



Efecto de cubiertas vegetales permanentes en la fertilidad del cultivo de cítricos ecológicos

Domínguez Gento, A.¹; R. Ballester ² , M.D. Raigón³, M.D. Garcia³ , R. Vercher³, E. Moscardó⁴ , A. Calabuig¹

¹: Estació Experimental Agrària de Carcaixent (IVIA); Pda. Barranquet, s/n, 46740 Carcaixent (Valencia), tel: 962430400, alfonsdgento@gmail.com

²: Grup de Treball d'AE de la Unió de Llauradors i Ramaders, rballester@launio.org

³: Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agrónoma y del Medio Natural (UPV), Camí de Vera, s/n, 46022, Valencia; mdraigon@qim.upv.es

⁴: La Vall de la Casella, Coop.V.

Palabras clave: actividad enzimática o biológica (AB), alfalfa, capacidad de intercambio catiónico (CIC), cobertura, crecimiento, grama, mielgas

RESUMEN

Se han estudiado diferentes cubiertas vegetales permanentes en mandarinos ecológicos y convencionales de Alzira, en suelo arenoso, para comprobar su comportamiento fertilizante y su crecimiento. En plantación joven, con aspersión, se sembró alfalfa (*Medicago sativa*), sola y junto a ray-grass inglés (*Lolium perenne*), trévoles (*Trifolium subterraneum*+*T. repens*) y mielgas (*Medicago rugosa*+*M. truncatula*+*M. polymorpha*). En Clemenules adultos a goteo se estudiaron las silvestres en la conducción ecológica, y el no laboreo con herbicidas en la convencional. La evolución muestra como trévoles y mielgas degeraron muy deprisa, dando paso a silvestres (grama -*Cynodon dactylon*- en verano, y *Bromus* spp. y otras en invierno), descartándolos como coberturas en estas condiciones.

La alfalfa es la que mejor ha resistido la competencia de las hierbas en condiciones de insolación alta y aspersión. En biomasa y cobertura no se han encontrado diferencias entre alfalfa y grama, mientras que las demás eran menores, sobre todo en los adultos, por su sombreado.

La alfalfa incrementa el N y K, mientras que las silvestres los bajan; el Fe se reduce, más suavemente en las parcelas ecológicas. El Ca, P y Mg se mantienen, mejor con cobertura. Las variables que más diferencian los dos tipos de cultivos son la MO, CIC



o AB, muy relacionados con la vida del suelo. La aportación de materiales orgánicos de las cubiertas es la responsable en gran manera de ello en las parcelas ecológicas, mejor preparadas frente a situaciones de estrés o falta de nutrientes en suelo.

No existen prácticamente diferencias en parámetros de hoja, teniendo carencias de Fe y N en todos los casos.

1 . INTRODUCCIÓN

El uso de las cubiertas vegetales es una práctica recomendada en ecocitricultura, produciendo múltiples beneficios a niveles físico, químico y biológico: la disminución de los riesgos de erosión, el mantenimiento de fertilidad del suelo, a través de las aportaciones de materia orgánica o nutrientes y el favorecimiento de la estructura del terreno, la retención de la humedad y la mejora en la gestión hídrica, el refugio de fauna que supone un control biológico natural más eficaz, la mejora paisajística y de imagen comercial, etc., (Altieri, 1992; Ingelmo, García e Ibáñez, 1994; Albiach, Pomares y Canet, 1996; Cerdà, 2001; Domínguez Gento, Roselló Oltra y Aguado Sáez, 2002; Domínguez Gento et al., 2003; Domínguez Gento et al., 2004; Clemente, et al., 2005; Vercher Aznar et al., 2008).

Por todo ello se ve la necesidad de profundizar en esta técnica en condiciones de nuestra citricultura valenciana.

2 . MATERIAL Y MÉTODOS

Durante cinco años, dentro del Plan de Experimentación en AE de la Unió de Llauradors i Ramaders, financiado por la Conselleria de Agricultura de la GV, se ha llevado a cabo una experiencia con diversas especies de cubiertas vegetales permanentes en cítricos ecológicos. La parcela esta situada en el término municipal de Alzira, propiedad de la cooperativa de La Vall de la Casella, de terreno arenoso, y con plantones de unos 7 años de mandarinos conducidos ecológicamente en riego por aspersión, de las variedades “Beatriz” y “Orogrande”, y adultos de más de 25 años de la variedad “Clemenules” en goteo. Se hizo un diseño en bloques de repetición al azar, con los siguientes tratamientos:

1. ALF = Alfalfa (*Medicago sativa* L.). Dosis siembra: 30 kg/ha.



2. ALF+GRAM = Alfalfa (*M. sativa*) + ray-grass inglés (*Lolium perenne* L.). Dosis siembra: 30 kg/ha + 25 kg/ha. Evolucionando hacia alfalfa + gramíneas silvestres.
3. Trévoles (*Trifolium subterraneum* L.+ *Trifolium repens* L.). Dosis siembra: 8+10 kg/ha. Se produjo una evolución hacia cubiertas silvestres (= SILV).
4. Mielgas (*Medicago rugosa* L. + *Medicago truncatula* Gaertner + *Medicagopolymorpha* L.). Dosis siembra: 3 kg/ha de cada una. Se produjo una evolución hacia cubiertas silvestres (= SILV), fundamentalmente gramíneas (*Cynodon dactylon* (L.) Pers. en verano, y los géneros *Bromus*, *Poa*, *Hordeum*, *Alopecurus*, *Avena* o *Setaria* en invierno).

A. Cubierta silvestre en Clemenules adulto ecológico.

Q. Suelo descubierto (herbicidas), en Clemenules adulto convencional.

Se ha estudiado la evolución de la cubierta, así como de la fertilidad de la tierra y del cultivo, tratando con ANOVA multifactorial los datos.

3 . RESULTADOS

3.1 . CRECIMIENTO DE LAS CUBIERTAS

Como se ve a los datos y gráficas de cobertura, las parcelas que se han mantenido dentro de unos niveles suficientes han sido las del tratamiento 1 (alfalfa). La del 2 (alfalfa y ray-grass) también ha obtenido resultados de establecimiento medianamente positivos, sobre todo por la cobertura de alfalfa en verano y del raygrass en invierno; el nicho ecológico ocupado por esta última especie ha sido parcialmente invadido por otras gramíneas (principalmente *Bromus* en invierno y *Cynodon* en verano), estudiando la cubierta final como alfalfa+gramíneas. En los tratamientos T3 y T4 las hierbas silvestres se han apoderado casi completamente del abono verde sembrado; aún así, el abono (en este caso los tréboles y las mielgas), a pesar de desaparecer y dejar el lugar a las arvenses durante el verano, se recuperaban en parte durante el invierno, pero no llegaban a ser mayoritarias o imponerse. Al final, las espontáneas, y sobre todo la grama durante la época cálida, fue estudiada como una cobertura vegetal más dentro de las sembradas, con resultados interesantes en cuanto a la cobertura. Por eso se consideró a los dos tratamientos (T3, T4) como especies silvestres sobre plantones, dentro del planteamiento de diseño final.



