



The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

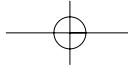
Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
<http://ageconsearch.umn.edu>
aesearch@umn.edu

Papers downloaded from AgEcon Search may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.

No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.



Economía Agraria y Recursos Naturales. ISSN: 1578-0732. Vol. 8, 2. (2008). pp. 73-91

Rentabilidad económica de explotaciones agrarias de secano según tamaño y tipo de laboreo

A. Serrano^{a*}, M. Suárez de Cepeda^b, V. Sánchez-Girón^c

RESUMEN: El objetivo de este trabajo es evaluar, desde un punto de vista económico, el efecto que supone pasar de un sistema de laboreo tradicional a uno de laboreo reducido en explotaciones cerealistas de la meseta castellana. Se utilizan datos experimentales de campo para estimar las producciones, así como un sistema de decisión experto para seleccionar el parque de maquinaria que conlleva el menor coste de utilización. La rotación de cultivos que se ha considerado ha sido trigo/leguminosa. No se encontraron diferencias significativas entre los rendimientos obtenidos en los tres sistemas de laboreo comparados. Los resultados económicos se muestran condicionados por el sistema de laboreo empleado y el tamaño de la explotación.

PALABRAS CLAVE: Cultivos de secano, resultados económicos, sistemas de laboreo, tamaño de explotación.

Clasificación JEL: Q12.

Economics of reduced tillage systems on rainfed farm enterprises of different sizes

SUMMARY: The objective of the present study was to assess, in semiarid conditions of central Spain, the economic feasibility of chisel ploughing and no-tillage compared to mouldboard ploughing for rainfed winter wheat and forage legume production on different farm sizes. A decision support system was used to solve for the least-cost machinery selection for each farm enterprise and tillage system considered. No differences were observed in either wheat or forage vetch crop yields averaged across several years, irrespective of the tillage system used. The economic performance was found to depend on the tillage system adopted and farm size.

KEYWORDS: Economic analyses, farm size, rainfed crops, tillage systems.

JEL classification: Q12.

^a Departamento de Economía y Ciencias Sociales Agrarias, ETSI Agrónomos, UPM.

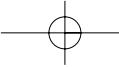
^b Departamento de Mecánica Aplicada y Proyectos, ETSI Agrónomos, UCLM.

^c Departamento de Ingeniería Rural, ETSI Agrónomos, UPM.

Agradecimientos: Los autores quieren agradecer los comentarios realizados por los evaluadores anónimos. Este trabajo forma parte del proyecto AGL2007-65698-C03-01 financiado por la CICYT.

Dirigir correspondencia a: Arturo Serrano. E-mail: arturo.serrano@upm.es

Recibido en septiembre de 2007. Aceptado en abril de 2008.



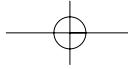
1. Introducción

La producción de cultivos extensivos en los secanos semiáridos de España está muy limitada por las condiciones climatológicas. Sus rendimientos, normalmente bajos (1.500-3.000 kg/ha), dependen más de la cantidad de precipitación recibida y de su irregular distribución que de los insumos agrícolas o del sistema de laboreo utilizado (López-Bellido *et al.*, 1996; Sánchez-Girón *et al.*, 2004). Por otra parte, es un hecho fácil de constatar que la población agraria ha ido disminuyendo en las últimas décadas a la vez que ha aumentado notablemente el tamaño de las explotaciones. Todo ello motiva que la adopción de técnicas de laboreo reducido, como la siembra directa o simplemente no laboreo, y el laboreo mínimo, haya crecido de manera importante en los últimos años.

Según datos de la Asociación Española de Agricultura de Conservación/Suelos Vivos (AEAC/SV), en el año 2003 se cultivaban en España en torno a 2 millones de ha mediante técnicas de laboreo de conservación, de las que, aproximadamente, 500.000 ha lo eran mediante siembra directa o no laboreo. En la actualidad se contabilizan 2,4 millones de ha, de las que 1.250.000 ha se llevan con laboreo mínimo, 600.000 ha con siembra directa, y 550.000 ha con cubierta vegetal (AEAC/SV, 2006). Smart y Bradford (1999), entre otros muchos autores, señalan que los sistemas de laboreo de conservación, y de forma muy particular el no laboreo, favorecen la acumulación de agua en el suelo y conllevan una reducción de los costes de mano de obra, combustible y maquinaria. Este ahorro de costes es debido a que la siembra del cultivo se realiza sin efectuar labor alguna de preparación del lecho de siembra, con la excepción del control de las malas hierbas con herbicidas.

Los cultivos de secano están inevitablemente asociados a unos rendimientos bajos e irregulares que condicionan la viabilidad económica de las explotaciones agrícolas, las cuales subsisten en gran medida gracias a los subsidios de la PAC. Hasta la campaña 2005/06, los agricultores de secano han venido enfrentándose a una situación en la que los precios de los inputs, en concreto, gasóleo, herbicidas, fertilizantes, semillas y maquinaria, crecían de manera continuada y, sin embargo, los precios de los productos permanecían constantes, e incluso podían llegar a bajar. En el momento de redactar este trabajo, la coyuntura económica ha variado sensiblemente, ya que a un encarecimiento inesperado de los productos le ha acompañado un crecimiento más que proporcional del coste de los factores, fundamentalmente combustibles y abonos. Estos hechos hacen que el agricultor responda de dos maneras bien diferenciadas. Por un lado, muestra un interés creciente por adoptar sistemas de laboreo reducido para disminuir los costes de producción; y, por otro lado, trata de aumentar el tamaño de su explotación con el fin de aprovechar las economías de escala que ello supone. En Castilla y León, por ejemplo, el porcentaje de explotaciones con un tamaño igual o superior a 100 ha aumentó desde el 10%, en 1997, hasta el 14.5%, en 2005, cifrándose su tamaño medio en 234 ha (INE, 2005).

Existe un interés creciente por comparar los resultados económicos asociados a diferentes sistemas de laboreo. En este sentido, Janosky *et al.* (2002) han observado que, en las condiciones semiáridas de las grandes llanuras de Estados Unidos y Canadá, los sistemas de laboreo reducido, al compararlos con los sistemas de laboreo



tradicional, mejoran los resultados económicos de las explotaciones cerealistas. Sin embargo, cuando se adoptan estos sistemas de cultivo en presencia de una flora arvense difícil de controlar, el elevado coste de los herbicidas que hay que aplicar se traduce en una acusada disminución de los resultados económicos de la explotación (Zentner *et al.*, 2002a).

