# Cultivo ecológico y convencional del aguacate. 13 años de observaciones en árboles adultos

E. Guirado[1], J.M. Hermoso[2], J.M. Farré[3]

[1]. Almuñécar. Granada. España

[2]. IHSM-La Mayora-UMA-CSIC. Málaga. España

[3]. CIFA de Málaga. Málaga. España

## RESUMEN

Material y métodos, diseño estadístico y resultados de los primeros 5 años del ensayo han sido publicados: Hermoso et al. (2007).

Se resumen aquí las observaciones realizadas en la misma plantación adulta, entre 29 y 42 años de edad, de Hass sobre Topa Topa. El tratamiento ecológico recibió a lo largo de este periodo 3 aplicaciones de cáscara de almendra (Prunus amygdalus B.) como empajado, sin aportación alguna de macroelementos de síntesis. En cada aplicación los árboles recibían 26 kg.m-2 de cáscara de almendra seca bajo la copa regada por microaspersores. El área cubierta por la copa se mantuvo en el 60 % con poda en seto. El testigo convencional, sin empajado, recibía habitualmente 50 – 60 kg.ha-1. año-1 de N mineral.

Las cosechas netas (frutos del árbol), potenciales (frutos del árbol mas suelo) y productividades (por unidad de área de tronco) fueron ligeramente superiores en el tratamiento ecológico en casi todos los años. La diferencia fue estadísticamente significativa en un bienio y en el conjunto de los seis bienios del ensayo. El crecimiento vegetativo y el peso medio del fruto fueron similares en ambos tratamientos. Las tres aplicaciones de cáscara de almendra, con una separación de 5 años, redujeron el contenido de N en lámina foliar significativamente tras la primera aplicación, no significativamente tras la segunda y nada tras la tercera.

Aplicaciones masivas a lo largo de 13 años de cáscara de almendra, muy rica en lignina y celulosa, incrementaron fuertemente el contenido de materia orgánica en los 25 cm superficiales del suelo. Se formó así, en condiciones mediterráneas, un perfil de suelo similar al existente en los bosques de Persea sp., sobre suelos volcánicos de Mesoamérica. Ello redundó en una clara mejora del comportamiento del árbol, incluso con niveles de N en hoja algo más bajos que en el cultivo convencional sin aplicaciones de materia orgánica.

**Palabras clave**: Hass, Cáscara, Almendras, Nutrición, Cosecha.

## INTRODUCCIÓN

La misma parcela albergó entre 1973 y 2001 un ensayo comparando niveles de fertilización potásica. Antes del inicio del presente ensayo en 2002 se aplicaron cantidades complementarias de este nutriente para equilibrar los contenidos en suelo. Para el presente ensayo se utilizó como bloque cada parcela elemental del anterior, constituida por 4 árboles. Dos de ellos recibían el tratamiento convencional y dos el ecológico, con un total de 13 bloques al azar. El suelo pizarroso tenía 50 cm de profundidad sobre un subsuelo de pizarra roturada. Para evitar el contacto entre las raíces de árboles con distintos tratamientos se colocaron bandas verticales de polietileno hasta 70 cm de profundidad. En una parcela vecina, con idénticos suelo y riego por microaspersión, se había comprobado (Muñoz, 1988) que mas del 96 % de las raíces se encuentran por encima de 60 cm de profundidad y el 79,4 % en los 30 cm superficiales.

El presente ensayo cubre la totalidad del periodo 2002 - 2015. Las observaciones preliminares, en 2002 - 2007, se presentaron por Hermoso et al. (2007). R. López et al. (2014) publicaron un estudio realizado en 2012 a los 10 años del inicio, de las condiciones de suelo en el presente ensayo. Ambos trabajos complementan la información que aquí se presenta en varios aspectos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se inició en mayo de 2002 con la primera aplicación al tratamiento ecológico de un empajado de 7 cm de grosor de cáscara de almendras en la zona regada por los microaspersores. Esto implicaba aplicar 26 kg.m-2 (148 t.ha-1) de almendra seca a una superficie de 32 m2.árbol-1, regada por dos microaspersores. Los árboles (Hass/Topa Topa) estaban plantados a 8 x 8 m. Esta aplicación se repitió en 2007 (a los 5 años) y 2012 (a los 10 años). Los árboles del tratamiento convencional no recibieron materia orgánica alguna en los 13 años del ensayo.

En el tratamiento ecológico, en 2002 se aplicaron 3.1 kg.ha-1 de Ferrishell® (6 % Fe EDDHA); Zn S04 (10,2 kg ha-1 Zn) solo en 2002, a mano en un radio de 30 cm alrededor del aspersor y fosfatos naturales molidos (9,4 kg P ha-1.año-1) en 2010 y 2012. Los contenidos minerales del empajado con cascara de almendra se reflejan en la Tabla 1.

