

La cerealicultura ecológica es más rentable

Estudio energético y económico

Textos y gráficos: Carmelo Lacasta y Ramón Meco (*)

En la cerealicultura convencional, para mantener su forzada producción se han de utilizar abonos químicos, combustible y plaguicidas en tal cantidad, que no resultaría rentable si no fuera por las subvenciones. Además, a la vista del siguiente estudio, la producción no parece ser competitiva con la de otros países del norte de Europa, ni supera a la ecológica, que no recurre a abonos ni plaguicidas químicos. Este trabajo es un resumen del presentado en Córdoba, en el IV Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE) en septiembre del 2000.

Un país puede mejorar rápidamente sus cosechas de cereales, hasta que alcanza los límites ambientales y después ninguna cantidad de dinero, ingenio o abono químico, logrará mejorar la producción. Tanto Francia como China fueron capaces de cuadruplicar sus rendimientos de cereales respecto al siglo pasado, pero EEUU, con toda su capacidad tecnológica, disponibilidad de abonos químicos y conocimientos agronómicos, no fue capaz de equiparar estos logros y en los últimos 13 años no ha conseguido mejorar los rendimientos (Brown, 1997). El mismo comportamiento han seguido nuestros ambientes semiáridos.

En la figura 1, reunimos los datos de rendimiento de un cultivo de cebada en rotación con otro cultivo (barbecho, girasol o leguminosas), en el mismo lugar y con un manejo parecido y utilizando el abono químico, recogidos en diferentes trabajos (Lacasta *et al.*, 1988; Lacasta y Meco, 1996; Meco *et al.*, 2000). Para su elaboración hemos tomado los promedios de tres años, a fin de mini-

mizar los efectos de las variaciones del tiempo –por ejemplo el rendimiento de 1980 es un promedio del periodo 1979-1981–.

En la figura se observa que el rendimiento de esta zona está entre los 2.000 y 3.000 kg/ha, habiendo un pico en los años 80 que supera los 3.000 kg/ha y un valle en los 90 que desciende por debajo de los 2.000. Ambas situaciones están relacionadas con las condiciones meteorológicas de esos años.

Este nivel de producción de los 2.500 kg/ha ya se obtenía en la España semiárida en 1916, cuando el cereal se abonaba y rotaba con otros cultivos (Benaiques, 1964). La Revolución Verde de los años 60, supuso principalmente para nuestros sistemas agrarios de cereales de secano la generalización del uso de abonos químicos y una mejora importante en la calidad de vida con la mecanización generalizada de la mayoría de los procesos de producción; pero los límites ambientales de producción de nuestro secano ya se habían alcanzado en algunos centros experimentales agrícolas españoles a principios de siglo.

Mientras, para las zonas húmedas de Europa, la Revolución Verde supuso también que las nuevas variedades con un índice de cosecha superior al 50 % (El índice de cosecha relaciona el peso del grano con el peso total de la planta exceptuando las raíces), pudieran expresar el máximo su potencial gracias al agua y al control de plagas.

Estando tan limitados por los factores ambientales, no podemos realizar el mismo tipo de agricultura que nuestros vecinos del norte. Nuestras limitaciones

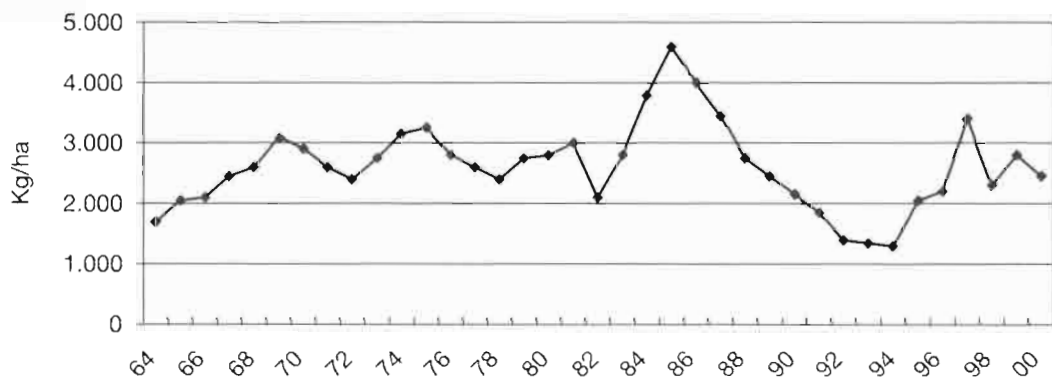


Fig. 1. Evolución de los rendimientos de cebada en rotación con otro cultivo en Santa Olalla, Toledo.



