



Producción ecológica de cereales en secano semiárido



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo de Orientación
y de Garantía Agrícola



**GOBIERNO
DE ARAGON**

Departamento de Agricultura
y Alimentación

La producción de cereal en los secanos semiáridos de España está muy limitada por las frecuentes condiciones de sequía y distribución irregular de las precipitaciones. Por tanto, estas zonas no pueden competir en producción con las del norte de Europa y las explotaciones, en gran número, subsisten gracias a las ayudas comunitarias. En el marco actual de progresiva reducción de estas ayudas es necesario buscar alternativas para incrementar el margen bruto de estas explotaciones.

En este contexto, la agricultura ecológica podría representar una alternativa interesante para paliar esa falta de rentabilidad, ya que se lograrían cosechas de gran calidad por las que se pagaría un mayor precio, a la vez que se contribuiría a preservar el medio ambiente. Para implantar este modelo productivo sería necesaria la supresión de abonos y herbicidas químicos, o su sustitución por otras técnicas de fertilización y desherbado, aceptadas por el Reglamento Agricultura Ecológica, que podrían conllevar un descenso de los rendimientos. Se trataría de estudiar si este hipotético descenso de cosecha es compensado por el mayor precio de venta. En este sentido, en el Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria perteneciente al Gobierno de Aragón, se han coordinado dos proyectos para estudiar la posibilidad agronómica y económica de implantar sistemas ecológicos de producción. Estos proyectos se iniciaron en 1997 y se han realizado ensayos hasta en ocho zonas españolas de clima semiárido.

Concretamente, los experimentos desarrollados tuvieron como objetivo comparar métodos químicos de fertilización y escarda, considerados convencionales, frente al uso de compost como abono (**Fig. 1**) y la utilización de una grada de varillas flexibles para controlar mecánicamente malas hierbas (**Fig. 2**). En los ensayos se practicaba una rotación cuatrienal de cebada, veza como abono verde, el cultivo de trigo y el barbecho. Aquí se presentan los resultados de 30 de estos ensayos realizados durante 5 años, de 1999 a 2003. De ellos, 20 fueron en cultivo de trigo duro, en 8 localidades: Badajoz, Huesca, Madrid, Navarra, Toledo, Soria, Valladolid y Zaragoza, durante los dos primeros años y en 4 de ellas en 2003 (Huesca, Navarra, Toledo y Zaragoza) y 10 en cebada, en 5 localidades: Huesca, Navarra, Toledo, Soria y Zaragoza durante 2001 y 2002.

Se estudió el efecto sobre la producción de tres niveles de fertilización: orgánica (2.500 kg compost/ha, formado a partir de estiércol de oveja y paja de cereal), química N-P-K (100-60-60), y un testigo sin fertilizar. Además, en el ensayo de Zaragoza (**Fig. 3**) en cuatro campañas (1999-2002) y diversos momentos del periodo de cultivo se determinó el contenido de nitratos en los 30 primeros centímetros de suelo (**Fig. 4**) y se realizó un análisis final de materia orgánica, fósforo y potasio para compararlos con los iniciales de 1997. También se analizó el contenido de nitrógeno en paja, grano y malas hierbas para determinar la extracción de ese nutriente según el tipo de fertilizante aplicado.

Los tres niveles de desherbado fueron: un pase de grada de varillas flexibles, una aplicación convencional de herbicidas, y un testigo sin escarda. Se determinó el porcentaje de control de malas hierbas para cada tipo de desherbado y su influencia en la producción final.

Por último, en el ensayo de Zaragoza se efectuó un estudio económico comparativo para tres sistemas de manejo de los nueve posibles, resultantes de combinar los 3 niveles de fertilización y los 3 niveles de escarda: “de mínimos” (sin fertilizar ni escardar), “ecológico” (fertilización orgánica y



Fig. 1. Pilas de compost en elaboración.