**Tabla 1. Cáscara de almendra. Contenidos minerales y aportaciones**

| Contenidos | % | | | | | p.p.m. | | | Relación C/N |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | N | P | K | Ca | Mg | B | Zn | Cu | |
| | 0,22 | 0,01 | 0,36 | 0,12 | 0,02 | 6,3 | 1,7 | 3,2 | 267 |
| Aportaciones kg.ha$^{-1}$ | 325 | 15 | 533 | 176 | 30 | 0,93 | 0,25 | 0,47 | |

Contenidos en materia seca.
Aportaciones en 149 t.ha-1 (cada 5 años)

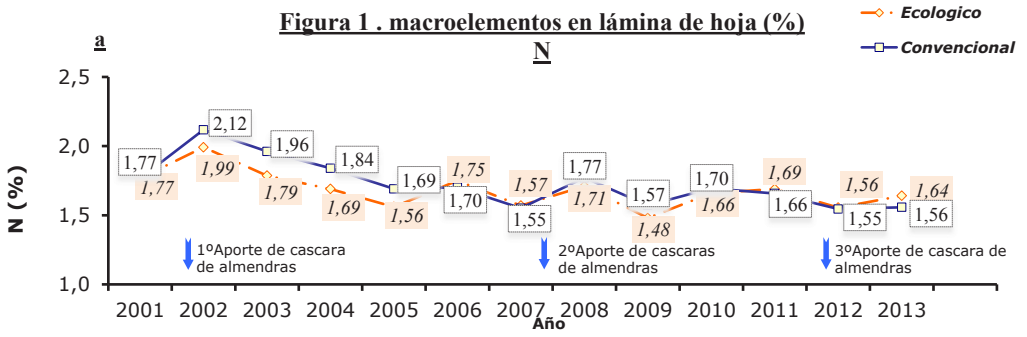
En el tratamiento convencional se aplicaron de promedio 53 kg.ha-1.año-1 de N. También recibió de promedio 0,9 kg P ha-1.año-1 y 24,3 kg K.ha-1año-1. Solo en 2002 se aplicaron 5 kg.ha-1 de Ferrishell® (6 % Fe EDDHA) ha-1. Recibieron también de promedio 0,34 kg B ha-1.año-1 como Solubor DF®. Se aplicó, solo en 2003, 2010 y 2012 Zn S04 (10,2 kg Zn.ha-1.año-1), localizado en un radio de 30 cm alrededor del aspersor.

Hasta 2005, en convencional se controlaron las yerbas con herbicidas de preemergencia (Hermoso et al., 2007). En ecológico se cortaba la yerba 2 – 3 veces por año bajo los árboles. A partir de 2005 la formación en seto sombreaba la zona bajo los árboles no produciéndose yerba en ningún tratamiento. Las calles, de aproximadamente 3 m de ancho, se mantuvieron sin riego. La yerba, que crecía solo en el invierno lluvioso, se cortaba 2 veces por año.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las Figuras 1 y 2 se presentan los contenidos en laminar foliar de N, P, K, Ca, Mg, Mn, B, Cu y Zn a lo largo del experimento.

**N** La cáscara de almendra tenia un alto contenido de lignina (López *et al*., 2014) con bajo contenido de N y alta relación C/N (Tabla 1). Tras la primera aplicación de empajado en 2002 se produjo un marcado descenso del contenido de N en lámina de hoja (Figura 1 a) estadísticamente significativo, que tardó 4 años en recuperarse. Tras la segunda aplicación en 2007 el descenso fue mucho menor, estadísticamente no significativo, y duró solo 2 años. Tras la tercera aplicación en 2012 no se produjo descenso alguno. Es probable que esto sea debido al progresivo aumento del contenido de materia orgánica en el horizonte superficial del suelo (López *et al*., 2014) lo que permite estabilizar en el tiempo el suministro de N al árbol (Stark *et al*., 1997). El aguacate es oriundo de los suelos volcánicos, muy porosos, de baja densidad y ricos en materia orgánica de las tierras altas de Mesoamérica. Su contenido de N es muy bajo debido a la elevada pluviometría. Stark et al. (1997) comprobaron que en suelos de coníferas de similares características las tasas de nitrificación bruta pueden ser muy altas (3 kg N ha-1.día-1) con buenas condiciones de temperatura y humedad. Esto parece permitir una absorción suficiente por el árbol (pino ó aguacate) aunque la tasa neta de nitrificación sea muy baja, debido a la rápida absorción por la, muy activa, población microbiana. En el presente ensayo no se observaron en ningún momento síntomas de deficiencia de N (hojas pequeñas, con bajo contenido en clorofila y corto crecimiento vegetativo). De hecho el aguacate comparte estas tierras altas de Mesoamérica con bosques naturales de coníferas. Las elevadas poblaciones microbianas, fluctuantes con las condiciones de suelo (temperatura y humedad fundamentalmente) permiten captar el exceso de N evitando las pérdidas por lixiviación en periodos de alta pluviometría.