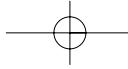
La evaluación del impacto económico que los sistemas de laboreo de conservación tienen en la mejora de la rentabilidad de las explotaciones extensivas está sujeta a imprecisiones e indefiniciones. En efecto, la mayor parte de los trabajos que se han publicado analizando las prestaciones económicas de diferentes sistemas de laboreo y rotaciones de cultivo se basan en datos de experimentos de campo específicamente diseñados para evaluar distintos aspectos técnicos de los mismos, pero sin prestar atención a los estrictamente económicos. Ello implica que para evaluar la rentabilidad de una explotación con diferentes sistemas de cultivo se extrapolan sin más los datos obtenidos experimentalmente mediante ensayos (Wiese *et al.*, 1994; Janosky *et al.*, 2002; Zentner *et al.*, 2002b; Juergens *et al.*, 2004; Sánchez-Girón *et al.*, 2004).

El objetivo de este trabajo es evaluar, desde un punto de vista económico, el efecto que supone pasar de un sistema de laboreo tradicional a uno de laboreo reducido en diferentes explotaciones cerealistas de la meseta castellana, cuyos tamaños varían desde 100 hasta 1600 ha, en las que se sigue una rotación cereal/leguminosa. Las producciones asignadas a cada sistema de laboreo han sido obtenidas en un experimento de campo iniciado hace doce años, y se ha utilizado un sistema de decisión experto para seleccionar, en cada explotación y sistema de laboreo, el parque de maquinaria que conlleva el menor coste de utilización.

2. Materiales y métodos

2.1. Descripción del experimento de campo

Desde el año 1995 se viene llevando a cabo un experimento de campo en un suelo de textura franca, situado en la finca experimental El Encín (40°29'N, 3° 22'W), Alcalá de Henares, Madrid, en el que se compara el sistema de laboreo tradicional con dos modalidades de laboreo reducido. Esta finca se encuentra a una altitud de 610 m, con una precipitación media anual de 430 mm y una temperatura media anual que alcanza los 13°C. La rotación que se ha seguido durante casi todos estos años ha sido trigo (*Triticum aestivum* L.)/veza (*Vicia sativa* L.) forrajera bajo tres sistemas de laboreo: i) laboreo tradicional (LT), que consiste en dar una labor de vertedera, a una profundidad de 30 cm, seguida por varias labores secundarias para preparar el lecho de siembra; ii) laboreo mínimo (LM), en el que se substituye la labor de vertedera por una labor vertical efectuada a 25 cm de profundidad con un arado chisel, pero se prepara el lecho de siembra como en el sistema precedente; y iii) no laboreo (NL), la siembra del cultivo se realiza sobre el rastrojo del cultivo precedente sin labor alguna de preparación del lecho de siembra y tan sólo después de una aplicación de herbicida de acción total. La dosis de siembra del trigo (cultivar 'Albares') ha sido 160 kg

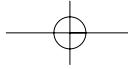


ha⁻¹ y la de veza (cultivar 'Senda') 100 kg ha⁻¹. A partir del año 2002 se sustituyó la veza por guisante (*Pisum sativum* L.) (cultivar 'Gracia') forrajero, manteniéndose la misma dosis de siembra. El abonado de fondo se aplicó a voleo antes de la siembra en los tres sistemas de laboreo. Las dosis medias han sido 16-48-16 kg N-P-K ha⁻¹ para el trigo y 30-30-30 kg N-P-K ha⁻¹ para la veza. En cobertura el trigo recibió una aplicación de 52 kg N ha⁻¹ de nitrato amónico (26-0-0). En el sistema de no laboreo, la siembra se efectuó tras una aplicación de herbicida de acción total a razón de 0.72 kg ha⁻¹ glifosato (N-(phosphonomethyl) glycine). El cultivo de cereal recibió una aplicación de herbicida de post-emergencia con 3 L ha⁻¹ de ioxynil + mecoprop + bromoxynil (75 + 375 + 75 g a.i. L⁻¹). Los sistemas de laboreo se dispusieron en un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones, y en parcelas experimentales de 20 m de anchura × 40 m de longitud. Una descripción completa y detallada de este experimento de campo se puede encontrar en Sánchez-Girón *et al.* (2004).

2.2. Análisis económico

El estudio realizado se ha centrado en el análisis de los resultados económicos de diferentes explotaciones extensivas hipotéticas con una superficie cultivada de 100, 200, 400, 800 y 1600 ha, considerando dos etapas. En la primera, se seleccionó el parque de maquinaria de cada explotación de suerte que se minimizaran los costes de utilización de los equipos mecánicos; y, en la segunda, los resultados económicos de las explotaciones se evaluaron en función de las siguientes variables: Margen bruto (MB), diferencia entre los ingresos y los costes variables; Beneficio (B), esto es, los ingresos totales menos los costes totales, incluidos los de oportunidad; y Ganancia (G), que no es más que la suma del beneficio y los costes de oportunidad. Los costes de producción se determinaron siguiendo el procedimiento de Alonso y Serrano (2000) que incluye tanto costes fijos como costes variables. La maquinaria genera costes fijos en concepto de amortización, interés y seguro. Asumiendo que la tierra es propiedad del agricultor, el capital invertido en la misma se supuso que generaba costes de oportunidad. El coste de oportunidad de los diferentes conceptos que constituyen los costes fijos se calculó al 3% de interés. La mano de obra se ha considerado constituida por el propio agricultor y los tractoristas necesarios para trabajar con los tractores que requieren cada explotación y sistema de laboreo. Junto con la cotización a la seguridad social, el agricultor genera un coste de oportunidad, pero no un pago. Sin embargo, los tractoristas generan un coste fijo que supone un pago de salarios. Todos los factores de producción, junto con los costes de utilización de los equipos mecánicos y los ingresos de la cosecha, se deflactaron a precios del año 2005. En los ingresos de las diferentes explotaciones también se han considerado las subvenciones provenientes de los fondos de la PAC. En las diferentes explotaciones se consideró una alternativa con la siguiente distribución de cultivos: 70% de trigo, 20% de veza para forraje y 10% de barbecho.

El coste de oportunidad de los inputs variables se calculó mediante la siguiente expresión:



$$I = C \mu i \quad [1]$$

donde I es el interés que genera el capital circulante variable, C el capital circulante variable, i el tipo de interés, que se ha fijado en el 2%, y μ el tiempo de maduración en meses y calculado mediante la siguiente expresión:

$$\mu = \frac{\sum_{j=1}^n P_j t_j}{\sum_{j=1}^n P_j} \quad [2]$$

donde P_j es el valor del input j consumido en el instante t , t_j es el número de unidades de tiempo transcurridas desde que se consumió el input j hasta la cosecha. En el sistema LT, el tiempo medio de inmovilización, alcanzó valores de 5,4 y 4,7 para el trigo y la veza, respectivamente; mientras que en los sistemas LM y NL dichos valores fueron 5,2 y 5,3 para el trigo, y 4,2 y 4,6 para la veza, respectivamente.