Campo de ensayo de rotaciones

ambientales para obtener mejores rendimientos son también limitaciones para el desarrollo de plagas.

Las rotaciones de cultivo limitan los problemas de hierbas espontáneas, y los residuos de las cosechas se reciclan antes, permitiendo hacer una agricultura ecológica de secano sin aplicación de ningún tipo de abono exógeno, únicamente con los residuos de las cosechas, que suponen más del 50% de la producción de biomasa del sistema cerealista.

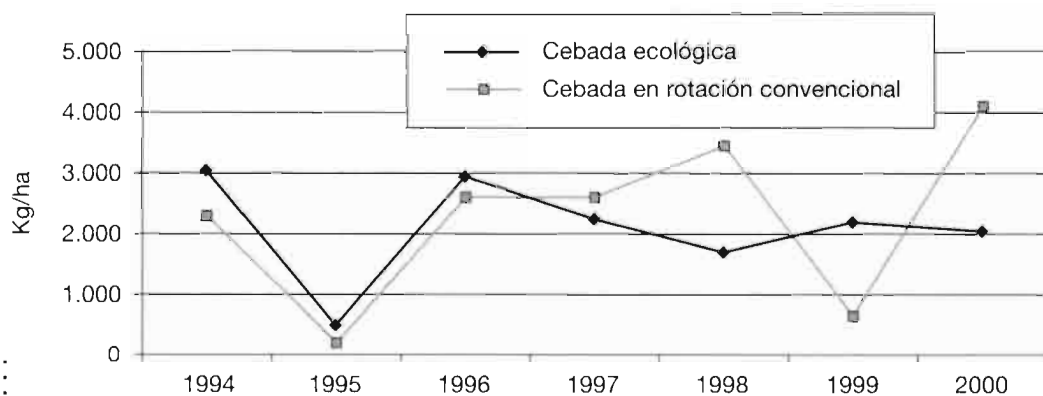


Fig. 2. Evolución de los rendimientos de cebada en manejo ecológico y convencional

Diferentes resultados obtenidos en España (Meco *et al.*, 2000 y Zaragoza *et al.*, 2000) demuestran que este tipo de agricultura sin aplicación de abono orgánico ni inorgánico, puede producir unos rendimientos menores: entre el 10 y el 20 %, pero los beneficios económicos, como mínimo, se duplican. Los rendimientos de este tipo de agricultura son también más estables (Fig. 2) cuando se comparan con la agricultura convencional ya que al tener una disponibilidad de nutrientes más escasa, no sufren tanto los vaivenes de los años secos y húmedos.

En las sociedades tradicionales, cerca del 80 % de la energía consumida por el ser humano procedía de los productos agrícolas y éstos obtienen su energía del sol. En el transcurso de este siglo, la que fuera principal fuente de energía pasó a ser uno de los mayores sumideros energéticos: hoy la agricultura moderna consume mucha más energía de la que luego ingerimos en forma de calorías. La relación entre energía disponible en calorías alimenticias y la energía aplicada para obtenerla (combustible, abonos, semillas, etc.), mide la productividad energética. Antes era muy alta y se acercaba a 10:1.

Actualmente, en el mundo occidental, esta relación se ha invertido y es de 1:10. (Ulrich *et al.*, 1996).

¿Y esta relación determina la perdurabilidad del sistema!

Estudios realizados en todo el mundo y citados por Fernández-Quintanilla y Gómez Fernández-Montes (1984), muestran claramente cómo la evolución hacia una agricultura más tecnificada y productiva ha llevado asociada una notable reducción de su eficacia en el uso de la energía, aunque ésta dependía más de los rendimientos que de las proporciones de energía invertidas.