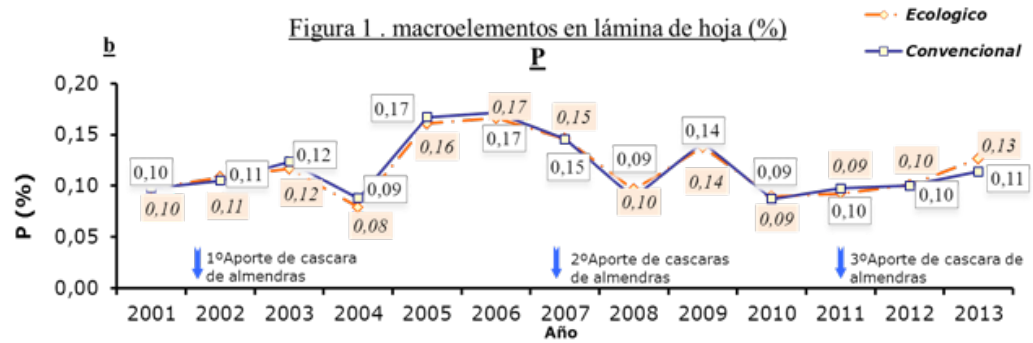



Figura 1 . macroelementos en lámina de hoja (%)

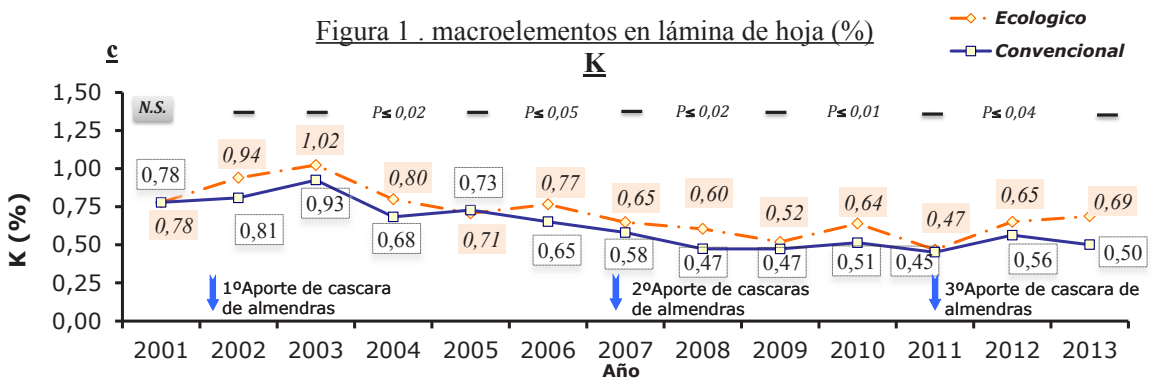



Figura 1 . macroelementos en lámina de hoja (%)

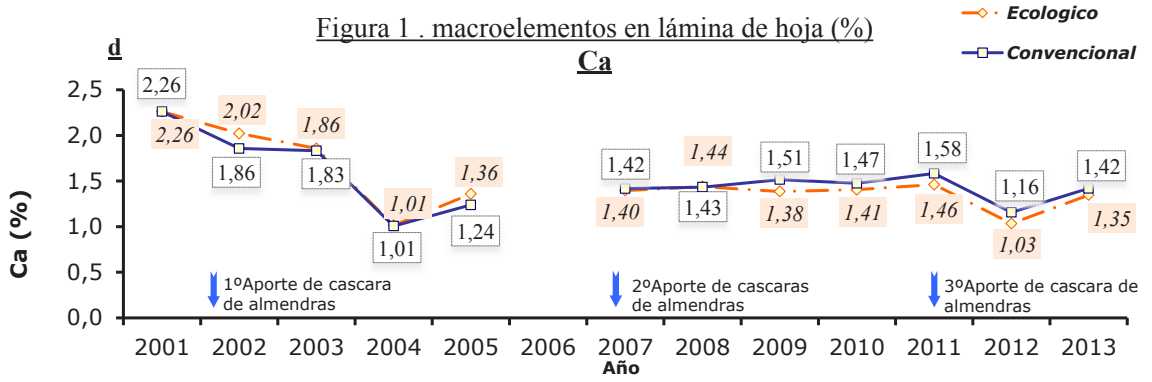



Figura 1 . macroelementos en lámina de hoja (%)