Fig. 2. Control mecánico de malas hierbas.

escarda mecánica) y “convencional” (fertilización química y escarda química) desde el inicio del experimento (periodo 1997-2003). Se estimaron beneficios en base a los costes que cada sistema generó, y los ingresos se basaron en las producciones obtenidas y las subvenciones que cada sistema pudo obtener. Las principales conclusiones extraídas de todos estos ensayos fueron las siguientes:

1. Uso no justificado de fertilizantes

En el ensayo de Zaragoza, los altos niveles de materia orgánica y fósforo iniciales se han mantenido después de 6 años de ensayos incluso en las parcelas sin fertilizar, mientras que el potasio descendió ligeramente. Esto indica que la rotación llevada a cabo, junto con el enterrado de los restos de cosecha, ha sido suficiente para mantener los contenidos iniciales de nutrientes. Los distintos tipos de fertilizantes aplicados no han hecho variar de forma significativa el porcentaje de materia orgánica, fósforo o potasio tras 6 años de ensayo (**Cuadro 1**). La fertilización química incrementó significativamente el contenido de nitratos en los 30 primeros cm de suelo (**Fig. 5**) respecto al fertilizante orgánico o la no fertilización durante el periodo de cultivo, aunque las extracciones de nitrógeno por parte de la biomasa total producida fueron similares en los tres niveles de fertilización (**Fig. 6**).

A nivel nacional, en los ensayos de trigo, las medias de producción de las parcelas fertilizadas o sin fertilizar resultaron prácticamente iguales (aprox. 2.350 kg/ha). En los ensayos de cebada las parcelas fertilizadas químicamente sólo incrementaron en 400 kg/ha la producción media sobre los otros dos tratamientos (2.450 vs 2.050 kg/ha) y esta diferencia no llegó a ser significativa (**Fig. 7**). Por ello se considera que no está justificada la aplicación de ningún tipo de fertilizante bajo estas condiciones. El hecho que las cosechas sean normalmente bajas y, por tanto, también lo sean las extracciones de nutrientes, contribuye a mantener el nivel de fertilidad del suelo.

Cuadro 1: Evolución de la materia orgánica (M.O.), fósforo (Olsen) y potasio de 1997 a 2003 según el tipo de fertilización aplicado en el ensayo de Zaragoza.

Fecha	Tipo fertilización	M.O. (%)	Fósforo (ppm)	Potasio (ppm)
Nov. 1997	-	2,62	21,93	325
Abril 2003	1. Testigo	2,52 a	23,83 a	241 a
	2. F. orgánica	2,79 a	25,47 a	361 a
	3. F. química	2,82 a	32,83 a	307 a

Cifras con letras distintas en cada parámetro de 2003, difieren significativamente ($p < 0,05$) en el test LSD



Fig. 3. Ensayo de Sádaba (Zaragoza).



Fig. 4. Determinación de nitratos en el suelo.

Figura 5: Evolución de $N-NO_3^-$ en los primeros 30 cm de suelo según el tipo de abonado en el ensayo de Zaragoza. Puntos con letras distintas en una misma fecha difieren significativamente ($p < 0,05$) en el test LSD