Las especies silvestres observadas con mayor frecuencia han sido las siguientes:

Durante el invierno (otoño a inicio de primavera):

- 1) Gramíneas diversas, de escasa altura, del tipo *Bromus* spp. (los más abundantes), *Hordeum murinum* L., *Echinochloa* spp., *Poa* spp., *Alopecurus* spp., *Avena* spp. o *Setaria* spp.
- 2) Mielgas o carretones de amores silvestres (*Medicago* spp.).
- 3) *Fumaria* spp.
- 4) Agret (*Oxalis pes-caprae* L.).
- 5) *Lobularia marítima* (L.) Desv.
- 6) Amor de hortelano (*Galium aparine* L.).
- 7) Lisones (*Sonchus* spp.).
- 8) Caléndula (*Calendula arvensis* L.).
- 9) Geraniáceas pequeñas (*Erodium* sp., *Geranium* sp.).
- 10) Ortiga (*Urtica urens* L.).
- 11) Ajo puerro (*Allium* sp.)
- 12) Murajes (*Anagallis arvensis* ssp. *Arvensis* L., A. a. ssp. *Coerulea* Hartman).
- 13) *Veronica* (*Veronica persica* Poiret, *Veronica arvensis* L.).
- 14) Amapola (*Papaver rhoeas* L., *Papaver* sp.).
- 15) Agrilla o crespa (*Rumex* sp.)
- 16) Llantén (*Plantago* spp.)
- 17) Bolsa de pastor (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medicus).
- 18) *Parietaria* (*Parietaria judaica* L.), muy abundante junto al agret y la esparraguera silvestre (*Asparagus acutifolius* L.) y por bajo de los árboles adultos (sombreado).
- 19) Otras menos abundantes de los géneros *Lactuca*, *Brassica*, *Picris*, *Amaranthus*, *Chenopodium*, *Stellaria*, *Diploaxis*, *Urtica*, *Tribulus*, *Senecio*, *Cichorium*, *Stellaria*, *Rumex*, *Plantago*. Algunas perduran durante el verano, en peores condiciones.

Durante el verano (primavera-verano):

- 1) Grama (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.), con mucho el más abundante. Durante el invierno quedaba una cobertura de paja seca, que permitía salir a un menor número de hierbas espontáneas.
- 2) Cenizo (*Chenopodium album* L.), sobre todo al inicio. Posteriormente dejaron su nicho a la grama y otras hierbas silvestres, de mayor adaptación a la siega.
- 3) Bledos (*Amaranthus* spp.), sobre todo al inicio, como los cenizos.
- 4) Verdolaga (*Portulaca oleracea* L.), sobre todo al inicio.



- 5) Conizas (*Inula conyza* DC., *Conyza canadiensis* (L.) Cronq., *Conyza sumatrensis* (Retz) E. Walker), sobre todo al inicio.
- 6) Malva (*Malva* sp.), en poca cantidad.
- 7) Romaza (*Rumex* spp.)
- 8) Pata de gallo (*Echinochloa* spp.).
- 9) Tomatillo del diablo (*Solanum nigrum* L.).
- 10) Correhuela (*Convolvulus arvensis* L.).
- 11) Lengua de toro (*Echium* sp.).

Los resultados de las medidas de cobertura y biomasa son los que se exponen a continuación:

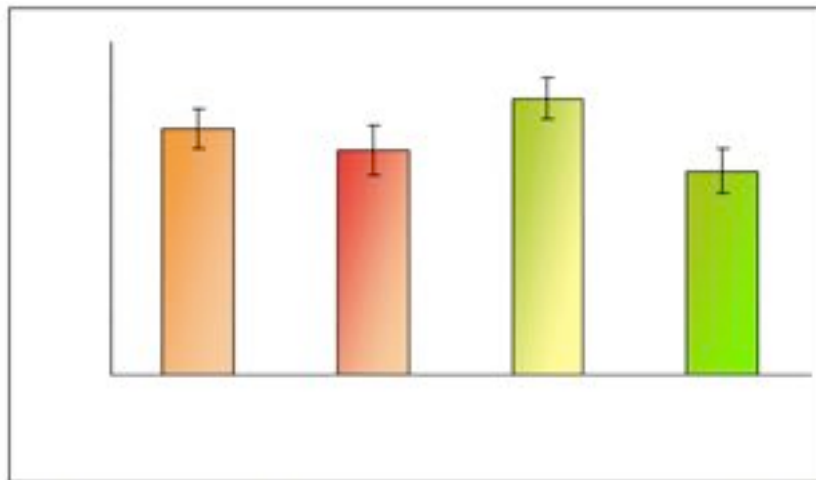


Figura 1: Cantidad media de biomasa fresca total aportada por cada siega, en t/ha, en cada uno de los tratamientos (alfalfa, alfalfa+gramínea, grama (*Cynodon*)+silvestres, silvestres). Niveles de significación con intervalos LSD al 95% de confianza.

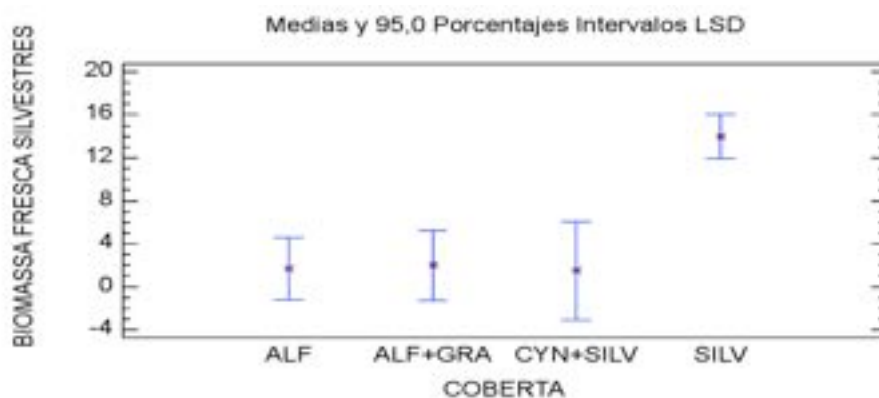


Figura 2: Cantidad media de biomasa fresca aportada por las hierbas espontáneas en cada siega, en t/ha, en cada uno de los tratamientos (intervalos LSD al 95% de confianza). La grama (*Cynodon*) se considera como un abono verde a efectos de la biomasa.



Figura 3: Cantidad media de biomasa fresca total aportada por cada siega, en t/ha, en cada una de las variedades estudiadas (intervalos LSD al 95% de confianza). Se puede equiparar a los dos tipos de riego, goteo en adultos y aspersión en Beatriz y Orogrande.