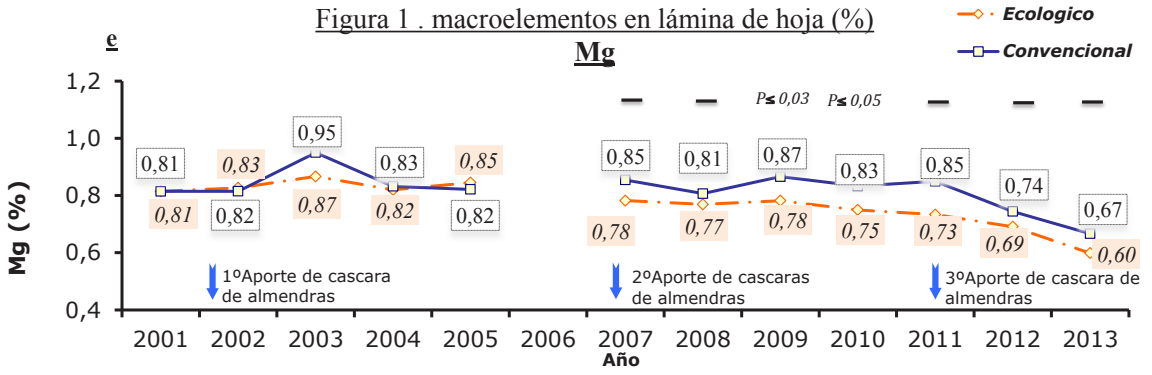



Figura 2 . microelementos en lámina de hoja (p.p.m.)

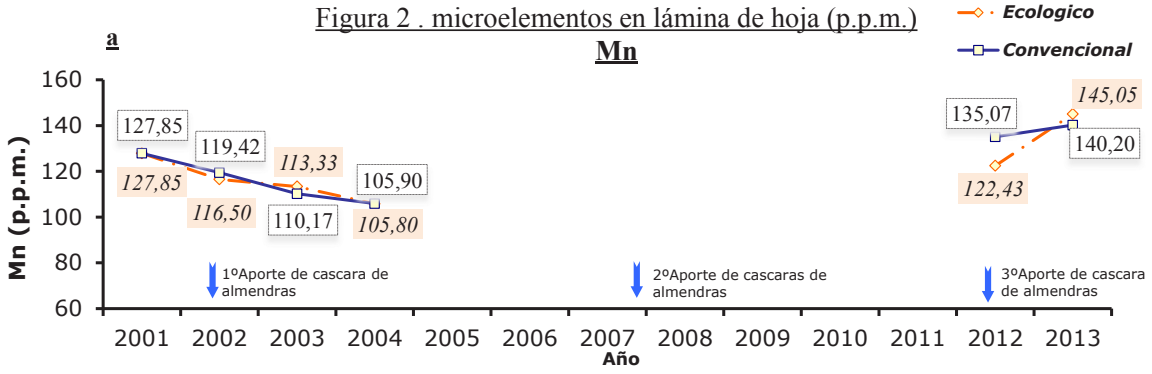


Figura 2 . microelementos en lámina de hoja (p.p.m.)

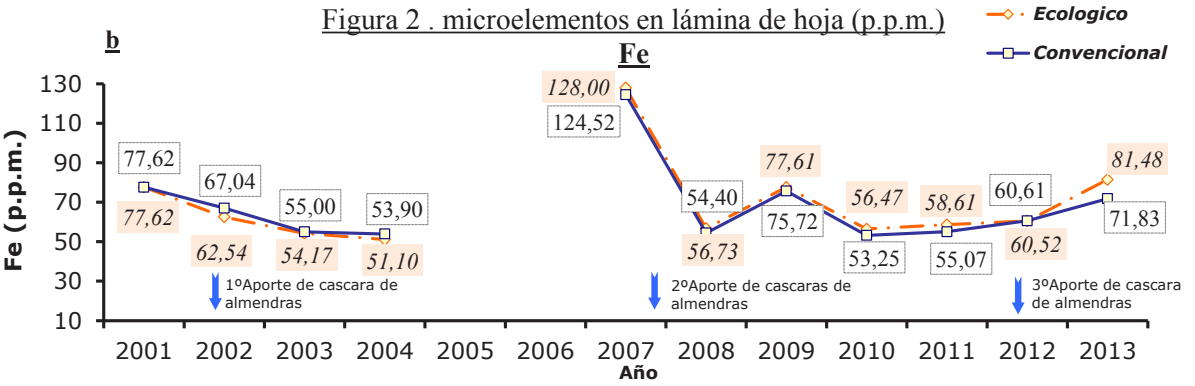



Figura 2 . microelementos en lámina de hoja (p.p.m.)