Cómo hicimos el estudio

Para la realización de este trabajo hemos contado principalmente con el experimento de agricultura ecológica descrito en el trabajo de Meco *et al.* (2000), donde ensayaron seis rotaciones de dos hojas y que tiene una antigüedad de siete años, y con otros experimentos que se realizaron en la misma parcela manejados convencionalmente.

TIERRA Y CLIMA.

La tierra es arcillosa, uniforme, profunda, con gran capacidad de retención de agua, difícil de trabajar dada su dispar consistencia en los grados extremos de humedad, de velocidad de infiltración pequeña y cuyos mecanismos de expansión y contracción superan las posibles consecuencias de la suela de labor.

Las características químicas son: pH alrededor de 7, materia orgánica 1,4 %, carbonato cálcico 2,5 %, fósforo 20 ppm y potasio 180 ppm.

El clima es semiárido, con cuatro meses de estío y seis meses de heladas. La precipitación media durante el periodo de estudio ha sido de 457 mm/anuales, con dos temporadas secas 94-95 y 98-99, con precipitaciones inferiores a los 300 mm/año.

COSTES UNITARIOS. Para el cálculo de los costes energéticos unitarios hemos utilizado los obtenidos por Fernández-Quintanilla y Gómez Fernández-Montes (1984) y Hernanz *et al.* (1992), basados en procesos, métodos y cálculos obtenidos por diferentes autores.

ESTUDIOS ENERGÉTICOS Y ECONÓMICOS REALIZADOS.

De todos los gastos de producción (gastos variables, impuestos, intereses, trabajo familiar, ambientales, etc.) que se debe considerar en un análisis de costes energético y económico, sólo vamos a hacer referencia

a los gastos variables: maquinaria, combustible, abonos, semillas y herbicidas. No consideramos la mano de obra por ser prácticamente constante en todas las rotaciones (1,5 y 2 peonadas por hectárea), y si la introduyéramos en los estudios económicos, los beneficios siempre serían negativos –pensamos que lo que más puede interesar al agricultor es si con los sistemas ecológicos va a obtener mayores beneficios–.

Tampoco tuvimos en cuenta operaciones posteriores a las labores realizadas en el campo, como transporte, almacenamiento y conservación. El margen bruto o beneficio lo obtenemos de la diferencia entre el producto bruto (producción obtenida por el precio de venta) menos los gastos enumerados, sin considerar subvenciones ni precio superior para el producto ecológico. En las rotaciones convencionales, para el cálculo del coste energético y económico hemos considerado como producción la paja de los cereales recogida, tomando como valor medio el 75 % de la producción de grano –el resto de la paja (otro 75 % de la produc-

Las diferencias significativas entre los distintos tratamientos se mantienen en la eficiencia energética y en el margen bruto, ya que ambos se obtienen de los rendimientos.

LOS RESULTADOS

CONSUMOS DE ENERGÍA Y COSTES DE PRODUCCIÓN.

Como era de esperar, el consumo energético en la agricultura convencional (Tabla 1) es dos o tres veces superior al de la agricultura ecológica en todos los cultivos. La razón principal está en los abonos químicos, que se encuentran entre el 50 % y el 64 % del total de energía empleada.

La energía asociada a la fabricación y uso de maquinaria, semillas y herbicidas, tiene muy poca incidencia en el balance final.

Como el cultivo de cebada conlleva más abono y labores, es también el mayor consumidor de energía de todos los cultivos estudiados.

Rotaciones	Maquinaria	Combustible	Semillas	Abonos	Herbicidas	TOTAL
ECOLÓGICAS						
Cebada sobre barbecho	244	3.012	1.950			5.206
Cebada en rotación	220	2.247	1.950			4.417
Veza forraje	131	1.721	1.000			2.852
Veza enterrada	136	1.338	1.000			2.474
Garbanzo	182	1.864	1.200			3.246
Girasol	227	2.247	45			2.519
CONVENCIONALES						
Cebada	240	2.820	1.950	9.520	289	14.819
Veza forraje	135	1.912	1.000	3.120	289	6.456
Garbanzo	172	2.247	1.200	3.120	289	7.028
Girasol	199	2.629	45	3.120	289	6.282

ción de grano) es el rastreo que se incorpora a la tierra. Estas proporciones responden a una relación paja/grano de 1,5.