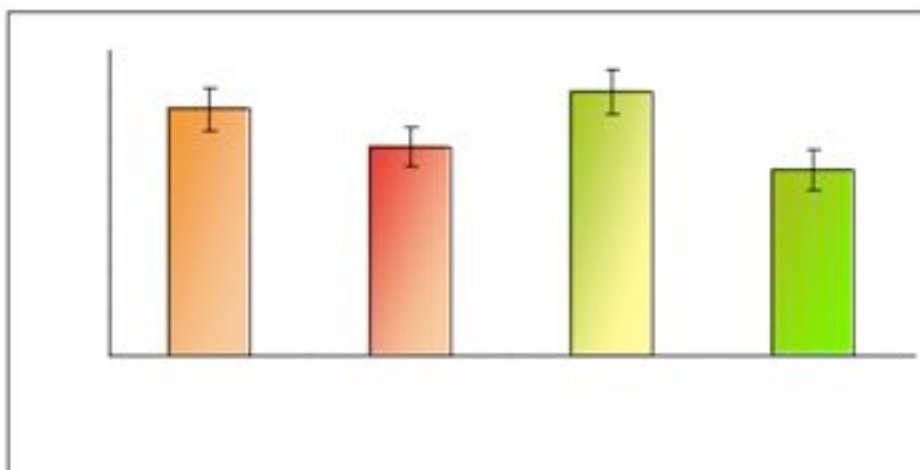
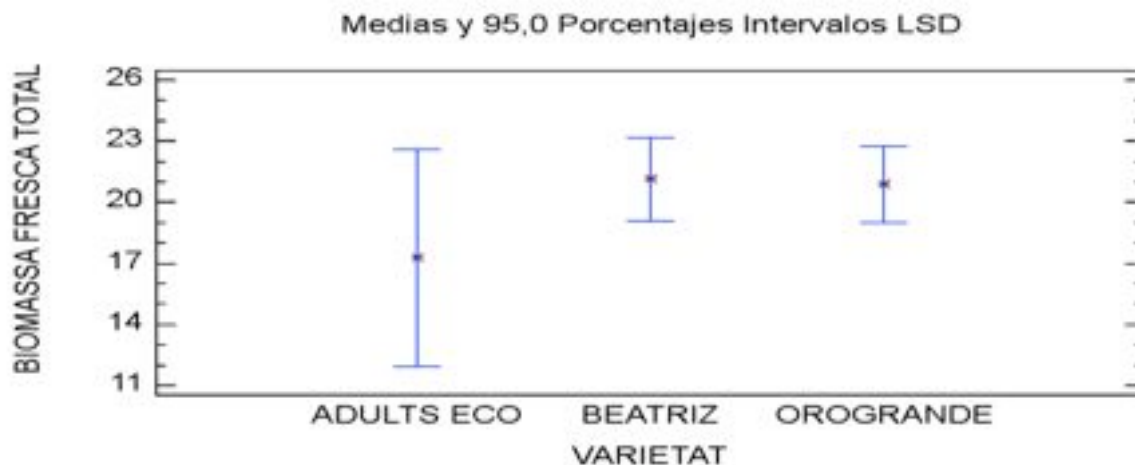


Figura 4: Cantidad media de biomasa seca total aportada por cada siega, en t/ha, en cada uno de los tratamientos. Niveles de significación con intervalos LSD al 95% de confianza.

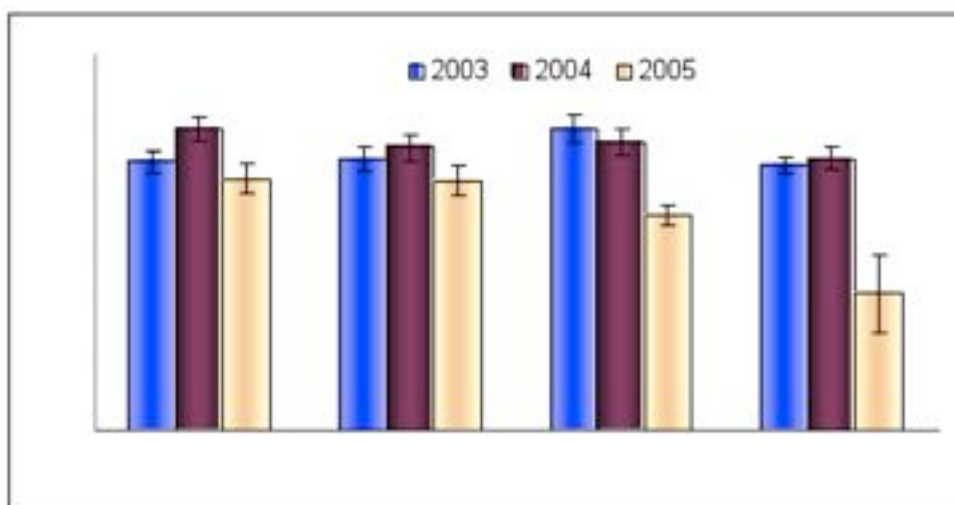


Figura 5: Cobertura total, en %, en cada uno de los tratamientos durante 3 de los años de estudio (intervalos LSD al 95% de confianza).



Las coberturas que se han obtenido son claramente favorables a la alfalfa frente a las otras sembradas o las silvestres. Dos de los cuatro tratamientos sembrados prácticamente desaparecieron al final del estudio, invadidos por las adventicias. La grama (*Cynodon*), como silvestre, es una hierba de verano con una competencia alta sobre las otras en condiciones de riego alto (aspersión), que se plasma en su cobertura y biomasa. El mejor año de coberturas fue el 2004, mientras que el 2005 fue el peor, fundamentalmente por las condiciones climáticas y por el propio cansancio de las cubiertas (a partir de 2006 la cobertura de la alfalfa no era suficiente y se inicia la fase de resiembra o sustitución).

Los resultados nos dan medias de unas 15 a 25 t/ha de biomasa fresca aportada en cada siega, por tanto se aportaría entre 37,5 y 62,5 t/ha y año de materia fresca (se han dado una media de 3 siegas por año). La de mayor biomasa aportada en fresco en una siega es la grama (no obstante, la grama sólo crece durante el verano, dando normalmente de 2 a 3 siegas). Si analizamos la biomasa del abono (donde incluimos a la grama como una hierba diferenciada de las otras silvestres), se ve como la alfalfa tiene el potencial de aportación de biomasa mayor, alrededor de las 20 t/ha y siega, traducidas alrededor de las 60 t/ha y año, siendo la mayor competidora frente a las hierbas silvestres. Proporciones similares tenemos en la biomasa seca, estando entre las 4 t/ha y siega de las hierbas silvestres y las 6 t/ha y siega de la grama o la alfalfa. Dando así una proporción del 25% aproximadamente de cociente entre BS/BF (más bajo en la grama y más alta en la alfalfa). Estos valores de biomasa seca se pueden traducir en términos de aportación de humus, de forma similar al análisis realizado en restos de poda por Pomares y Albiach (2008), calculando un coeficiente isohúmico del 8%, con 3 siegas de media y sólo contando la parte aérea, en unos 960 kg/ha de humus procedentes de las adventicias, frente a los 1440 kg/ha de humus de la alfalfa o la grama. Esto equivale a unas 6 a 10 t/ha de estiércol de oveja maduro, respectivamente.

No tenemos diferencias significativas entre los tratamientos, pero sí entre estos y las hierbas silvestres en la materia seca. Tampoco hay diferencia estadística entre los plantones y los adultos en cuanto a biomasa aportada por la cubierta, aunque en estos últimos se observa una menor cantidad media de biomasa, debido a la sombra efectuada por los árboles grandes que deja huecos sin cubrir y menor crecimiento de la hierba.



3.2 . FERTILIDAD DEL SUELO

Los resultados de la evolución de la fertilidad de la tierra han sido los que se describen a continuación.