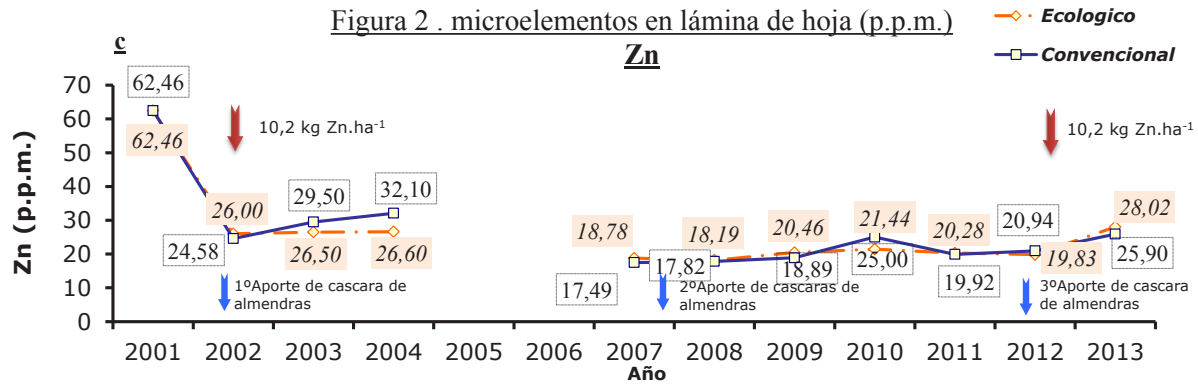



Figura 2 . microelementos en lámina de hoja (p.p.m.)

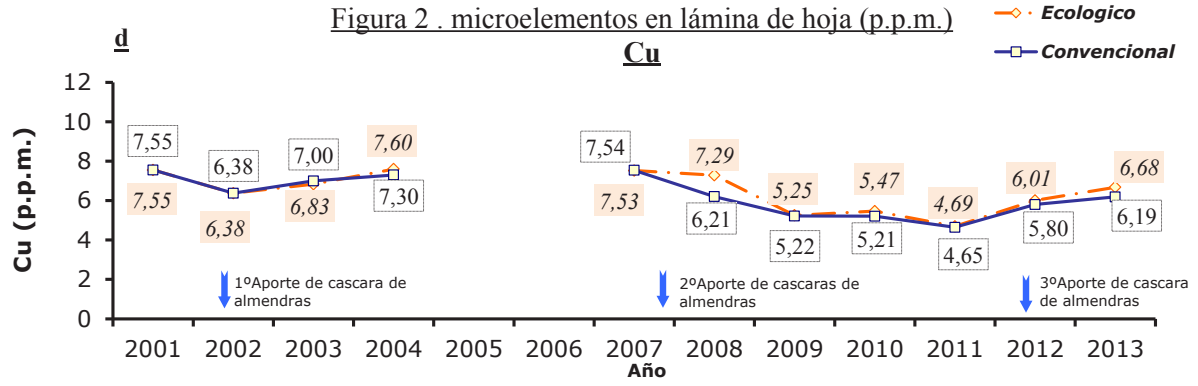
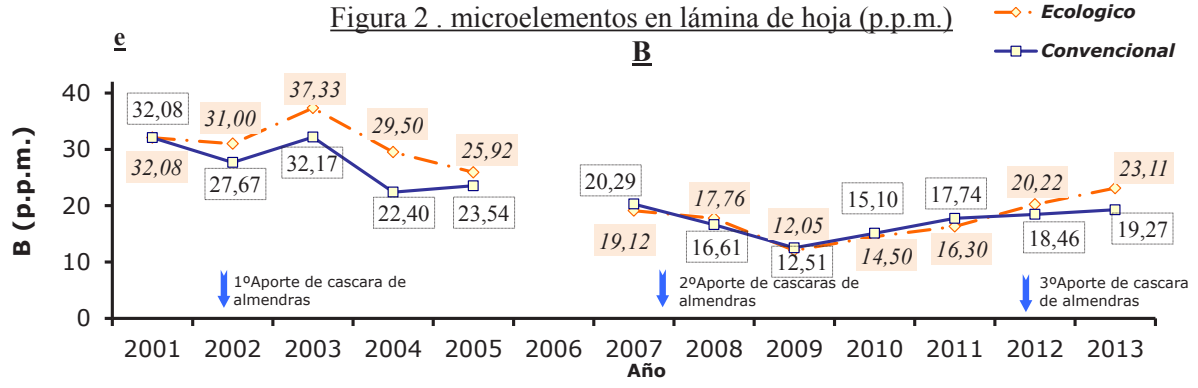



Figura 2 . microelementos en lámina de hoja (p.p.m.)