Según el tamaño de la explotación y para cada sistema de laboreo se han determinado las necesidades de maquinaria mediante un modelo de optimización económica, teniendo en cuenta las diferentes labores de los cultivos y las fechas de realización de las mismas. Las horas de trabajo de cada actividad se han determinado considerando los tiempos de ejecución puros (inversa de la velocidad de trabajo) con la máquina correspondiente y apero, sin considerar tiempos muertos en las labores y desplazamientos. El modelo adoptado ha sido desarrollado por Suárez de Cepeda (2003) y se basa en una programación lineal entera cuya función objetivo es:

$$\text{Min} \sum_{i \in I} \sum_{j \in J_i} c_{ij} \cdot x_{ij} + \sum_{k \in K} f_k \cdot y_k \quad [3]$$

en donde las variables de decisión son:

T_i : fecha de comienzo de la tarea i .

x_{ij} : igual a 1, si la tarea i es realizada bajo la alternativa j , e igual a 0, en otro caso.

y_k : igual a 1, si el recurso k es usado, e igual a 0, en otro caso.

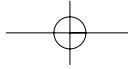
Sujeto a:

$$\sum_{j \in J_i} x_{ij} = 1, \forall i \in I \quad [4]$$

$$T_{i_1} + \sum_{j \in J_{i_1}} t_{i_1 j} x_{i_1 j} \leq T_{i_2}, \forall (i_1, i_2) \in P \quad [5]$$

$$\sum_{j \in J_i^k} x_{ij} \leq y_k, \forall i \in I, \forall k \in K \quad [6]$$

$$T_i + \sum_{j \in J_i} t_{ij} x_{ij} \leq d_i, \forall i \in I \quad [7]$$



$$T_i \geq r_i, \quad \forall i \in I \quad [8]$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad [9]$$

$$y_k \in \{0,1\}, \quad \forall k \in K \quad [10]$$

[4] asegura que cada tarea es realizada en un único camino.

[5] asegura que las condiciones de precedencias de tareas son satisfechas.

[6] asegura que el coste fijo de todos los recursos utilizados en la planificación son considerados.

[7] y [8] garantiza que cada tarea es completada dentro del tiempo disponible para ello.

Las restricciones de incompatibilidad evitan que tareas que utilizan el mismo recurso, en el modo escogido, sean ejecutadas al mismo tiempo. Para ello, es necesario intercalar en las restricciones de incompatibilidad variables auxiliares, $\delta_{i_1 i_2 k}$, que nos hagan lógico el modelo. Dichas restricciones son las siguientes:

$$T_{i_1} + \sum_{j \in J_{i_1}^k} t_{i_1 j} x_{i_1 j} - T_{i_2} \leq (d_{i_1} - r_{i_2}) (3 - \sum_{j \in J_{i_1}^k} x_{i_1 j} - \sum_{j \in J_{i_2}^k} x_{i_2 j} - \delta_{i_1 i_2 k}) \quad [11]$$

$$T_{i_2} + \sum_{j \in J_{i_2}^k} t_{i_2 j} x_{i_2 j} - T_{i_1} \leq (d_{i_2} - r_{i_1}) (2 - \sum_{j \in J_{i_1}^k} x_{i_1 j} - \sum_{j \in J_{i_2}^k} x_{i_2 j} - \delta_{i_1 i_2 k}) \quad [12]$$

$$\delta_{i_1 i_2 k} \in \{0,1\} \quad [13]$$

Notaciones:

a) Conjunto de índices:

i : conjunto de tareas, $\forall i = 1, \dots, n$

j_i : conjunto de modos asociados con la tarea i , $\forall j = 1, \dots, m_i$

k : conjunto de recursos, $\forall k = 1, \dots, n$

b) Datos del problema:

$[r_i, d_i]$: ventana de tiempo de la tarea.

t_{ij} : duración del modo j para realizar la tarea i .

c_{ij} : coste del modo j para realizar la tarea i .

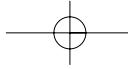
K_{ij} : conjunto de recursos asignados al modo j para realizar la tarea i .

J_i^k : conjunto de modos relativos a la tarea i que necesita el recurso k .

f_k : coste fijo del recurso k .

Las diferentes labores de cultivo, junto con el periodo de tiempo requerido para su realización, están recogidas en el Cuadro 1 del Anexo. El mantenimiento del barbecho en LT y LM se realizó dando una primera labor con un arado de vertedera y con un chisel, respectivamente, seguido en ambos sistemas por dos labores con un cultivador. En NL, por el contrario, el barbecho se mantuvo con dos aplicaciones de herbicida.

Asimismo, se consideró un conjunto de tractores con diferente potencia nominal y una gran gama de aperos para seleccionar el parque de maquinaria que proporcionó



en cada explotación y sistema de laboreo el menor coste de utilización de los equipos. La anchura de trabajo de cada apero se escogió en función de la fuerza de tiro requerida, de la potencia nominal del tractor que lo arrastraba y de su rendimiento a la tracción y velocidad de trabajo. Este conjunto de tractores y aperos pueden verse en la Cuadro 2 del Anexo. El consumo de combustible de cada una de las labores se determinó siguiendo el procedimiento de ASAE (2000). Los costes de reparación y mantenimiento se han estimado como un porcentaje del coste de adquisición del equipo (MAPA, 1996).

3. Resultados y discusión

3.1. Rendimiento de los cultivos

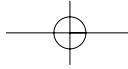
En el Cuadro 1 se aprecia que la producción media de trigo, veza y guisante fue similar en los tres sistemas de laboreo considerados, pero el análisis de varianza sí detectó en 1999 una mayor producción de trigo en NL que en los otros dos sistemas de laboreo, y en 1998 una menor producción de veza en LM. Los rendimientos alcanzados con NL y LM excedieron, si bien no de forma significativa, a los de LT en los cuatro años en los que se sembró trigo, y los de NL superaron a los de LM en tres de esos cuatro años.

El rendimiento del trigo ha estado condicionado en mucha mayor medida por las variaciones en la precipitación recibida durante el periodo de desarrollo del mismo que por el sistema de laboreo adoptado. En efecto, las producciones más bajas se obtuvieron en los años 1999 y 2001 cuando la precipitación recibida en ambas campañas, 320 mm y 401 mm, respectivamente, fue inferior a la media de los últimos veinticinco años, 443 mm. La producción de forraje ha estado muy condicionada a la precipitación recibida en el mes de mayo. Por ejemplo, la producción más alta de forraje se obtuvo en el año 1999 cuando en mayo se registraron 119 mm de lluvia, que supera con creces la precipitación media de dicho mes en los últimos veinticinco años, 59 mm.

3.2. Selección de los equipos mecánicos

La selección de tractores y aperos para cada explotación y sistema de laboreo se puede ver en la Cuadro 2. El conjunto de labores efectuadas en cada sistema de laboreo, el tipo de apero para llevarlas a cabo, cada uno de ellos con su propia capacidad de trabajo y demandando una determinada fuerza de tiro, y la superficie a trabajar han sido los factores responsables del número de tractores, y de la potencia nominal de los mismos, que requieren las diferentes explotaciones comparadas.