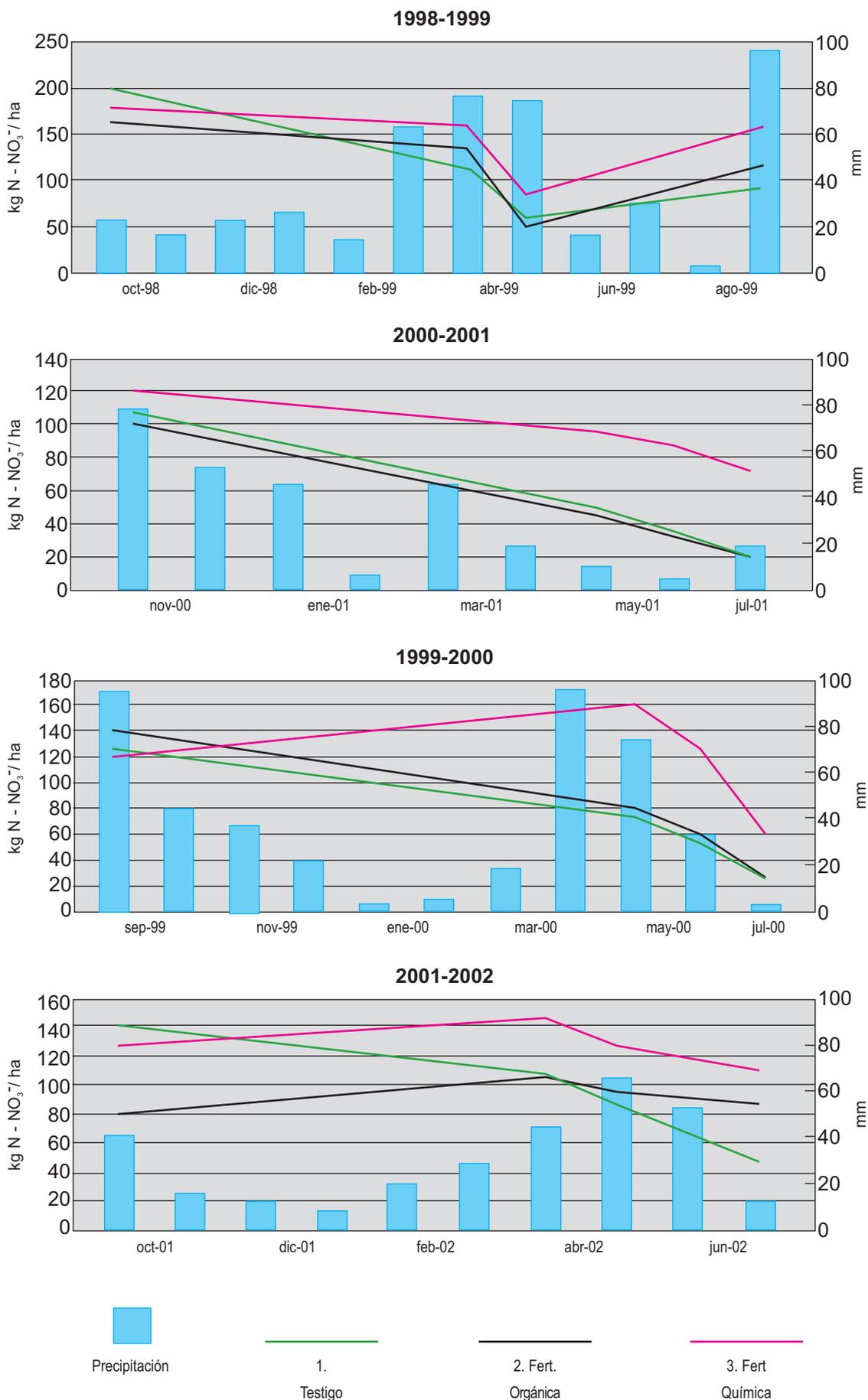


Figura 6: Extracción de nitrógeno de la paja, grano y malas hierbas en el ensayo de Zaragoza durante los cuatro años de cultivo. 1.-T.: Testigo, 2.-F.O.: Fertilización orgánica, 3.-F.Q.: Fertilización Química. Letras distintas para cada tipo de fertilización en cada año difieren significativamente ($p < 0,05$) en el test LSD

