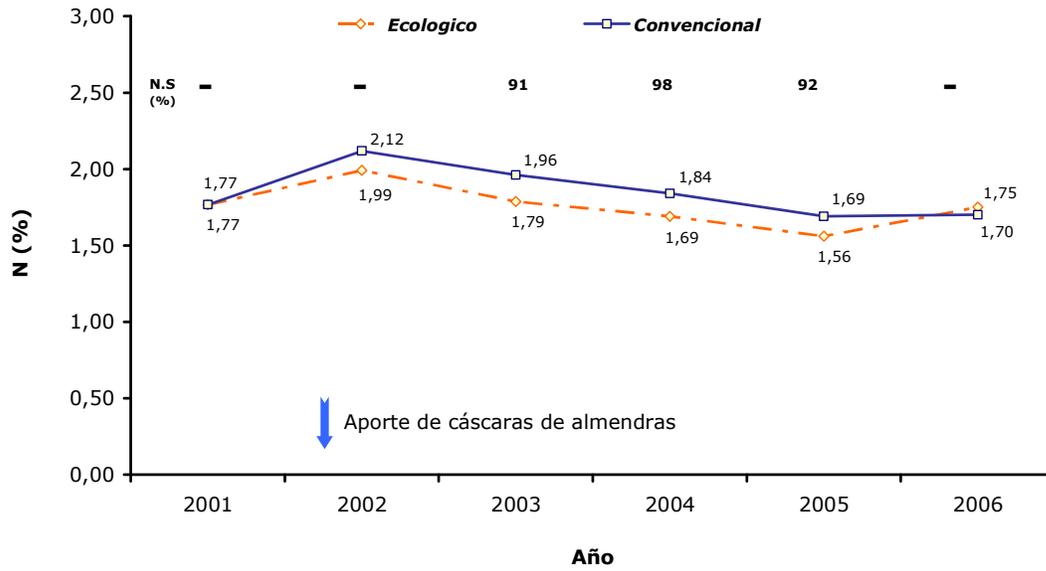
La producción ecológica ha mostrado en 4 años efectos positivos sobre el crecimiento vegetativo y la productividad de aguacates Hass adultos. Ello a pesar de un leve descenso del contenido de N en hoja durante varios años. El cultivo ecológico retrasó la acumulación de materia seca. Aunque redujo

ligeramente el podrido de frutos en poscosecha, las diferencias con la producción convencional no eran significativas.

## LITERATURA CITADA

- Bar Y., Lahav E. and Kalmar D. 1987. Seasonal changes in nitrogen concentration in avocado leaves associated with leaf age and fertilisation regime. South Africa Avocado Growers' Association. Yearbook 10: 57 – 58.
- Embleton T.W. and Jones W.W. 1972. Development of nitrogen fertilizer programs for California avocados. California Avocado Society. Yearbook 55: 90 – 96.
- Faber B. 1994. Getting adequate nutrition. Talking Avocados: 24
- Hermoso J.M., Soria J.T. y Farré J.M. 1998. Soil management of avocados. Effects on growth and cropping. Proc. III World Avocado Congress Tel Aviv: 255 – 258
- Hermoso J.M., Jaime S., Torres M.D. y Farré J.M. (2003). Nutrición PK del aguacate. Resumen de dos experimentos de 29 años. Actas V Congreso Mundial del Aguacate. Granada - Málaga: 387 – 393
- Lahav E. and Kadman A. 1980. Avocado fertilisation. IPI Bulletin Nº 6. Grütter Druck. Bern.
- Koen T.J. and du Plessis S.F. 1992. Optimal leaf analysis norms for avocados (cv. Fuerte). Proc. II World Avocado Congress. Vol. I: 289 – 299.
- Koo R.C.J. and Young T.W. 1977. Effects of position and fruiting status on mineral composition of 'Tonnage' avocado leaves. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102 (3): 311 – 313.
- Wolstenholme B.N.. 2002. Climate and edaphic environment. En: Whiley A.W., Schaffer B. and Wolstenholme B.N. (Eds): The Avocado. Botany, production and uses. CABI Publishing. N.Y.:71-99.

Figura 1. Contenido de nitrógeno en hoja.  
*Leaf Nitrogen content*



N.S. (%): Nivel de significación estadística.

— : Diferencia no significativa al nivel del 90%