Cuadro 1: Media de los parámetros del suelo para el tipo de cultivo, en el periodo de estudio.

PARÁMETRO	UNIDADES	ECOLÓGICO	QUÍMICO	REFERENCIA
Actividad Bio	µg PNF/g y h	279,54	72,63	100-300 Raigón (2009)
pH H ₂ O		8,19	7,15	(<5,5) 6,6-7,5 (>8,5) Legaz et al. (1995)
C.I.C.	meq/100 g suelo	11,30	4,08	(<5) 10-20 (>30) Gagnard J., Huguet C. y Ryser J.P. (1988)
CE	dS/m	0,22	0,18	(<0,2) 0,41-0,70 (>1,2) Legaz et al. (1995)
CaCO ₃	%	1,21	0,50	(<5) 10-20 (>40) Yanez, J. (1989)
MO	%	1,56	0,61	(<0,4) 0,81-1,5 (>2) Legaz et al. (1995)
C/N		11,94	9,95	(<6) 8-10 (>12) Legaz et al. (1995)
N	%	0,08	0,04	(<0,04) 0,13-0,18 (>0,18) Legaz et al.
P	mg/kg	59,26	55,48	(<10) 21-40 (>60) Legaz et al. (1995)
K	meq K/100 g	0,41	0,18	(<0,15) 0,31-0,51 (>0,77) Legaz et al. (1995)
Ca	meq Ca/100 g	10,79	2,44	(<3) 6-7 (>8) Legaz et al. (1995)
Mg	meq Mg/100 g	1,55	0,75	(<0,5) 1,01-1,75 (>2,5) Legaz et al. (1995)
Na	meq Na/100 g	0,21	0,19	(<0,31) 0,61-1 (>1,5) Jackson (1976)
Fe	mg Fe/kg ss	5,99	12,98	<2,5-4,51 Saña et al. (1996)
Cu	mg Cu/kg ss	0,80	2,41	<0,2 Saña et al. (1996)
Zn	mg Zn/kg ss	4,48	11,54	<0,5-11 Saña et al. (1996)
Ca/Mg		9,93	3,54	2,4-12 Raigón (2009)
Ca/K		30,38	14,02	2-40 Raigón (2009)
K/Mg		0,53	0,29	0,06-1,2 Raigón (2009)

(Los valores de referencia indican en el centro el intervalo considerado como normal, teniendo a la izquierda, entre paréntesis, el valor a partir del que se considera mucho bajo, y a la derecha el que se consideraría muy alto); en los microelementos Fe, Cu y Zn solos se da un intervalo de valor mínimo (que variará según el tipo de cultivo).

Cuadro 2: Media de los parámetros del suelo por cobertura, durante el periodo de estudio.

PARÁMETRO	UNIDADES	ALFALFA	ALF+GRAM	SILV	SILV GOTE0	QUÍMICO
Humedad	%	7,79	7,05	6,79	7,33	5,46
Act Bio	µg PNF/g y h	283,08	293,04	223,54	318,51	72,63
C.I.C.	meq/100 g suelo	12,70	10,20	9,94	12,35	4,08
MO	%	1,34	1,53	1,36	2,02	0,61
C/N		11,54	11,99	11,66	12,54	9,95
N	%	0,07	0,08	0,07	0,10	0,04
P	mg/kg	45,70	61,25	53,43	76,65	55,48
K	meq K/100 g	0,32	0,50	0,38	0,45	0,18
Ca	meq Ca/100 g	12,75	9,60	9,39	11,43	2,44
Mg	meq Mg/100 g	1,50	1,12	1,17	2,42	0,75
Fe	mg Fe/ kg ss	5,57	6,32	5,64	6,45	12,98
Cu	mg Cu/kg ss	0,71	0,78	0,85	0,85	2,41
Zn	mg Zn/kg ss	4,22	4,91	3,86	4,94	11,54

Algunos de los parámetros más relevantes, por su importancia y su significación estadística, se pueden observar con más detalle en las gráficas siguientes:

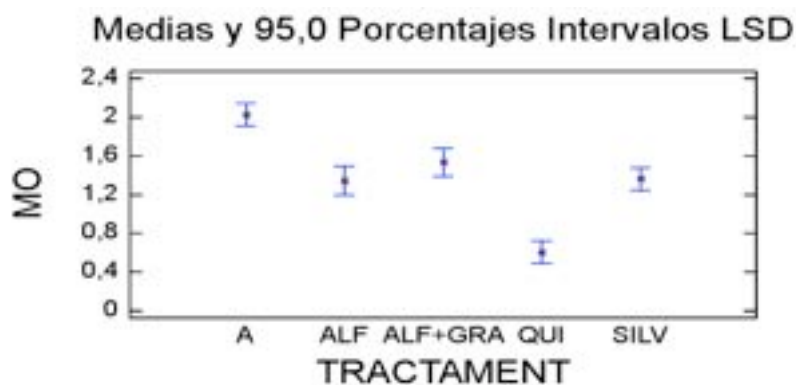


Figura 6: Medias de la materia orgánica del suelo en los distintos tratamientos (A=Adultos clemenules ecológicos, ALF=alfalfa, ALF+GRA=alfalfa+gramíneas, QUI=Adultos clemenules químicos, SILV=silvestres en aspersión).

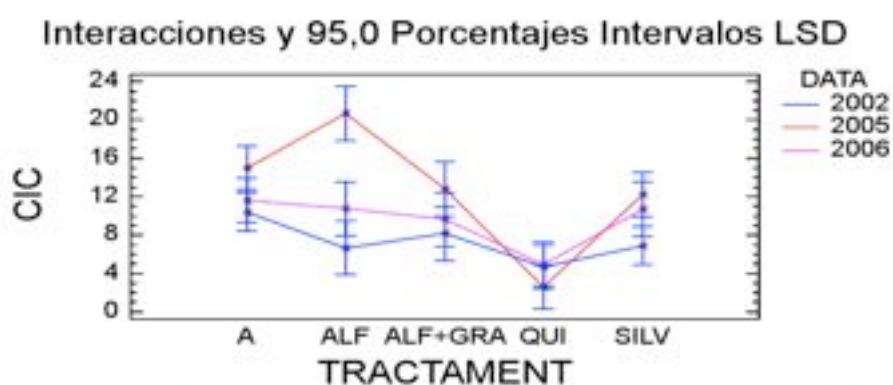


Figura 7: Medias de la capacidad de intercambio catiónico del suelo en los distintos tratamientos. A mayor CIC, mayor posibilidad de almacenamiento de nutrientes.