Para determinar en qué medida el sistema de laboreo afecta en cada una de las explotaciones consideradas a la potencia de los tractores que son necesarios para llevar a cabo las diferentes operaciones de cultivo, se ha utilizado un índice de mecanización. Este índice de mecanización, que se ha definido como el cociente entre la potencia nominal de los tractores de cada explotación y el tamaño de la misma, varió



CUADRO 1

Rendimientos de los cultivos obtenidos en El Encín con laboreo tradicional (LT), laboreo mínimo (LM) y no laboreo (NL)^a

Año	Rendimiento el cultivo (kg ha ⁻¹)			
	LT	LM	NL	Media ^b
Trigo				
1997	3258 a	3285 a	3046 a	3196 B
1999	1257 b	1464 b	1834 a	1518 D
2001	2624 a	2774 a	2795 a	2731 C
2003	3445 a	3540 a	3592 a	3526 A
Media	2646 a	2767 a	2817 a	
Forraje de veza				
1996	7602 a	8135 a	8813 a	8183 A
1998	6812 a	5624 b	7921 a	6786 B
2000	8595 a	7222 a	7974 a	7930 AB
Media	7670 a	6994 a	8236 a	
Forraje de guisante				
2002	5171 a	4953 a	5227 a	5117 A
2004	3583 a	3649 a	3525 a	3580 B
Media	4377 a	4301 a	4376 a	

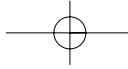
^a En una fila, las cifras seguidas por la misma letra minúscula no son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

^b En una columna, las cifras seguidas por la misma letra mayúscula no son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

considerablemente en función del sistema de laboreo considerado. En la explotación más pequeña (Gráfico 1), el índice de mecanización fue idéntico en los tres sistemas de laboreo. Sin embargo, al duplicar el tamaño de la explotación, los índices de mecanización de NL y LM se redujeron a la mitad, ya que no fue necesario disponer de tractores de mayor potencia nominal (Cuadro 2), mientras que en LT dicho índice se redujo un 33% al ser necesario incrementar la potencia hasta 88 kW del único tractor requerido.

Los índices de mecanización de los sistemas LT y LM se mantuvieron constantes e iguales a 0,40 kW ha⁻¹ y 0,28 kW ha⁻¹, respectivamente, en las explotaciones con un tamaño igual o superior a 400 ha (Gráfico 1). NL fue el único sistema de laboreo en el que el índice de mecanización disminuyó con el tamaño de la explotación, alcanzando la cifra de 0,19 kW ha⁻¹ en la explotación de 800 ha y de 0,17 kW ha⁻¹ en la de 1600 ha.

El tiempo invertido en labrar una hectárea de terreno con cada uno de los sistemas de laboreo se puede ver en la Gráfico 2. El sistema de laboreo que demanda en todas las explotaciones el menor tiempo para labrar una hectárea es NL, situándose a continuación LM y LT. No obstante, las diferencias en el tiempo invertido con cada sistema de laboreo se van reduciendo a medida que aumenta el tamaño de la explotación hasta alcanzar ésta las 400 ha, permaneciendo constantes estas diferencias a partir de este tamaño.



CUADRO 2

Conjunto de tractores y aperos seleccionados: laboreo tradicional (LT), laboreo mínimo (LM) y no laboreo (NL)

Tipo de apero	Superficie labrada (ha) ^a																			
	100				200				400				800				1.600			
	LT	LM	NL	LT	LM	NL	LT	LM	NL	LT	LM	NL	LT	LM	NL	LT	LM	NL		
Tractores de doble tracción																				
66 kW	1	1	1	—	1	1	1	—	—	—	—	—	1	2	—	1				
88 kW	—	—	—	1	—	—	1	—	1	1	1	1	1	1	1	1				
110 kW	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	1	2	1	—				
132 kW	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	1	1	1	—				
154 kW	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—				
Aperos de laboreo																				
Arado de vertedera (1,2 m)	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	2	—	—	—				
Arado de vertedera (1,6 m)	—	—	—	1	—	—	1	—	—	1	—	—	1	—	—	—				
Arado de vertedera (2,0 m)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—				
Arado de vertedera (2,4 m)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—				
Arado de vertedera (2,8 m)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—				
Chisel (2,0 m)	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
Chisel (2,5 m)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—				
Chisel (3,0 m)	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	2	—	—	—				
Chisel (3,5 m)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—				
Cultivador (2,8 m)	1	1	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	2	—	—	—				
Cultivador (3,0 m)	—	—	—	1	—	—	1	—	—	1	1	—	1	1	—	—				
Cultivador (3,3 m)	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	1	—	1	2	—	—				
Cultivador (3,8 m)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	1	1	—	—				
Cultivador (4,3 m)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—				
Rodillo (3,0 m)	1	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
Rodillo (4,0 m)	—	—	—	1	—	—	1	1	—	1	1	—	1	1	—	—				
Rodillo (5,0 m)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—				
Aperos de cultivo																				
Sembradora chorillo (2,5 m)	1	1	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	2	—	—	—				
Sembradora chorillo (3,0 m)	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	1	—	—	1	—	—				
Sembradora chorillo (4,0 m)	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	1	2	—	—				
Sembradora chorillo (5,0 m)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	1	1	—	—				
Sembradora chorillo (6,0 m)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—				
Sembradora NL (3,0 m)	—	—	1	—	—	1	—	—	1	—	—	2	—	—	2	—				
Sembradora NL (5,0 m)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—				
Abonadora centrifuga (12 m)	1	1	1	—	1	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—				
Abonadora centrifuga (18 m)	—	—	—	1	—	—	1	1	1	1	1	1	1	1	3	2				
Abonadora centrifuga (24 m)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	2	1	—	—				
Pulverizador (12 m)	1	1	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
Pulverizador (18 m)	—	—	—	1	—	1	1	1	1	—	—	1	—	—	1	—				
Pulverizador (24 m)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	1	1	—	—				
Segadora (1,6 m)	1	1	1	—	1	1	—	—	—	—	—	—	1	1	—	1				
Segadora (2,1 m)	—	—	—	1	—	—	1	1	1	2	2	1	2	3	2	—				
Hilerador (2,1 m)	1	1	1	—	1	1	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—				
Hilerador (4,2 m)	—	—	—	1	—	—	1	1	1	1	1	1	3	3	2	—				
Empacadora (2,1 m)	1	1	1	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1				
Empacadora (4,2 m)	—	—	—	1	—	—	1	1	1	1	1	1	2	2	2	—				

^a Las cifras en cada columna señalan el número de equipos seleccionados en cada explotación y sistema de laboreo, (—) refleja los aperos que no han sido seleccionados.