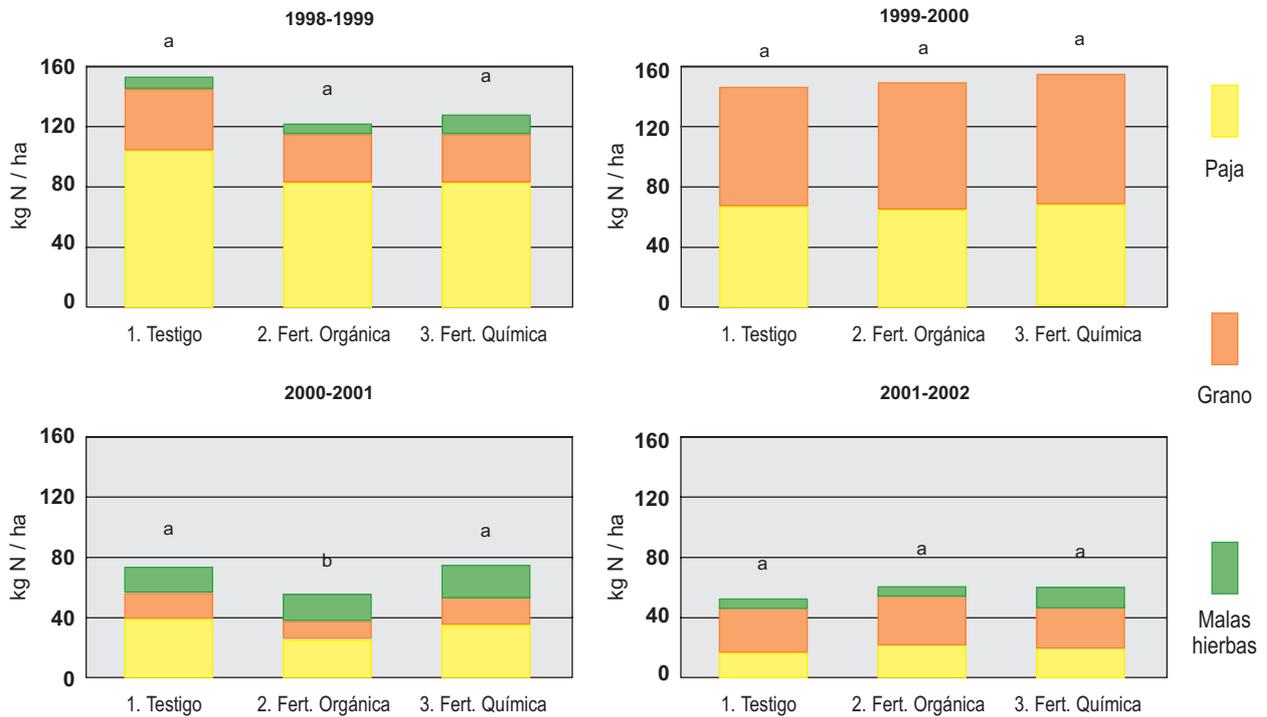
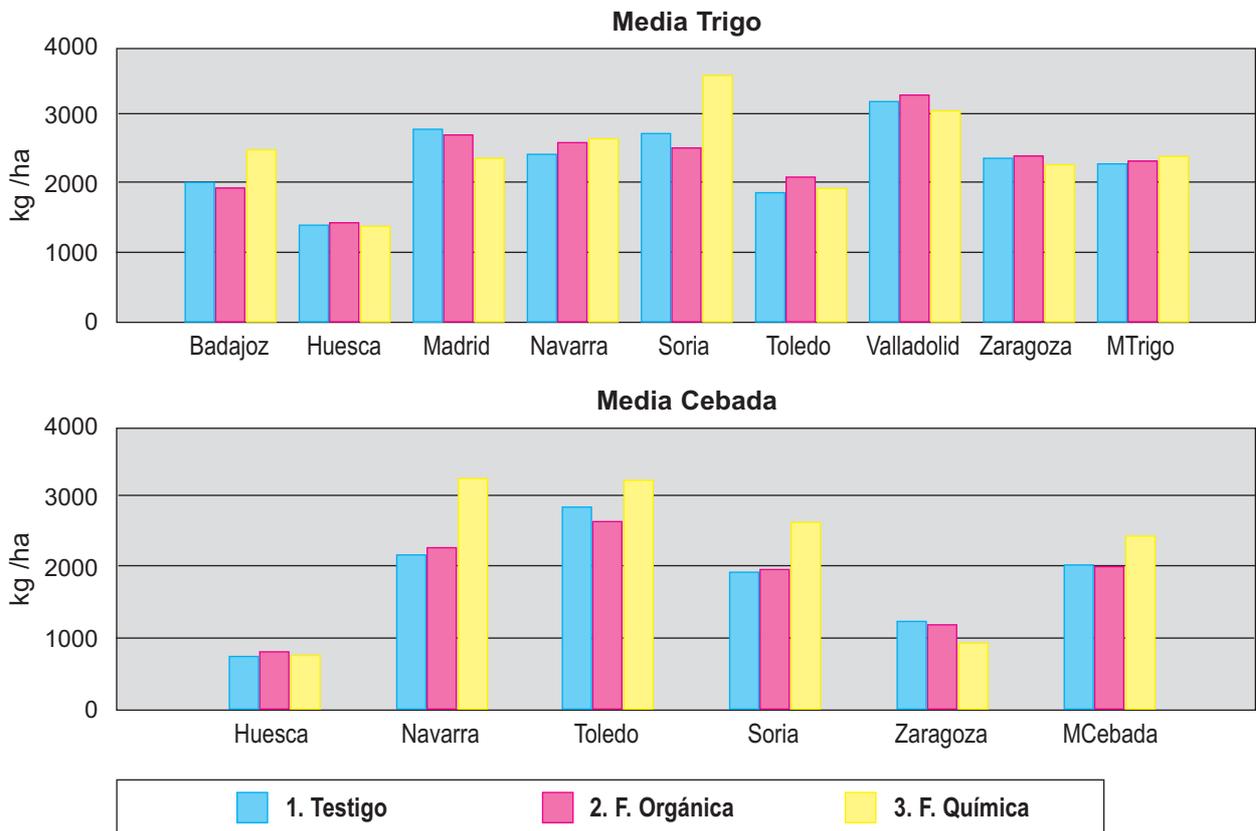