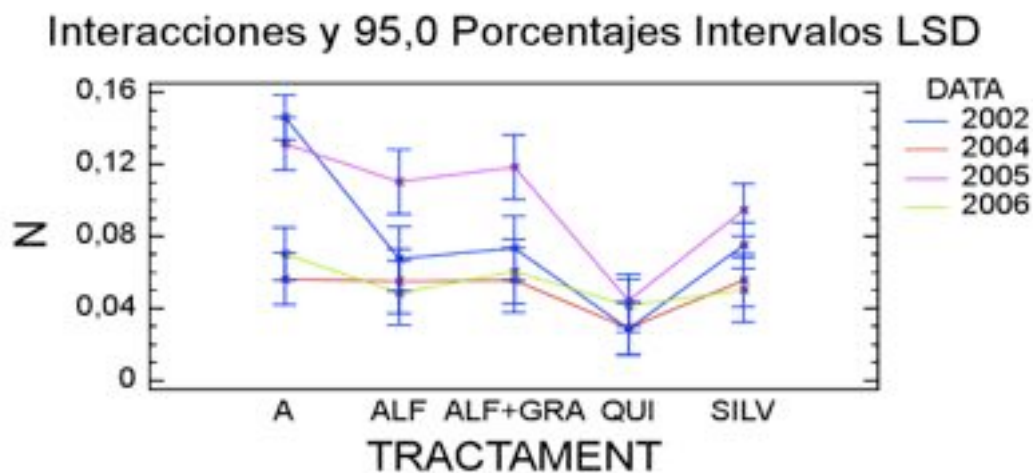


Figura 8: Evolución anual del nitrógeno en suelo en los distintos tratamientos.



Interacciones y 95,0 Porcentajes Intervalos LSD

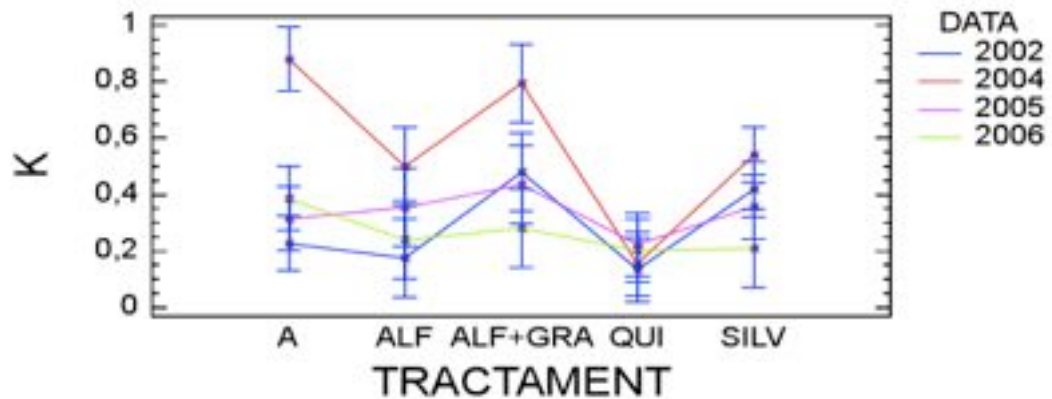


Figura 9: Evolución anual del potasio en suelo en los distintos tratamientos.

Interacciones y 95,0 Porcentajes Intervalos LSD

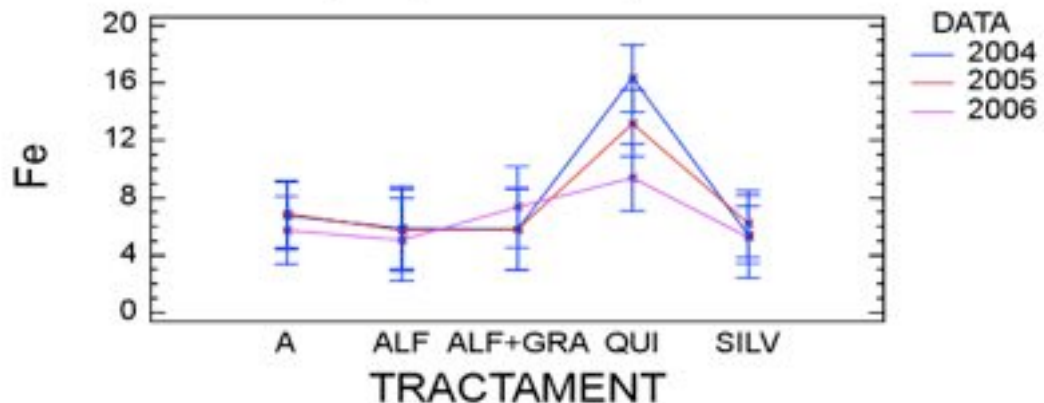


Figura 10: Evolución anual del hierro en suelo en los distintos tratamientos.

Destaca la inferioridad en todos los parámetros del cultivo químico respecto al ecológico, excepto en el hierro (aunque en este elemento todos los tratamientos son deficitarios en hojas, como se puede ver a el apartado siguiente), estando incluso por bajo de los valores recomendados por las diferentes fuentes bibliográficas utilizadas para calificarlos. Eso se ajusta a la idea del cultivo convencional de abonar al árbol y no de fertilizar la tierra, como en el caso ecológico, y con el aumento de la materia orgánica y de la CIC, directamente relacionadas con la fertilidad del suelo.

Precisamente, las diferencias entre los parámetros más directamente relacionados con la biodiversidad (coberturas, estiércoles y descomponedores), como son la MO, CIC, C/N y Actividad Biológica (AB), son muy llamativas, llegando a cuatuplicar la AB, o triplicar el contenido en MO. En cuanto al resto, las parcelas de adultos ecológicos son las que mejores valores han tenido, reuniendo además del 2% de MO media, frente al 1,5 % de



los plantons o el 0,6% del químico; parecidas cantidades tenemos en el AB (más de 300 µg PNF/g y h, frente a los 250 de los plantones o los 70 del químico); mejora la relación C/N, la N, la P, el Ca (importante en un suelo arenoso bajo en calcio) o el Mg. Eso será debido, muy posiblemente, a la incorporación de estiércol además de la cobertura en las parcelas adultas ecológicas, frente a las siegas de hierbas que son la incorporación mayoritaria en los plantones.

Si se analizan los incrementos producidos en estos 5 años, los más grandes se dan en aquellos tratamientos con valores más bajos (caso de la actividad biológica, la MO o el pH en el químico). Aumenta la CIC en todos los casos, especialmente en las parcelas sembradas de alfalfa. La MO y la relación C/N también han subido en todos los tratamientos, sobre todo en las parcelas con alfalfa y gramíneas.

El contenido en N ha sido mayor en la parcela química, cosa lógica por el hecho de ser abonado con N mineral, pero no se ha diferenciado en su incremento con respecto a los tratamientos de alfalfa (con o sin gramíneas), cuestión que nos apunta hacia la fijación del N atmosférico en sus raíces. Los adultos ecológicos, posiblemente debido a la aportación extra de estiércoles, ha aumentado este elemento, mientras que el único que ha rebajado su cantidad con respecto a los datos iniciales han sido las hierbas silvestres (menos de l'1%). En cuanto al P, solo se han producido dos suaves bajadas, en el caso de la alfalfa y los adultos ecológicos, mientras que el resto ha subido también suavemente (más en el caso químico, cosa razonable también). El tercer componente principal, el K, ha tenido más diferencias que el resto, aumentando más del 50% en los casos de la alfalfa y los adultos ecológicos, algo más del 17% en el químico, y bajando un 5% y un 15% en el caso de la alfalfa con gramíneas y las silvestres, respectivamente. De los iones metálicos, más solubles, destacan el incremento del Mg en todos los tratamientos, con un alto valor de aumento al caso de los adultos ecológicos (posiblemente por la incorporación de eptonita al estiércol usado), el incremento también del Zn en todos, o las pérdidas de Fe, excepto en el caso de la alfalfa con gramíneas. La reducción de Fe es más evidente en el caso de la parcela química.