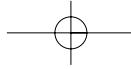
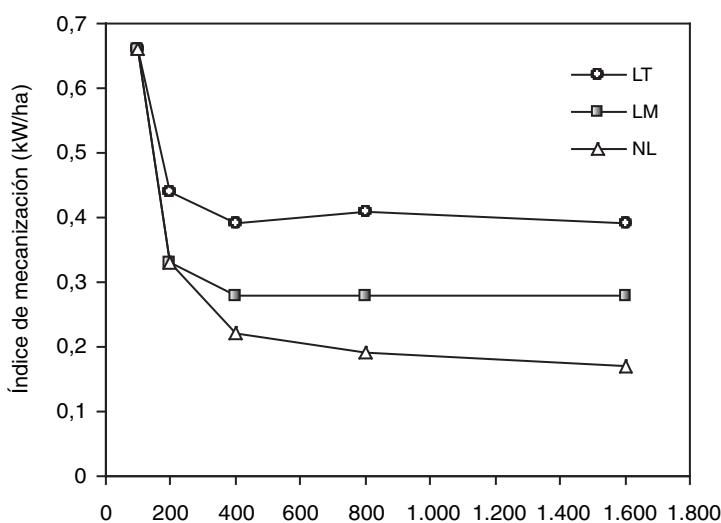


GRÁFICO 1

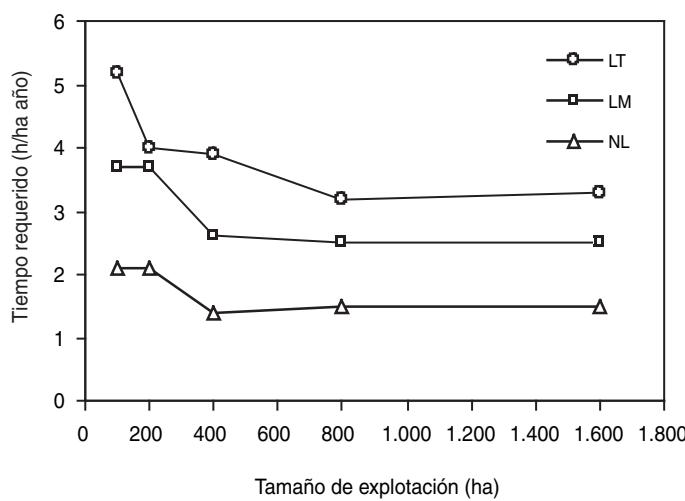
Índice de mecanización para cada explotación y sistema de laboreo
(LT, laboreo tradicional; LM, laboreo mínimo; NL, no laboreo)



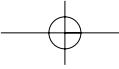
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 2

Tiempo requerido en labrar una hectárea en cada sistema de laboreo
(LT, laboreo tradicional; LM, laboreo mínimo; NL, no laboreo)



Fuente: Elaboración propia.



3.3. Costes de utilización de la maquinaria

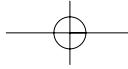
En el Cuadro 3 están desglosados, para cada explotación y sistema de laboreo, los costes fijos de los tractores y de los aperos seleccionados. El número de tractores de la explotación y su potencia determina su coste de utilización. En este sentido, los costes fijos más elevados correspondieron a LT seguidos por los de LM y NT. A la hora de comparar los costes fijos de los aperos, resulta que el sistema de laboreo con menores costes fue LM, y ello con independencia del tamaño de la explotación, por delante de NL y LT, respectivamente. A pesar de que NL es el sistema de laboreo que requiere el menor número de aperos (Cuadro 2), el elevado precio de adquisición de la sembradora de siembra directa, que llega a ser tres veces superior al de una sembradora convencional, es el principal responsable del elevado coste fijo asociado a este sistema. Los costes fijos totales de la maquinaria (tractores y aperos) no fueron siempre inferiores en NL que en los otros dos sistemas de laboreo (Cuadro 3). En efecto, en la explotación de 100 ha el coste fijo total de NL superó al de LM y al de LT, e incluso con 200 ha dicho coste sólo se vio superado por el de LT. Se hizo, por tanto, necesario aumentar el tamaño de la explotación hasta 400 ha para que los costes fijos de NL fueran más bajos que los de LM y LT.

CUADRO 3

Costes fijos (€ año^{-1}) de los tractores y aperos para las explotaciones consideradas y los sistemas de laboreo adoptados: laboreo tradicional (LT), laboreo mínimo (LM) y no laboreo (NL)

Equipos mecánicos	Tamaño de la explotación (ha)				
	100	200	400	800	1.600
LT					
Tractor	2.923	3.838	6.761	14.256	26.683
Aperos	2.396	3.467	3.843	6.511	12.340
Costes fijos totales	5.319	7.305	10.604	20.767	39.023
LM					
Tractor	2.923	2.923	4.752	9.504	19.008
Aperos	2.370	2.370	3.649	5.617	10.401
Costes fijos totales	5.294	5.294	8.401	15.122	29.409
NL					
Tractor	2.923	2.923	3.838	6.761	11.513
Aperos	3.327	3.327	4.182	6.468	10.854
Costes fijos totales	6.250	6.250	8.020	13.229	22.367

Los costes variables unitarios de los factores de producción están recogidos en el Cuadro 4. En cada uno de los tres sistemas de laboreo, el coste unitario del combustible se mantuvo constante en los diferentes tamaños de las explotaciones. Este coste fue, en promedio, un 23% y un 62% inferior en LM y NL, respectivamente, al de LT. Por otro lado, los costes totales unitarios de LM y NL fueron un 3,7% y un 5,6% inferiores a los de LT. En todos los casos se consideró el mismo coste unitario de recogida del grano de trigo, ya que la siega con cosechadora ha sido un servicio contratado.



CUADRO 4

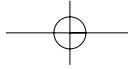
Costes variables ($\text{€ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$) asociados a cada explotación y sistema de laboreo

Costes variables	Tamaño de la explotación (ha)					Media
	100	200	400	800	1.600	
LT						
Combustible	22,3	22,0	21,7	22,2	22,6	22,2 (10,3%)
Reparación y mantenimiento	16,5	15,9	15,7	15,9	16,2	16,0 (7,4%)
Fertilizantes, semillas y herbicidas	123,7	123,7	123,7	123,7	123,7	123,7 (57,3%)
Seguro del cultivo	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0 (5,6%)
Alquiler de la cosechadora	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0 (19,4%)
Costes variables totales	216,5	215,6	215,1	215,8	216,5	215,9 (100%)
LM						
Combustible	16,6	16,6	18,2	17,0	17,2	17,1 (8,3%)
Reparación y mantenimiento	13,2	13,1	13,3	12,8	12,9	13,1 (6,3%)
Fertilizantes, semillas y herbicidas	123,7	123,7	123,7	123,7	123,7	123,7 (59,5%)
Seguro del cultivo	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0 (5,8%)
Alquiler de la cosechadora	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0 (20,1%)
Costes variables totales	207,5	207,4	209,2	207,5	207,8	207,9 (100%)
NL						
Combustible	8,8	8,8	8,0	8,1	8,6	8,5 (4,2%)
Reparación y mantenimiento	10,7	10,7	9,6	9,9	9,2	10,0 (4,9%)
Fertilizantes, semillas y herbicidas	131,3	131,3	131,3	131,3	131,3	131,3 (64,4%)
Seguro del cultivo	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0 (5,9%)
Alquiler de la cosechadora	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0 (20,6%)
Costes variables totales	204,8	204,8	202,9	203,3	203,1	203,8 (100%)

El coste unitario imputable a los fertilizantes, semillas y herbicidas fue mayor en NL que en LT y LM, a quienes les correspondió el mismo coste, ya que este sistema requirió la utilización de un herbicida de acción total tanto en presiembra como en el mantenimiento del barbecho (Cuadro 4). En efecto, el coste de los herbicidas fue en NL 7,6 € ha^{-1} mayor que en LM y LT. La suma de los promedios de los costes unitarios del combustible, fertilizantes, semillas y herbicidas fue idéntica en LM y NL, ya que el mayor coste del combustible en LM se vio compensado por el mayor coste del herbicida en NL. Por último, los costes unitarios de reparación y mantenimiento fueron un 25,6% y un 39% inferiores en LM y NL a los de LT.