En el caso de las rotaciones ecológicas, toda la paja del cereal es incorporada a la tierra como abono.

El consumo de energía y los costes de producción se han elaborado por cultivo, ya que así cualquier persona puede calcular los costes energéticos o económicos de sus campos en función de las rotaciones empleadas.

La eficiencia energética y el margen bruto lo hemos elaborado en función de las rotaciones estudiadas por nosotros en los últimos años. Cuando la eficiencia energética era menor que la unidad, hemos invertido la relación y le hemos agregado el signo menos para que se vea mejor. El análisis estadístico sólo se realiza sobre las producciones, ya que es la única variable que tiene una distribución aleatoria.

Cuando analizamos los costes de producción, lo primero que observamos es la nula relación que hay entre los costes energéticos (Tabla 1) y los económicos (Tabla 2).

En los últimos podemos ver la incidencia que tiene el coste económico de utilización de la maquinaria, que está situado entre el 40 % y el 61 %, mientras el coste energético es inapreciable y nunca supera el 5 %.

Abono y herbicidas siguen siendo capítulos importantes en los costes de producción en agricultura convencional, con el 40 % sobre los costes finales, lo que significa que para que la agricultura convencional fuera más rentable que la ecológica, debería obtenerse una producción capaz de amortizar estos costes. Al precio que tiene la cebada ahora, esto supondría que la agricultura convencional tendría que rendir más de 1.400 kg/ha que la ecológica.

Tabla 1.
Consumos medios de energía exógena por cultivo (kg/ha)

Rotaciones	Maquinaria	Combustible	Semillas	Abon. ^o	Herbicidas	TOTAL
ECOLÓGICAS						
Cebada sobre barbecho	19.734	4.914	8.250			32.898
Cebada en rotación	15.664	3666	8.250			27.580
Veza forraje	12.426	2.808	5.400			20.634
Veza enterrada	9.020	2.184	5.400			16.604
Garbanzo	14.586	3.042	16.000			33.628
Girasol	17.600	3.666	3.750			25.016
CONVENCIONALES						
Cebada	16.897	4.602	8.250	18.400	5.400	53.549
Veza forraje	12.866	3.120	5.400	9.300		30.686
Garbanzo	13.222	3.666	16.000	9.300	7.400	49.588
Girasol	15.554	4.290	3.750	9.300	7.400	40.294

Tabla 2. Costes medios de producción por cultivo (pta/ha).

PRODUCCIONES. La producción de heno de veza, considerando los valores medios de los ocho años (Fig. 3), presenta un descenso del 20 % en el manejo ecológico con respecto al convencional, aunque esta disminución de los rendimientos se debe sólo a dos años (96-97 y 99-00) en que las condiciones meteorológicas permitieron la eficiencia del abonado químico.

Como el girasol es un cultivo de verano, la disponibilidad de agua es el factor determinante en su producción y por ello no se aprecia diferencias entre abonarlo o no, tanto en los valores medios de los ocho años, como cuando se considera por años. La cebada en las

rotaciones ecológicas dio mayores producciones en los años secos (94-95 y 98-99) y en los no muy húmedos (93-94). En los años húmedos aventajaron las convencionales. Los rendimientos medios de los siete años (Fig. 4) indican una disminución de cosecha de entre el 8 y el 25% dependiendo de la rotación ecológica que se compare con las rotaciones convencionales.

El monocultivo de cebada convencional es el de menor producción, por debajo incluso de todas las cebadas obtenidas ecológicamente. Observamos que la producción de cebada ecológica sobre veza enterrada no supone ningún aumento de la producción cuando

Fig. 3. Producción media de 8 años en manejo ecológico y convencional de heno de veza y girasol.