3.3 . FERTILIDAD DEL CULTIVO

Los resultados de la evolución de la fertilidad en los mandarineros han sido los que se detallan a continuación.



Cuadro 3: Media de los nutrientes en hojas por tipo de cultivo, durante el periodo de estudio.

NUTRIENTE	UNIDADES	ECOLÓGICO	QUÍMICO	REFERENCIA Legaz et al. (1995)
Nitrógeno	%	1,76	1,64	(<2,2) 2,41-2,7 (>2,9)
Fósforo	%	0,15	0,13	(<0,09) 0,12-0,15 (>0,19)
Potasio	%	0,88	0,71	(<0,5) 0,71-1,0 (>1,3)
Magnesio	%	0,30	0,31	(<0,15) 0,25-0,45 (>0,9)
Calcio	%	4,74	4,38	(<1,6) 3,0-5,0 (>6,5)
Hierro	ppm	12,30	14,58	(<35) 60-100 (>200)
Cobre	ppm	9,00	10,98	(<3) 6-14 (>25)
Zinc	ppm	54,49	40,44	(<14) 28-70 (>300)

Cuadro 4: Media de resultados de los parámetros de hojas para el tipo de cultivo.

NUTRIENTE	UNIDADES	ALF	ALF+GRAM	SILV	ADULTO ECO	QUÍMICO
Cenizas	%	13,35	13,40	14,23	13,93	12,75
Nitrógeno	%	1,73	1,77	1,77	1,77	1,64
Fósforo	%	0,15	0,16	0,16	0,13	0,13
Potasio	%	0,92	0,97	0,80	0,85	0,71
Magnesio	%	0,33	0,30	0,31	0,27	0,31
Calcio	%	4,51	4,56	4,92	4,97	4,38
Hierro	ppm	11,51	12,74	11,70	13,24	14,58
Cobre	ppm	5,91	15,69	7,70	6,69	10,98
Zinc	ppm	56,33	32,81	89,43	39,38	40,44

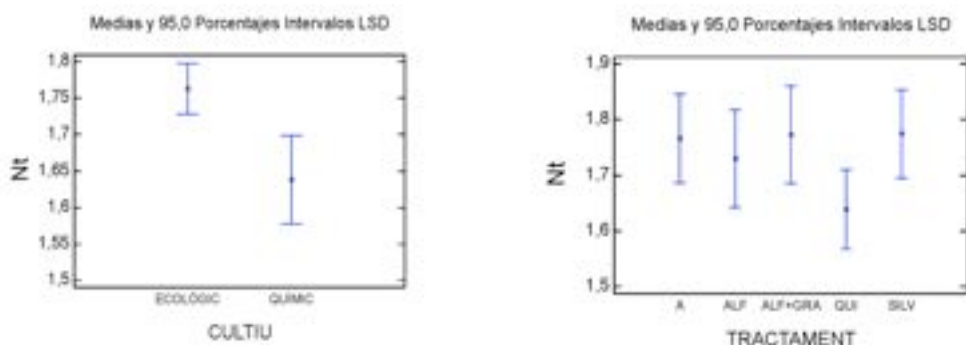
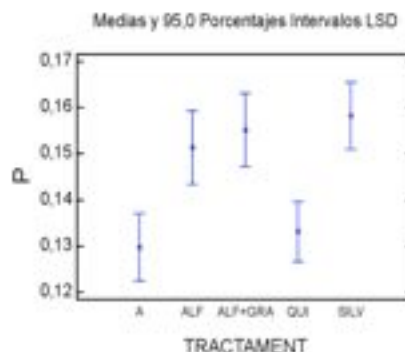


Figura 11: Valores medios de nitrógeno total en árboles (en %), según el tipo de cultivo o cubierta.



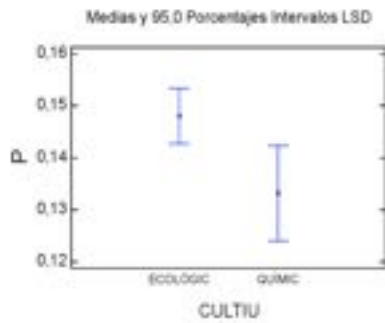


Figura 13: Valores medios de potasio en árboles (en %), según el tipo de cultivo o cubierta.

Figura 12: Valores medios de fósforo en árboles (en %), según el tipo de cultivo o cubierta.

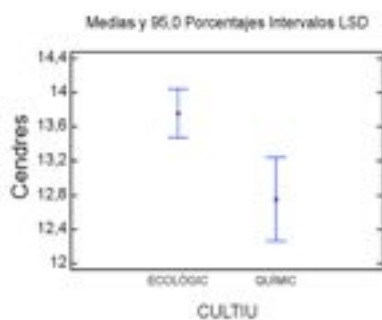
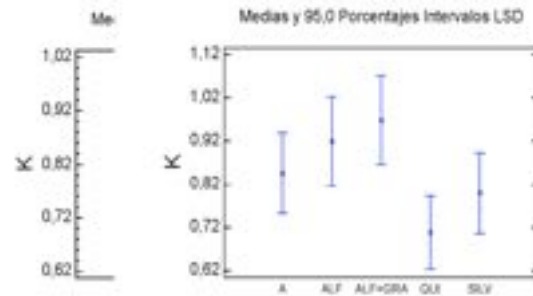
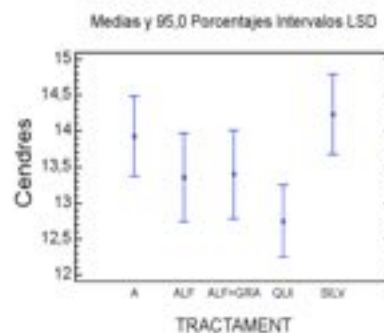


Figura 14: Valores medios de cenizas en árboles (en %), según el tipo de cultivo o cubierta.



Se puede ver como todos los parámetros caen dentro de los intervalos de referencia previstos como normales, excepto en el caso del N y del Fe. En el primer caso se ajusta a las bajas cantidades encontradas en la tierra; dado el carácter arenoso de la misma, no es extraño estas mínimas cantidades, dado que es un elemento móvil de fácil lavado. En la parcela química, la cual es fertilizada con N de síntesis, también tiene niveles bajos, por bajo incluso de los ecológicos, indicando que cuando cesa la aportación de aquel vía goteo o por tierra, los niveles en hoja decaen (la época de recogida de muestras es en el descanso de la plantación, entre noviembre y febrero, meses en los que no se fertiliza químicamente). El caso del Fe es más problemático, dado que está muy por debajo del considerado como mínimo por Legaz et al. (1995), ajustándose a los niveles y reducción prevista en las analíticas del suelo; se recomendaría una aportación extra o complementos en todos los casos.

En cuanto al resto de resultados, se observan las mayores cantidades de P, K y Mg en las parcelas de alfalfa, y el mayor contenido de cenizas, Ca o Zn en la de silvestres. También en este caso, las parcelas ecológicas tienen mayor contenido de nutrientes que la química, en general.