3.4. Análisis económico de las diferentes explotaciones

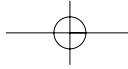
El desglose de todos los costes considerados en las diferentes explotaciones y sistemas de laboreo está recogido en la Cuadro 5. El coste total asociado a cada explotación vino determinado por el sistema de laboreo. En efecto, en esta tabla se puede apreciar que en todas las explotaciones se alcanzó el coste total más elevado con LT, y en aquellas con una superficie igual o inferior a 200 ha el coste total de LM fue inferior al de NL. Estos dos sistemas de laboreo igualaron sus costes totales en la explotación de 400 ha, y fueron ya inferiores en NL en las explotaciones con un tamaño superior a éste. Los



CUADRO 5

Costes totales (€ año⁻¹) asociados a las diferentes explotaciones. Laboreo tradicional (LT), laboreo mínimo (LM) y no laboreo (NL)

Costes de la explotación	Tamaño de la explotación (ha)				
	100	200	400	800	1.600
LT					
Costes fijos					
Amortización	4047	5610	8350	15927	29877
Mano de obra y seguridad social	1443	1443	17443	33443	81443
Impuestos	685	1370	2740	5480	10960
Seguros	180	180	180	540	1080
Total	6355	8603	28713	55390	123360
Costes de oportunidad					
Maquinaria	1092	1515	2254	4300	8067
Tierra	15000	30000	60000	120000	240000
Mano de obra y seguridad social	16020	16020	16240	16460	17120
Total	32112	47535	78494	140760	265187
Costes variables					
Importe de los factores variables	21651	43126	86067	172663	346506
Coste de oportunidad	285	567	1132	2271	4557
Total	21936	43693	87199	174934	351063
Costes totales	60403	99831	194406	371084	739610
LM					
Costes fijos					
Amortización	4027	4027	6473	11623	22590
Mano de obra y seguridad social	1443	1443	1443	17443	49443
Impuestos	685	1370	2740	5480	10960
Seguros	180	180	180	360	720
Total	6335	7020	10836	34906	83713
Costes de oportunidad					
Maquinaria	1087	1087	1748	3138	6099
Tierra	15000	30000	60000	120000	240000
Mano de obra y seguridad social	16020	16020	16020	16240	16680
Total	32107	47107	77768	139378	262779
Costes variables					
Importe de los factores variables	20746	41476	83703	165995	332564
Coste de oportunidad	261	522	1053	2087	4182
Total	21007	41998	84756	168082	336746
Costes totales	59449	96125	173360	342366	683238
NL					
Costes fijos					
Amortización	4780	4780	6173	10133	17186
Mano de obra y seguridad social	1443	1443	1443	17443	33442
Impuestos	685	1370	2740	5480	10960
Seguros	180	180	180	360	540
Total	7088	7773	10536	33416	62128
Costes de oportunidad					
Maquinaria	1291	1291	1667	2736	4640
Tierra	15000	30000	60000	120000	240000
Mano de obra y seguridad social	16020	16020	16020	16240	16460
Total	32311	47311	77687	138976	261100
Costes variables					
Importe de los factores variables	20472	40943	81130	162675	325002
Coste de oportunidad	262	524	1038	2082	4160
Total	20734	41467	81168	164757	329162
Costes totales	60133	96551	169391	337149	652390

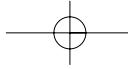


costes totales unitarios de NL disminuyeron sistemáticamente al aumentar el tamaño de la explotación (Cuadro 6). En LM y LT también disminuyeron, pero únicamente hasta las de 400 ha, ya que en aquellas explotaciones con un tamaño superior los costes totales unitarios se mantuvieron prácticamente constantes (Cuadro 6).

Por otro lado, los valores unitarios de las variables que se tuvieron en cuenta para evaluar los resultados económicos de los sistemas de laboreo en función del tamaño de las explotaciones también se pueden ver en el Cuadro 6. El margen bruto unitario fue prácticamente independiente del tamaño de la explotación en los tres sistemas de laboreo, pero el de NL llegó a ser en promedio un 11,9% superior al de LT y un 10,8% superior al de LM. En todas las explotaciones, los beneficios unitarios más elevados se alcanzaron de forma sistemática con NL, situándose a continuación los de LM y LT. Las diferencias entre los beneficios unitarios de los tres sistemas de laboreo crecieron con el tamaño de la explotación. Tanto en LT como en LM, el beneficio unitario resultó ser negativo en la explotación de 100 ha, debido fundamentalmente a los altos costes de oportunidad. En los tres sistemas de laboreo, los incrementos marginales más acusados del beneficio unitario se obtuvieron al aumentar el tamaño de la explotación desde 100 ha hasta 200 ha. Estos incrementos fueron de 118,5 € ha⁻¹ año⁻¹; 113,9 € ha⁻¹ año⁻¹; y 104,8 € ha⁻¹ año⁻¹ en NL, LT y LM, respectivamente. Al crecer el tamaño de la explotación desde 200 ha hasta 400 ha, el incremento marginal del beneficio aumentó en menor medida que en el caso anterior y pasó a ser de 59,3 € ha⁻¹ año⁻¹, en NL, 47,2 € ha⁻¹ año⁻¹, en LT y 13,2 € ha⁻¹ año⁻¹, en LM. El beneficio unitario se mantuvo constante en LT a medida que el tamaño de la explotación creció desde 400 ha hasta 1.600 ha. Sin embargo, en LM y NL el beneficio unitario continuó aumentando, si bien con tasas menores que en el caso de explotaciones con tamaños inferiores a 400 ha.

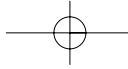
La ganancia unitaria evolucionó de forma similar en los sistemas de laboreo y explotaciones consideradas. Esta variable fue siempre mayor en NL que en LM y LT. La mayor ganancia unitaria se alcanzó en NL y LM, en la explotación de 400 ha, mientras que en LT lo hizo en la de 200 ha.