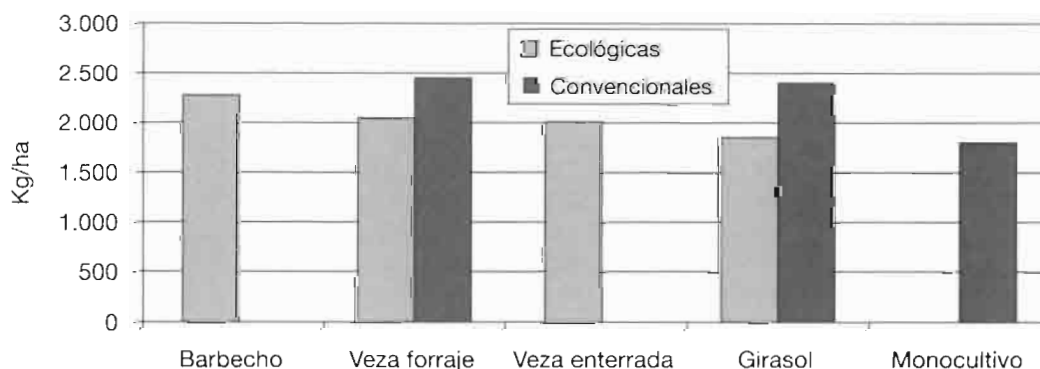
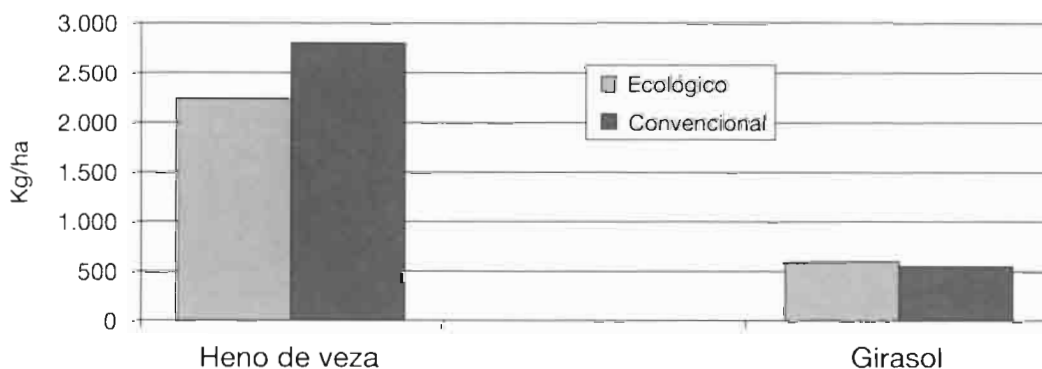


Fig. 4. Producción de cebada (media de 7 años) en diferentes rotaciones ecológicas y convencionales.

FIG. 5. Eficiencia energética de una rotación cebada-veza forraje en manejo convencional y ecológico.

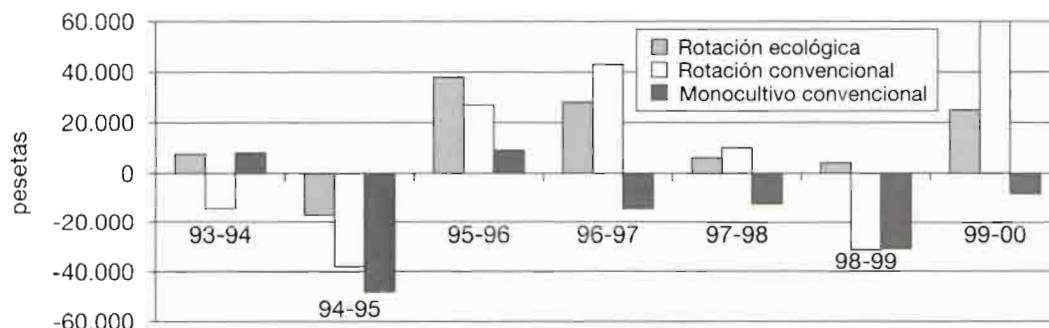
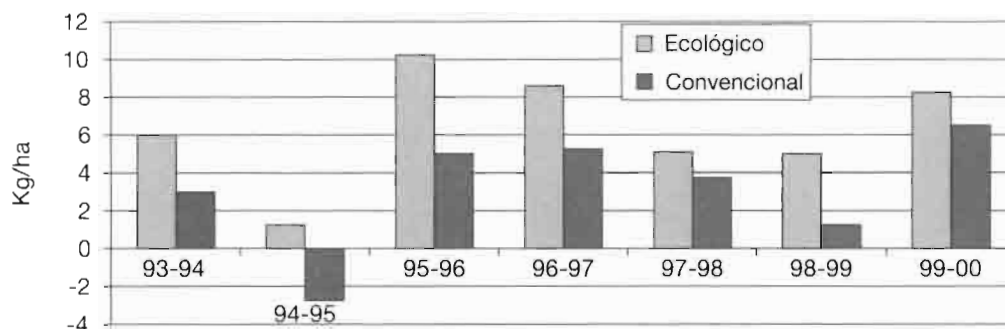