**P** Los contenidos en lámina de hoja (Figura 1 b) han permanecido similares en ambos tratamientos a lo largo del ensayo. El bajo contenido de P en la cáscara de almendras (Tabla 1) no ha afectado al nivel en hoja como era de esperar. Sin embargo López *et al.* (2014) registraron un ascenso del 50 % del P asimilable en el horizonte superficial del suelo (0 – 25 cm) bajo cáscara de almendras.

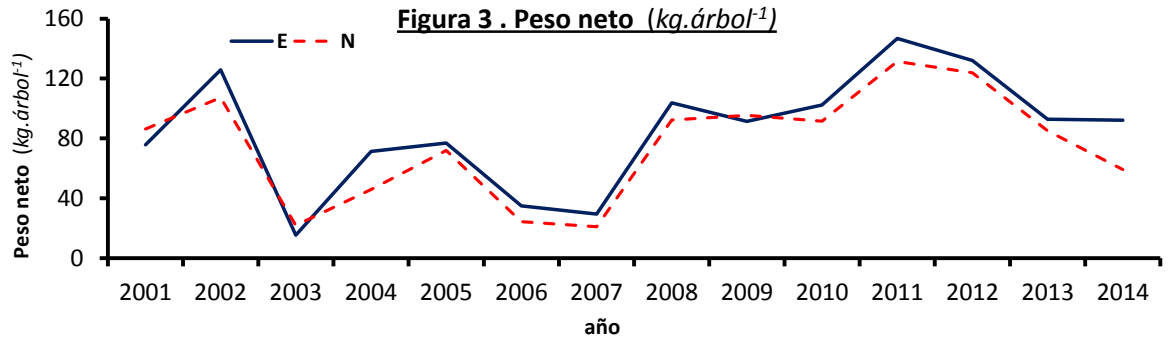
**K** Los altos contenidos de K en la cáscara de almendra (Tabla 1) han producido un aumento del 14 % del contenido en suelo superficial (0-25 cm) de K asimilable (López *et al.* 2014) y de los concentraciones en lámina foliar (Figura 1 c) respecto al tratamiento convencional. Esto ocurrió aunque este último recibió fertilización K a partir de 2008.

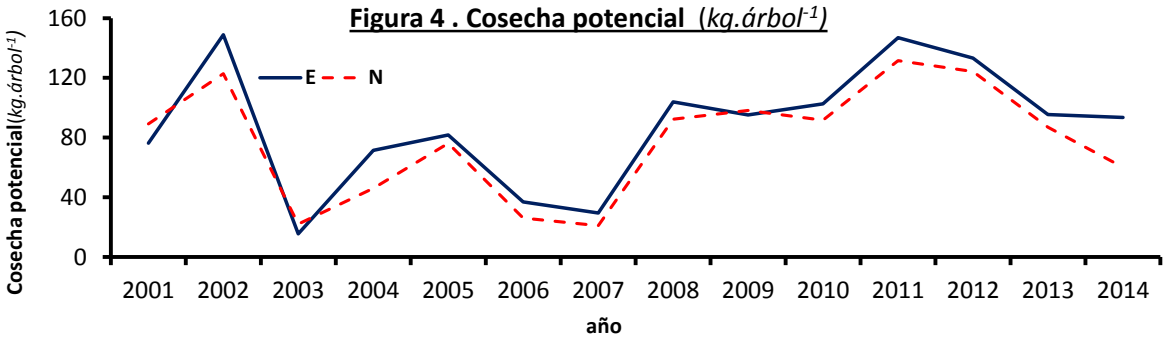
**Ca y Mg** Tras la segunda aplicación de cáscara de almendra sus niveles en lámina de hoja eran ligeramente mas bajos que en convencional, aunque las diferencias no eran estadísticamente significativas salvo en 2010 para Mg.