Está claro que en todas las explotaciones las mejores prestaciones económicas se obtuvieron con NL, situándose a continuación LM y LT. Ello se debió a que NL aglutinó los menores costes totales y los mayores ingresos, a pesar de que no hubo diferencias significativas entre las producciones obtenidas de trigo y veza en los tres sistemas de laboreo. No obstante, y teniendo en cuenta esta última circunstancia, si se consideraran los mismos ingresos en los tres sistemas de laboreo, LT seguiría proporcionando las peores prestaciones económicas en las explotaciones superiores a 100 ha y las de LM se aproximarían a las de NL, llegando incluso a superarlas si el tamaño de aquellas fuera inferior a 400 ha. Estos resultados son análogos a otros que se han obtenido en otras regiones semiáridas. Zentner *et al.* (2002b), por ejemplo, compararon diferentes sistemas de laboreo y rotaciones de cultivo que incluían leguminosas grano, cereales y colza, y observaron que los resultados económicos con los sistemas de laboreo reducido superaban a los del laboreo tradicional. Asimismo, Janosky *et al.* (2002) demostraron que, en condiciones semiáridas y cuando se seguía una rotación de año y vez, en concreto trigo-barbecho, los sistemas de laboreo reducido proporcionaban unos resultados económicos similares a los del laboreo tradicional.



CUADRO 6
Resultados económicos (€ ha⁻¹ año⁻¹) de las diferentes explotaciones

Costes e ingresos de la explotación	Tamaño de la explotación (ha)				
	100	200	400	800	1.600
LT					
Ingresos					
Producción	408,9	408,9	408,9	408,9	408,9
Subvenciones PAC	157,5	157,5	157,5	157,5	157,5
Total	566,4	566,4	566,4	566,4	566,4
Costes de la explotación					
Costes variables	219,4	218,5	218,0	218,7	219,4
Costes totales	604,0	499,2	486,0	463,9	462,3
Costes de oportunidad	324,0	239,6	199,1	178,8	168,6
Resultados económicos					
Margen bruto	347,0	347,9	348,4	347,7	347,0
Beneficio	-37,6	67,2	80,4	102,5	104,1
Ganancia	286,4	306,8	279,5	281,3	272,7
LM					
Ingresos					
Producción	404,0	404,0	404,0	404,0	404,0
Subvenciones PAC	157,5	157,5	157,5	157,5	157,5
Total	561,5	561,5	561,5	561,5	561,5
Costes de la explotación					
Costes variables	210,1	210,0	211,9	210,1	210,5
Costes totales	594,5	480,6	433,4	430,0	427,0
Costes de oportunidad	321,1	238,1	197,1	176,8	166,8
Resultados económicos					
Margen bruto	351,4	351,5	349,6	351,4	351,0
Beneficio	-33,0	80,9	128,1	131,5	134,5
Ganancia	288,1	319,0	325,2	308,3	301,3
NL					
Ingresos					
Producción	436,9	436,9	436,9	436,9	436,9
Subvenciones PAC	157,5	157,5	157,5	157,5	157,5
Total	594,4	594,4	594,4	594,4	594,4
Costes de la explotación					
Costes variables	207,3	204,7	202,9	205,9	205,7
Costes totales	601,3	482,8	423,5	421,4	407,7
Costes de oportunidad	325,6	239,2	196,8	176,3	165,8
Resultados económicos					
Margen bruto	387,1	389,7	391,5	388,5	388,7
Beneficio	-6,9	111,6	170,9	173,0	186,7
Ganancia	318,7	350,8	367,7	349,3	352,5



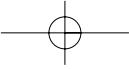
4. Conclusiones

El análisis que se ha llevado a cabo para comparar las producciones y los resultados económicos de tres sistemas de laboreo en diferentes explotaciones extensivas, cuya superficie cultivada estaba comprendida entre 100 ha y 1.600 ha, permite obtener las siguientes conclusiones:

- No se encontraron diferencias significativas en el valor medio de las producciones obtenidas con los tres sistemas de laboreo comparados. No obstante, la producción de NL superó a la de LM y LT en seis de los nueve años comparados.
- En los tres sistemas de laboreo el índice de mecanización disminuyó al aumentar el tamaño de la explotación y alcanzó un valor constante con explotaciones superiores a 400 ha. Este índice fue en NL claramente inferior a los de LM y LT.
- El tiempo requerido para labrar una hectárea fue mayor en LT que en LM, y en este último mayor que en NL. En los tres sistemas de laboreo este tiempo se mantuvo constante en las explotaciones con una superficie igual o superior a 800 ha.
- El mayor coste fijo de los tractores correspondió a LT, situándose a continuación LM y NL. En las explotaciones con menos de 400 ha, el coste fijo de los aperos fue mayor en NL que en LM en razón al elevado precio de venta de las sembradoras de siembra directa.
- Los costes totales más elevados correspondieron sistemáticamente al LT. Los costes totales más bajos fueron los de NL en las explotaciones de 400 ha, o de mayor superficie.
- Las prestaciones económicas estuvieron condicionadas por el sistema de laboreo adoptado y el tamaño de la explotación. En explotaciones con 100 ha de superficie labrada, dichas prestaciones fueron similares en los tres sistemas de laboreo. En aquellas con 200 ha, los mejores resultados económicos se obtuvieron con LM, y a partir de 400 ha NL superó claramente a los otros dos sistemas.

Estas conclusiones expresan que cuanto mayor es el tamaño de las explotaciones los resultados económicos unitarios de las mismas son mejores, particularmente cuando se adoptan sistemas de laboreo reducido. Por ello, cabría pensar en la necesidad de fomentar políticas agrarias que favorecieran este aumento, ya que las estadísticas expresan que su tamaño es reducido.

Por otro lado, la población activa agraria disminuye de año en año a la vez que la superficie labrada se mantiene constante; por tanto, cada agricultor en activo labra más terreno y se ve obligado a adoptar sistemas de laboreo reducido para poder realizar las labores en tiempo. Estos hechos pueden enmascarar la puesta en marcha de dichas políticas, pero en todo caso se hace necesario implementar políticas de mejoras estructurales como la reconcentración parcelaria y de financiación que faciliten la renovación de maquinaria y equipos.