FIG. 6. Margenes brutos por hectárea en diferentes rotaciones de cultivo.

se compara con la cebada obtenida sobre veza forraje, lo que indica que para estos ambientes semiáridos, puede ser un despilfarro energético y económico enterrar la veza como abono verde.

EFICIENCIA ENERGÉTICA. La eficiencia energética en las rotaciones ecológicas es mayor que en las convencionales, y eso a pesar de que en las convencionales se considera la paja como un producto energético que será utilizado por el ganado, ya que si no fuera así, la eficiencia de la agricultura convencional estaría alrededor de 1:1,5. Por otra parte se observa que la eficiencia en las rotaciones con abonado químico está más relacionada con el rendimiento que con la energía invertida. Así los años húmedos (95-96, 96-97 y 99-00), con buenas producciones, las eficiencias se duplican e incluso triplican, pero también en esos años las rotaciones ecológicas son las que mayor eficiencia presentan, llegando incluso a la tan deseada rentabilidad energética 1:10, en otras palabras, obtener 10 MJ de cosecha por cada MJ invertido. La figura 5 muestra las eficiencias de una rotación de cebada - veza - forraje en manejo convencional y ecológico.

ESTUDIO ECONÓMICO. Los beneficios medios por hectárea son superiores en las rotaciones ecológicas que en las convencionales (Fig. 6).

Meco *et al.* (2000), utilizando un procedimiento distinto para el cálculo de los costes, también obtenían para la rotación cebada-veza enterrada convencional un beneficio negativo.

Las rotaciones convencionales de cebada-girasol y monocultivo de cebada obtienen márgenes brutos

medios negativos, lo que indica que si se mantienen es gracias a las subvenciones.

Cuando las condiciones meteorológicas favorecen la eficiencia de los agroquímicos, los beneficios se disparan en las rotaciones convencionales, superando en algunos casos las 60.000 ptas/ha. Estas cifras actúan como señuelo para mantener una agricultura con agroquímicos en nuestros ambientes semiáridos, cuando la mayoría de los años resulta antieconómica. En la figura 6 sólo se ha representado el beneficio de las rotaciones más rentables, tanto en manejo ecológico como en convencional, que son las rotaciones de cebada con veza forraje y la rotación en manejo convencional de monocultivo de cebada -la práctica más extendida en la cerealicultura convencional-.

Gráficamente se ve que ésta de los siete años sólo dos obtuvo beneficios y éstos fueron menores de 10.000 ptas/ha. Ello contrasta con la rotación ecológica, que sólo tuvo pérdidas un año.

Conclusiones

La agricultura ecológica en los agrosistemas de cereales gasta la mitad de energía y cuesta también la mitad que la convencional, debido principalmente a no usar agroquímicos. Para que fuera rentable la agricultura convencional, tendría que producir el doble que la ecológica y esto no ha ocurrido en ningún año de los ocho estudiados. La media de producción ha sido, como máximo y para alguna de las rotaciones convencionales, un 20 % superior que las ecológicas. El abono verde (enterrado de una leguminosa) puede suponer un despilfarro energético y económico en los cereales de secano.