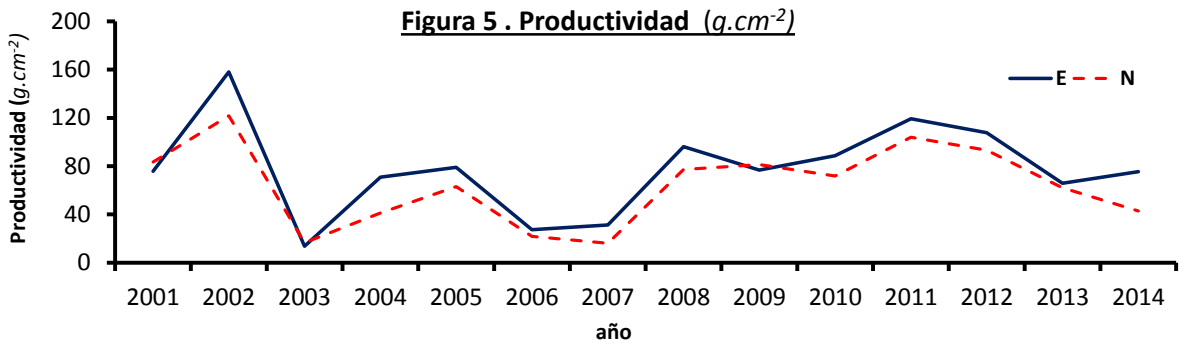
**Mn, Fe, Zn, Cu y B** Tuvieron niveles semejantes en ambos tratamientos.

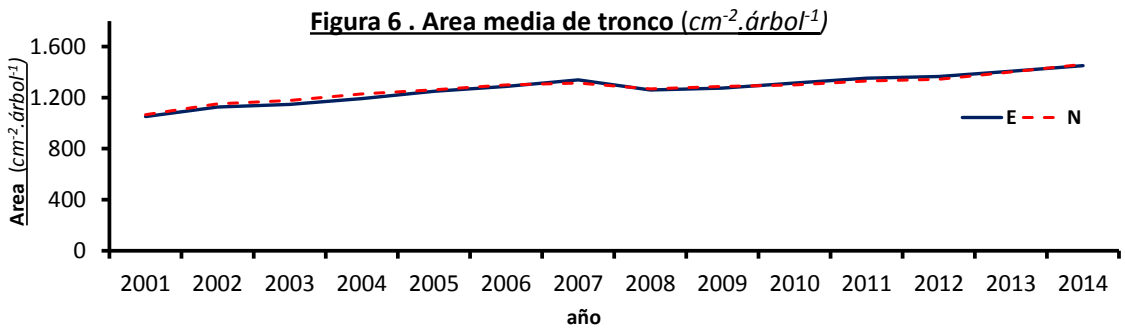
## COSECHA Y SUS COMPONENTES

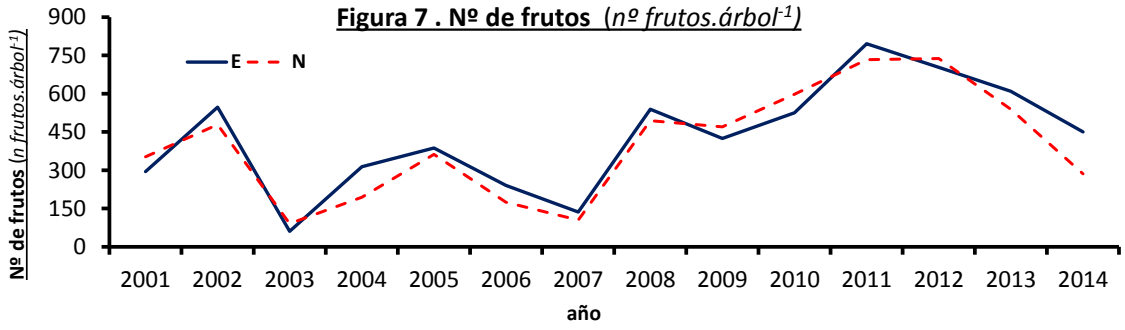
El peso neto, la cosecha potencial (incluyendo los frutos caídos durante el periodo de recogida), el área de tronco, la productividad (por unidad de área de tronco a 30 cm de altura), el número de frutos por árbol y el peso medio del fruto se resumen en las Figuras 3 a 8. Se incluyen las cosechas de 2001 y 2002 antes de la primera aplicación de cascara de almendra en mayo de 2002. El procesamiento por bienios y total del ensayo se inició con el bienio 2004 – 2005, excluyéndose la cosecha de 2003 como año de transición. El análisis por bienios permite excluir la alternancia de producción a nivel árbol. En casi todos los años la producción (Figuras 3, 4, 5 y 7) y el peso medio del fruto (Figura 8) fue ligeramente mayor en la producción ecológica. El área media del tronco era similar en ambos tratamientos (Figura 6). Analizados por bienios, entre 2004 y 2015, solo en el 2004 – 2005 las diferencias eran estadísticamente significativas a favor del tratamiento ecológico, dos y tres años tras la primera aplicación de cáscara de almendras (datos no presentados). En la Tabla 2 se muestran las características de la cosecha analizando conjuntamente los 6 bienios entre 2004 – 2005 y 2014 – 2015. Se constata una significativamente mayor cosecha media en ecológico, basada en gran medida en un mayor número de frutos por árbol.