Bibliografía

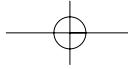
- ASAE Standards. (2000). ASAE D497.4. *Agricultural machinery management data*. ASAE, St. Joseph, MI, USA.
- Asociación Española Agricultura de Conservación Suelos Vivos (AEAC/SV). (2005). *Agricultura de conservación*. Available at <http://www.aeac-sv.org>. AEAC/SV, Córdoba, Spain.
- Alonso, R. y Serrano, A (2000). *Economía de la empresa agroalimentaria*. Mundi-Prensa, Madrid.
- Instituto Nacional de Estadística (INE). (2005). *Base de datos INEbase: Encuesta sobre la estructura de las explotaciones agrícolas*. Available at <http://www.ine.es>. INE, Madrid, Spain.
- Janosky, J.S., Young, D.L. y Schillinger, F. (2002). «Economics of conservation tillage in wheat-fallow rotation». *Agronomy Journal*, 94:527-531.
- Juergens, L.A., Young, D.L., Schillinger, F. y Hinman, H.R. (2004). «Economics of alternative no-till spring crop rotations in Washington's wheat-fallow region». *Agronomy Journal*, 96:154-158.
- López-Bellido, L., López-Garrido, F.J., Fuentes, M., Castillo, J.E. y Fernández, E.J. (1996). «Long-term tillage, crop rotation and nitrogen fertilizer effects on wheat yield under rainfed Mediterranean conditions». *Agronomy Journal*, 88:783-791.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). (1996). *Ánálisis del parque nacional de tractores agrícolas*. Subdirección general de medios de producción agrícola. MAPA, Madrid, 96 pp.
- Sánchez-Girón, V., Serrano, A., Hernanz, J.L. y Navarrete, L. (2004). «Economic assessment of three long-term tillage systems for rainfed cereal and legume production in semiarid central Spain». *Soil Tillage Research*, 78:35-44.
- Smart, J.R. y Bradford, J.M. (1999). «Conservation tillage corn production for a semiarid, subtropical environment». *Agronomy Journal*, 91:116-121.
- Suárez de Cepeda, M. (2003). *Sistema de soporte a la decisión para los planes de mecanización de las explotaciones agrarias. Aplicación a un colectivo de agricultores de la región de Castilla-La Mancha*. Tesis Doctoral, Universidad de Castilla-La Mancha, Albacete.
- Wiese, A.F., Harman, W.L., Bean, B.W., Salisbury, C.D. (1994). «Effectiveness and economics of rainfed conservation tillage systems in the southern Great Plains». *Agronomy Journal*, 86: 725-730.
- Zentner, R.P., Wall, D.D., Nagy, C.N., Smith, E.G., Young, D.L., Miller, P.R., Campbell, C.A., McConkey, B.G., Brandt, S.A., Lafond, G.P., Johnston, A.M., Derksen, D.A. (2002a). «Economics of crop diversification and soil tillage opportunities in the Canadian Prairies». *Agronomy Journal*, 94:216-230.
- Zentner, R.P., Lafond, G.P., Derksen, D.A. y Campbell, C.A. (2002b). «Tillage method and crop diversification: effect on economic returns and riskiness of cropping systems in a Thin Black Chernozem of the Canadian Prairies». *Soil Tillage Research*, 67:9-21.

ANEXO

CUADRO 1

Descripción de las labores efectuadas en cada cultivo con laboreo tradicional (LT), laboreo mínimo (LM) y no laboreo (NL)

Tipo de labor	Calendario de cultivo	Tipo de labor	Calendario de cultivo	Tipo de labor	Calendario de cultivo	NL
Trigo						
Labor de vertedera	01/Oct.-15/Dic.	Labor de chisel	01/Oct.-15/Dic.	—	—	—
Labor de cultivador	01/Oct.-15/Dic.	Labor de cultivador	01/Oct.-15/Dic.	Aplicación de herbicida	01/Oct.-15/Dic.	01/Oct.-15/Dic.
Abonado de fondo	01/Oct.-15/Dic.	Abonado de fondo	01/Oct.-15/Dic.	Abonado de fondo	01/Oct.-15/Dic.	01/Oct.-15/Dic.
Siembra	01/Oct.-15/Dic.	Siembra	01/Oct.-15/Dic.	Siembra	01/Oct.-15/Dic.	01/Oct.-15/Dic.
Pase de un rodillo	15/Ene.-01/Mar.	Pase de un rodillo	15/Ene.-01/Mar.	—	—	—
Abonado de cobertura	01/Mar.-15/Abr.	Abonado de cobertura	01/Mar.-15/Abr.	Abonado de cobertura	01/Mar.-15/Abr.	01/Mar.-15/Abr.
Aplicación de herbicida	15/Mar.-30/Abr.	Aplicación de herbicida	15/Mar.-30/Abr.	Aplicación de herbicida	15/Mar.-30/Abr.	15/Mar.-30/Abr.
Veza para forraje						
Labor de vertedera	01/Oct.-01/Dic.	Labor de chisel	01/Oct.-01/Dic.	—	—	—
Labor de cultivador	01/Oct.-01/Dic.	Labor de cultivador	01/Oct.-01/Dic.	Aplicación de herbicida	01/Oct.-01/Dic.	01/Oct.-01/Dic.
Abonado de fondo	01/Oct.-01/Dic.	Abonado de fondo	01/Oct.-01/Dic.	Abonado de fondo	01/Oct.-01/Dic.	01/Oct.-01/Dic.
Siembra	01/Oct.-01/Dic.	Siembra	01/Oct.-01/Dic.	Siembra	01/Oct.-01/Dic.	01/Oct.-01/Dic.
Siega	01/May.-15/Jun.	Siega	01/May.-15/Jun.	Siega	01/May.-15/Jun.	01/May.-15/Jun.
Hilerado	01/May.-15/Jun.	Hilerado	01/May.-15/Jun.	Hilerado	01/May.-15/Jun.	01/May.-15/Jun.
Empacado	01/May.-15/Jun.	Empacado	01/May.-15/Jun.	Empacado	01/May.-15/Jun.	01/May.-15/Jun.
Barbecho						
Labor de vertedera	23/Ene.-15/Mar.	Labor de chisel	23/Ene.-15/Mar.	Aplicación de herbicida	01/Nov.-01/Dic.	01/Nov.-01/Dic.
Labor de cultivador	15/Abr.-08/May.	Labor de cultivador	15/Abr.-08/May.	Aplicación de herbicida	01/Abt.-01/May.	01/Abt.-01/May.
Labor de cultivador	23/May.-30/Jun.	Labor de cultivador	23/May.-30/Jun.	—	—	—



CUADRO 2
Potencia nominal de los tractores y anchura de trabajo de los aperos

Tipo de apero	Potencia nominal del tractor (kW)				
	66	88	110	132	154
Arado de vertedera	1,2 m	1,6 m	2,0 m	2,4 m	2,8 m
Chisel	2,0 m	2,5 m	3,0 m	3,5 m	4,0 m
Cultivador	2,8 m	3,0 m	3,3 m	3,8 m	4,3 m
Rodillo	3,0 m	4,0 m	4,0 m	5,0 m	5,0 m
Sembradora de chorillo	2,5 m	3,0 m	4,0 m	5,0 m	6,0 m
Sembradora siembra directa	3,0 m	3,0 m	4,0 m	5,0 m	6,0 m
Abonadora centrífuga	12,0 m	18,0 m	18,0 m	24,0 m	24,0 m
Pulverizador hidráulico	12,0 m	18,0 m	18,0 m	24,0 m	24,0 m
Segadora	1,6 m	2,1 m	2,1 m	2,1 m	2,1 m
Rastrillo hilerador	2,1 m	4,2 m	4,2 m	4,2 m	4,2 m
Empacadora	2,1 m	4,2 m	4,2 m	4,2 m	4,2 m