• Para que fuera
• rentable la
• agricultura
• convencional,
• tendría que
• producir el doble
• que la ecológica.

La cerealicultura convencional se mantiene gracias a las subvenciones. Sólo cuando las condiciones meteorológicas favorecen la eficiencia de los agroquímicos, los beneficios se disparan en las rotaciones convencionales, **obteniéndose márgenes económicos en algunos casos superiores a las 60.000 ptas/ha**. Estas cifras actúan como señuelo para mantener una agricultura con agroquímicos en nuestros ambientes semiáridos, cuando la mayoría de los años resulta antieconómica.

En la Europa húmeda, el coste del cereal es de 10 ptas/kg, en la España seca es de 20 ptas/kg. Con estas diferencias, nunca se podrá competir. Se debe buscar otra forma de revalorizar nuestros cereales y esto lo puede hacer la agricultura ecológica. ■

(*) CARLOS LACASTA trabaja en el Consejo Superior Investigaciones Científicas, Centro de Ciencias Medioambientales, Finca Experimental La Higuera, 45530 Santa Olalla (Toledo). csic@fonogocio.com

RAMÓN MECO trabaja en el Servicio de Investigación y Tecnología Agraria, Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de Castilla La Mancha, c/ Pintor Matías Moreno 4, 45021 Toledo. ramonmeco@jccm.es

Bibliografía

DENAGES, C. (1964) *Agricultura productiva: Técnicas coordinadas para lograr mayores cosechas y mejores tierras*. Ministerio de Agricultura. Madrid. 854 pp.

BROWN, L.R. (1997) *¿Podemos aumentar los rendimientos de los cereales con la suficiente rapidez?* World Watch 4:8-17.

FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C.; A.J. GÓMEZ FERNÁNDEZ-MONTES

(1984). *Análisis energético de la producción de cereales en la región central*. An. INIA 25:41-54.

HERNÁNDEZ, J.L.; V.S. GIRON, C. CERISOLA, L. NAVARRETE, C. FERNÁNDEZ-QUINTANILLA (1992) *Análisis de la energía consumida y de los costes de producción de tres sistemas de laboreo ensayados en tres cultivos extensivos*. An. INIA Vol. 7 (2):209-225.

LACASTA, C.; S. OLIVER, J. MESEGUER (1988) *Estudio agroclimático de cereales y leguminosas de Santa Olalla, Toledo*. Avances sobre investigación en bioclimatología. CSIC. 195-208.

LACASTA, C.; R. MECO (1996) *Efecto de diferentes labores y rotaciones en un suelo arcilloso sobre la producción de cultivos herbáceos en Castilla-La Mancha: 12 años de experimentación*. Rentabilidad y Medio Ambiente, Actas Congreso Nacional Agricultura de Conservación. 141-145.

MECO, R.; C. LACASTA, E. ESTALRICH, G. GARCÍA MURIEDAS (2000) *La Agricultura ecológica en cereales, una alternativa para zonas semiáridas. Una alternativa para el mundo rural del tercer milenio*. Actas del III Congreso SEAE, 83-94.

ULRICH, E.; L. HUNTER, A. LOVINS (1996) *Factor 4. Duplicar el bienestar con la mitad de los recursos naturales*. Informe al Club de Roma, 429 pp

ZARAGOZA, C.; J. AIBAR, P. CAVERO, P. CIRJA, M.V. CRISTÓBAL, A. DE BENITO, A. GARCÍA MARTÍN, G. GARCÍA MURIEDAS, J. HERNÁNDEZ, J. LABRADOR, C. LACASTA, A. LAFARGA, J.A. LEZAUN, R. MECO, A. MOYANO, M.J. NEGRO, M.L. SOLANO, F. VILLA, I. VILLA (2000) *Manejo ecológico de agrosistemas en secanos semiáridos. Resultados de doce ensayos sobre fertilización y escarda. Una alternativa para el mundo rural del tercer milenio*. Actas del III Congreso SEAE, 75-82.