3.4 . RESULTADOS ECONÓMICOS

En el estudio se han tenido en cuenta también los costes del manejo de las cubiertas. Podemos comparar con los resultados obtenidos en otros estudios que venimos realizando en cítricos (Domínguez Gento, Ballester y Botella, 2009). Así, el coste de desherbado o manejo de las hierbas acompañantes puede ser una partida lo suficientemente amplia como para pararse a analizarla y mejorarla. Puede ser, junto a la fertilización o la poda, una de los gastos más voluminosos en cítricos ecológicos.

En este caso, podemos estar entre los 700 y los 1.000 €/ha y año de coste asociado al mantenimiento de las cubiertas (según sean sembradas o silvestres, y se pueda realizar con mayor o menor mecanización), que incluiría las semillas y su siembra (amortizables a 5 años), las siegas con tractor y las que se realizan con desbrozadora autopropulsada. Estas cifras son similares a las obtenidas en otros estudios, suponiendo entre el 15 y el 20% del coste variable total de la finca. Esto puede suponer entre un 50 y un 100% mayor que el coste del control químico (el cual se encuentra alrededor de los 500 €/ha). Para rebajar estos costes, sería necesario mejorar la mecanización del manejo de las cubiertas, así como aportar soluciones para el control de la hierba en las faldas (aperos adecuados, coberturas plásticas u orgánicas sin necesidad de mantenimiento, etc.).

Para tener por completo el cálculo de estos costes, debería realizarse una estimación de lo que supone la aportación de humus de la que se ha hablado en el apartado anterior, así como el consumo de agua que tienen las cubiertas o su aportación en el control biológico (que disminuirá el coste de fitosanitarios). Del primer cálculo, se puede desprender que, con una valoración de 0,10 €/kg (precio de mercado de una materia orgánica que aporte el humus en cantidades similares a lo explicitado en el apartado 3.1, incluyendo la aplicación en campo), existiría una diferencia favorable a la alfalfa o la grama de unos 300 €/ha, respecto a la siega de la cubierta con hierbas espontáneas (con la media de 3 siegas que se ha obtenido). Y si ésto se compara con el suelo desnudo (conducido con herbicidas o motocultor), sin otra fuente de humus que la externa, llegaríamos hasta los 500 €/ha de diferencia favorable al uso de alfalfa o cubiertas de similar aportación de materia seca. La diferencia radica en que la aportación de materias orgánicas para mantener el humus del terreno es obligatoria en agricultura ecológica, mientras que en convencional no es así.

Del coste del riego o de su aportación en control de plagas todavía no se han extraído datos suficientes para valorar esta técnica. Tampoco de otras aportaciones



secundarias importantes, como el mantenimiento de la capa fértil frente a la erosión por lluvias, que fue desastrosa en la finca convencional vecina en la campaña 2006 y 2007. Todos estos datos son de difícil valoración, pero muy importantes en la gestión del cultivo.

4 . CONCLUSIONES

- Destacan las cubiertas de grama (*Cynodon dactylon*), con una gran cobertura y aportación de biomasa estival y cobertura seca invernal, que dejaba paso a las gramíneas de otoño-invierno, y la alfalfa, con buena cobertura y 1 4 aportación de biomasa. La alfalfa es la única de las especies que ha resistido la competencia de las hierbas en condiciones de insolación alta y riego por aspersión; no obstante, su cobertura ha ido disminuyendo a partir del 5 año de cultivo. El raygrass fue siendo desplazado poco a poco por otras gramíneas silvestres (en verano el propio *Cynodon*, y en invierno fundamentalmente *Bromus*), y las mielgas y los tréboles dejaron paso rápidamente en hierbas adventicias en los dos primeros años, posiblemente por las condiciones desfavorables de la siembra en un suelo arenoso, y por el menor potencial de competencia entre aquellas y las adventicias frente al riego total de la aspersión en verano. Entre las silvestres tuvieron un papel muy destacado los géneros *Bromus*, *Poa*, *Hordeum*, *Alopecurus*, *Avena* o *Setaria* en invierno, y la grama en verano. En cuanto a biomasa y cobertura, no se han encontrado diferencias significativas entre la alfalfa y la grama, mientras que las otras especies silvestres y sembradas tenían coberturas menores, llegando estas últimas a desaparecer, como ya se ha comentado. Se observa una menor cantidad media de biomasa en los árboles adultos, debido al sombreado que impedía el crecimiento de hierbas.
- La alfalfa mantiene o incrementa el N y K, mientras que las silvestres los bajan. El P se mantiene en cantidades más o menos estables. El Mg aumenta en todos los casos, mientras que el Fe se reduce, más suavemente en las parcelas ecológicas (tendiendo incluso a aumentar en la de alfalfa+gramíneas) que en las convencionales. El Ca, muy importante en una tierra arenosa de bajo contenido en carbonatos cálcicos como es el caso, se mantiene más con cobertura, se supone que por la mejora producida en el complejo arcillo-húmico obtenida.
- Es destacable que muchos de los parámetros han estado por debajo del mínimo recomendado para los suelos de los cítricos en la parcela convencional (MO, AB, CIC, Nt, K, Ca o Mg). Se hace evidente que el mantenimiento de la producción y



de la fertilidad del cultivo en esta parcela se deberá realizar por medios químicos, y realizarse de forma continuada para no perder potencial productivo, dado que el suelo no respondería a una demanda de los nutrientes sin aportaciones externas. En el caso del cultivo ecológico, el efecto de aumento de la fertilidad del suelo es evidente desde el inicio, por lo que debería responder a un estrés fertilizante de la planta con una mayor facilidad de adaptación.

- Las variables que más diferencian en los dos tipos de cultivos son los de fertilidad del terreno, como MO, CIC o Actividad biológica (AB), los cuáles tienen que ver también con la vida del suelo. Está claro que la presencia de cubiertas vegetales y la aportación de materiales orgánicos por parte de aquellas son los responsables en gran manera de estos incrementos. Se ha de tener en cuenta que durante los primeros años las parcelas de “Orogrande” y “Beatriz” no recibieron otra fertilidad extra más que la aportada por las cubiertas, y los dos últimos años se empezaron a utilizar cantidades muy discretas (menos de 10 kg/árbol), y sólo repartidas en el punto cercano a los cítricos. No fue así en el caso de los adultos, los cuales se abonaron además con estiércoles en abundancia (unas 20 t/ha y año), siendo el peso de lo aportado por las cubiertas vegetales mucho menor.
- Apenas si hay diferencias en los nutrientes foliares, estando en rangos normales todos los tratamientos, excepto en el caso del Fe y la N (en los que todos son deficitarios, en mayor o menor grado). El Fe es más fácil de restituir en el cultivo ecológico (están autorizados todos los tipos de micronutrientes), mientras que el caso del N es más complejo de equilibrar de forma ecológica. Resalta el 1 5 caso de la alfalfa, que a pesar de aumentar la N en suelo a lo largo del período de estudio, ha sido insuficiente para llegar a los mínimos recomendados en suelo y hojas, dado que se partían de valores muy bajos (entre 0,06 y 0,07%).
- Se descartan, por su baja competencia frente a silvestres, los tréboles y mielgas por sí solos, con riego por aspersión y en este tipo de suelos. Las espontáneas, a pesar de no mejorar la fertilidad, si son interesantes en aspectos sanitarios, sobre todo si evolucionan hacia especies más estables y de menor crecimiento (fundamentalmente gramíneas tipo *Hordeum*, *Bromus* o *Cynodon*, frente a los géneros más comunes al inicio de una conversión, como *Chenopodium*, *Amaranthus*, *Conyza*, *Malva* y anuales similares). Dentro de las especies estudiadas, destaca la alfalfa como cubierta vegetal para plantas jóvenes (por la biomasa aportada, por la cobertura y competencia con adventicias, o por la



fertilidad añadida al sistema), siendo sólo superada por las silvestres con incorporación de estiércol de los adultos ecológicos (en MO o AB). En parámetros de cultivo no existe diferencias significativas entre los tratamientos ecológicos que nos haga decantarnos por unas u otras en estos momentos.