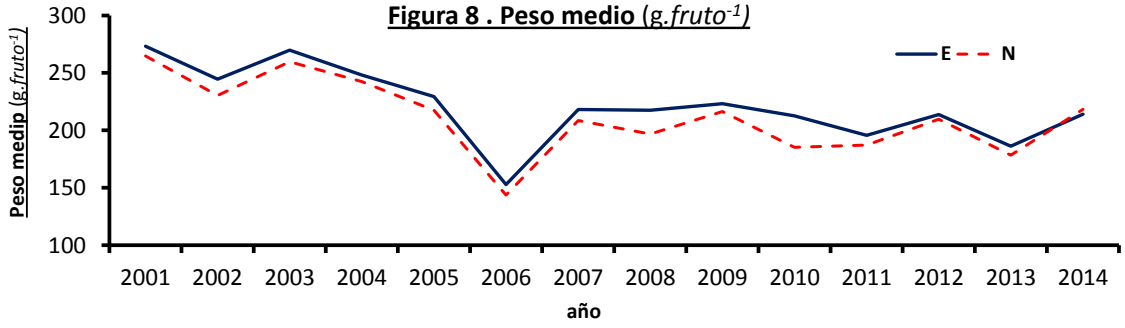




**Tabla 2. Cosecha anual media (2004-2015)**

| Tratamiento | Peso neto kg.árbol$^{-1}$ | Cosecha potencial kg.árbol$^{-1}$ | Nº frutos frutos.árbol$^{-1}$ | Peso medio g.fruto$^{-1}$ |
|---|---|---|---|---|
| Convencional | 77,9 | 79,9 | 433 | 209 |
| Ecológico | 91,1 | 93,4 | 489 | 208,6 |
| Nivel de significación | P£0,03 | P£0,03 | N.S. | N.S. |

## CONCLUSIONES

Durante 13 años se compararon tratamientos convencional y ecológico en una plantación adulta de aguacates Hass/Topa Topa. Ello alteró profundamente el perfil del suelo incrementando el contenido de materia orgánica (López *et al*., 2014). El contenido de N en lámina de hoja cambió a lo largo del experimento con un profundo descenso tras la primera aplicación de cáscara de almendras que no se reprodujo en aplicaciones posteriores. Parece que al aumentar el contenido de materia orgánica el sistema desarrolla cierta resistencia a las aplicaciones masivas de empajados con alta relación C/N. Los elevados contenidos de K en la cáscara de almendra redujeron ligeramente los contenidos foliares de Ca y Mg.

La producción de fruto fue más alta en el tratamiento ecológico incluso tras la primera aplicación de cáscara de almendras, que redujo significativamente el contenido de N en lámina de hoja. Cabe pensar que en los primeros años, antes de su descomposición, actuó fundamentalmente como empajado. En trabajos anteriores se ha observado, en este tipo de suelo, una influencia positiva de los empajados, orgánicos ó sintéticos, en el crecimiento y la cosecha del aguacate (Hermoso *et al*., 1995). Este trabajo confirma la excelente respuesta del aguacate a suelos porosos y ricos en materia orgánica, similares a los que existen en su región de origen en laderas volcánicas de Méjico y Guatemala.

## LITERATURA CITADA

Hermoso, JM, Soria, JT & Farré, JM. 1995. Soil management of avocados. Effects on growth and cropping. Proc. III World Avocado Congress. Tel Aviv: 255 – 258.

Hermoso, JM, Torres, MD, & Farré, JM. 2007. Cultivo ecológico y convencional del aguacate. Actas VI Congreso Mundial del Aguacate. Disponible en: http://www.avocadosource.com/wac6/es/extenso/3e-153.pdf

López, R, Burgos, P, Hermoso, JM, Hormaza, JI & González-Fernández, JJ. 2014. Long term changes in soil properties and enzime activities after almond shell mulching in avocado organic production. Soil and Tillage Research 143: 155 – 163.

Muñoz, AJ 1988. Comparación del sistema radicular del aguacate bajo dos sistemas de riego: goteo y microaspersión. EUITA. La Rábida. Trabajo Fin de Carrera.

Stark, JM & Hart, SC. 1997. High rates of nitrification and nitrate turnover in undisturbed coniferous forests. Nature 385: 61 – 63.

# ACTAS · PROCEEDINGS

## VIII CONGRESO MUNDIAL DE LA PALTA 2015

del 13 al 18 de Septiembre. Lima, Perú 2015

**www.wacperu2015.com**

PERÚ ProHass

ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE PALTA HASS DEL PERÚ