- El coste del mantenimiento de las cubiertas vegetales está por encima del uso de herbicidas, si no se tienen en cuenta las externalidades que produce la contaminación de la tierra o acuíferos o los efectos en la salud del uso masivo de aquellos. De todas formas, se debe ser riguroso al intentar calcular la aportación económica frente al coste de las cubiertas vegetales, tanto en los casos del cálculo de humus estable aportado, claramente favorable a las cubiertas de mayor biomasa, como de otro tipo de aportaciones o consumos (erosión, control biológico, agua), de difícil contabilización pero de repercusiones muy importantes.
- Para finalizar, es interesante continuar con posteriores ensayos, para profundizar en los parámetros ya estudiados, así como en otros productivos y de sostenibilidad del cultivo (costes energéticos, disponibilidad de agua, biodiversidad, calidad de la producción, aceptabilidad de las técnicas), con éstas y otras cubiertas vegetales.

AGRADECIMIENTOS

Esta experiencia está encuadrada dentro del Plan de I+D+i de Agricultura Ecológica de la Unió de L'auradors i Ramaders, financiado por la Generalitat Valenciana; agradecemos la ayuda prestada por A. Llopis, J. Furió, J. Bolinches, L. García, J.V. Llorens, R. Trillas, M. Naranjo, I. Gimeno, J. Gorbe, C. Guerrero, L. Micó, y otros profesionales y estudiantes que han colaborado en la finca de la Vall de la Casella, Coop.V., aportando información y esfuerzo de gran valor.

BIBLIOGRAFIA

ALBIACH, R., F. POMARES, R. CANET. 1996. Actividades enzimáticas como índices de la actividad biológica del suelo en huertos ecológicos de cítricos. En: II Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Pamplona-Iruña. 405-412.

ALTIERI, M.A. 1992. Biodiversidad, agroecología y manejo de plagas. Ediciones Cetal, Valparaíso, Chile, pp. 162.



CERDÀ, A. 2001. Erosión hídrica del suelo en el Territorio Valenciano. El estado de la cuestión a través de la revisión bibliográfica. Geoforma Ediciones, Logroño, 79 pp.

CLEMENTE, V.; ANSALONI, T.; AUCEJO, S.; DOMÍNGUEZ GENTO, A.; JACAS, J.A. 2005. Influencia de la cubierta vegetal en la acarofauna asociada a mandarinos en cultivo ecológico. Póster presentado en la I Conferencia 16 Internacional sobre Cítricos Ecológicos (BIOCÍTRICS) y IV Congreso Valenciano de Agricultura Ecológica.

DOMÍNGUEZ GENTO, A.; BALLESTER, R.; BOTELLA, J. 2009. El proceso de conversión a la citricultura ecológica. Vida Rural mayo 2009, p. 30-36.

DOMÍNGUEZ GENTO, A.; LABORDA, R.; MARTÍNEZ DÍAZ, F.; ROSELLÓ OLTRA, J. 2003. Evaluación de microartrópodos en suelos de cítricos ecológicos y convencionales. Posibilidades de uso como bioindicadores, dentro de “L’Agricultura Ecológica a la Comunitat Valenciana”, Actas del III Congreso valenciano de Agricultura Ecológica (Castelló, diciembre 2002); p. 315-330; Ed. Universitat Jaume I

DOMÍNGUEZ GENTO, A.; RAIGÓN, M.D.; GUERRERO, C.; BELENGUER, A. 2004. Estudio de la fertilidad de una plantación de naranjos ecológicos valencianos con diferentes manejos del suelo, Actas VI Congreso de la S.E.A.E. (Almería, septiembre 2004); p. 1441-1452; Ed. S.E.A.E.

DOMÍNGUEZ GENTO, A.; ROSELLÓ OLTRA, J.; AGUADO SÁEZ, J. 2002. Diseño y manejo de la diversidad vegetal en agricultura ecológica. Cuadernos de agricultura ecológica. SEAE. Ed. Phytoma. Valencia. 132 pp.

GAGNARD J., HUGUET C. y RYSER J.P. 1988. L’analyse du sol et du végétal dans la conduite de la fertilisation: le contrôle de la qualité de fruits. org. int. lutte biologique et intégrée. • GUIGOU, B., B. THONNELIER, B. DUZAN, B. FELIX-FAURE. 1989. Pour valoriser les analyses de sol. Purpan (Ed) 134: 3-88.

INGELMO, F., J. GARCÍA, A. IBÁÑEZ. 1994. Efectos de una cubierta herbácea en las características físicas de un huerto de cítricos. En: Actas del I Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Conselleria de Agricultura y Medio Ambiente (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha); Toledo 343- 349.

JACKSON, M L. 1976. Análisis químico de suelos. Ed. Omega. Barcelona.



LEGAZ, F., E. PRIMO. 1988. Normas para la fertilización de los agrios. Fullets Divulgació 5. IVIA (Conselleria d'Agricultura i Pesca-GV).

LEGAZ, F.; SERNA, M.D., FERRER, P.; CEBOLLA, V.; PRIMO-MILLO, E. 1995. Análisis de hojas, suelos y aguas de plantaciones de cítricos. Procedimiento de toma de muestras; Hojas Divulgativas de la Conselleria de Agricultura Pesca y Alimentació - Generalitat Valenciana; Ed. GV-CAPA; València, 26 pp.

POMARES, F.; ALBIACH, M.R. 2008. Valoración de los residuos orgánicos como fuente de materia orgánica y nutrientes; Levante Agrícola nº 393 (4º Trimestre 2008), p. 349-374

RAIGÓN, M.D. 2009. Com. pers. • SAÑA, J.; MORÉ, J.C.; COHÍ, A. 1996. La gestión de la fertilidad de los suelos. Edita Ministerio de agricultura, pesca y alimentación (MAPA). Madrid.

VERCHER AZNAR, R.; A. DOMÍNGUEZ GENTO, S. GONZÁLEZ, P. MAÑÓN, R. BALLESTER, V. BORRÁS. 2008. Entomofauna auxiliar asociada a setos naturales y cubiertas vegetales en cítricos ecológicos valencianos, Actas VIII Congreso SEAE sobre Agricultura y alimentación ecológica y IV Congreso Iberoamericano de Agroecología, Bullas (Murcia), septiembre de 2008.

YANEZ, J. 1989. Análisis de suelo y su interpretación. Horticultura 49, pp. 75-89.