Figura 7: Producciones medias de trigo duro (años 1999, 2000 Y 2003) y cebada (2001 y 2002) según tipo de fertilización en cada localidad y media general para cada cultivo



2. No fueron necesarias labores de desherbado

En general, la densidad de la flora arvense fue escasa, en las parcelas de cereal tras el periodo de barbecho o veza enterrada (81 pl/m², como media, en testigos). La rotación llevada a cabo tuvo un efecto preventivo muy importante. El desherbado químico controló el mismo porcentaje medio de plantas que el mecánico (\approx 48%) en el cultivo de trigo, y fue ligeramente más eficaz en el cultivo de cebada, 63% frente a 52% (**Cuadro 2**). En condiciones de humedad adecuadas, el herbicida logró controles próximos al 100%. Por el contrario la grada nunca superó el 70% aunque fue menos dependiente de las condiciones climáticas posteriores. La menor densidad de flora arvense conseguida tras cualquier tratamiento sólo supuso una significativa mayor producción de grano en 4 ocasiones (tres con herbicida y una con grada) de las analizadas mientras la escarda mecánica resultó contraproducente en dos ocasiones. Así, las medias tanto en trigo como en cebada fueron prácticamente iguales en cada localidad y media global (**Fig. 8**). Por tanto, se considera que ambos métodos de escarda son ineficaces para incrementar las cosechas en las condiciones de los ensayos.

Cuadro 2: Densidad media de flora arvense en cultivo de trigo (8 ensayos, dos años), cebada (5 ensayos, dos años) tras labores de desherbado y porcentaje de control en cada cultivo.

Tipo escarda	Trigo (1999, 2000 y 2003)		Cebada (2001 y 2002)	
	Densidad (pl/m ²)	% control	Densidad (pl/m ²)	% control
1. Testigo	58	0	130	0
2. E. mecánica	31	47	62	52
3. E. química	29	49	48	63

Cifras con letras distintas en cada parámetro de 2003, difieren significativamente ($p < 0,05$) en el test LSD

3. Rentabilidad ecológica

Del análisis económico del ensayo de Zaragoza (**Fig. 9**) se desprende que los mayores beneficios se obtuvieron en el sistema de “mínimos” que, sin utilizar método alguno de fertilización ni de escarda, ofreció una rentabilidad de 271% (sobre el sistema “convencional”), aun suponiendo la venta del producto en un mercado convencional. Mediante el “sistema ecológico” –basado en la fertilización orgánica y escarda mecánica– y venta del producto a un precio mayor se obtuvo una rentabilidad similar (266%). Por último, la opción “convencional” produjo los peores resultados en términos económicos (100%).

Por este motivo se propone la utilización del “sistema de mínimos” para el cultivo de cereales, efectuando la rotación propuesta y el enterrado de residuos, puesto que con este sistema la producción no disminuye significativamente, mientras que los costes se reducen y, por lo tanto, aumentan los beneficios, que pueden alcanzar hasta el 496% si el producto se vende en el mercado ecológico. Además, este sistema, que se adapta a la Normativa sobre Agricultura Ecológica, sería el modelo a desarrollar para implantar y hacer viable económicamente este tipo de agricultura en las amplias zonas semiáridas de España.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado gracias a la financiación de los proyectos INIA SC 96081 y RTA 01-108.

También queremos expresar nuestra gratitud a Jesús Lapieza como dueño de la parcela donde se efectuó el ensayo de Sádaba (Zaragoza), así como a Fernando Arrieta y María León por su inestimable ayuda.

Figura 8: Producciones medias de trigo duro (años 1999, 2000 y 2003) y cebada (2001 y 2002) según tipo de desherbado en cada localidad y media general para cada cultivo

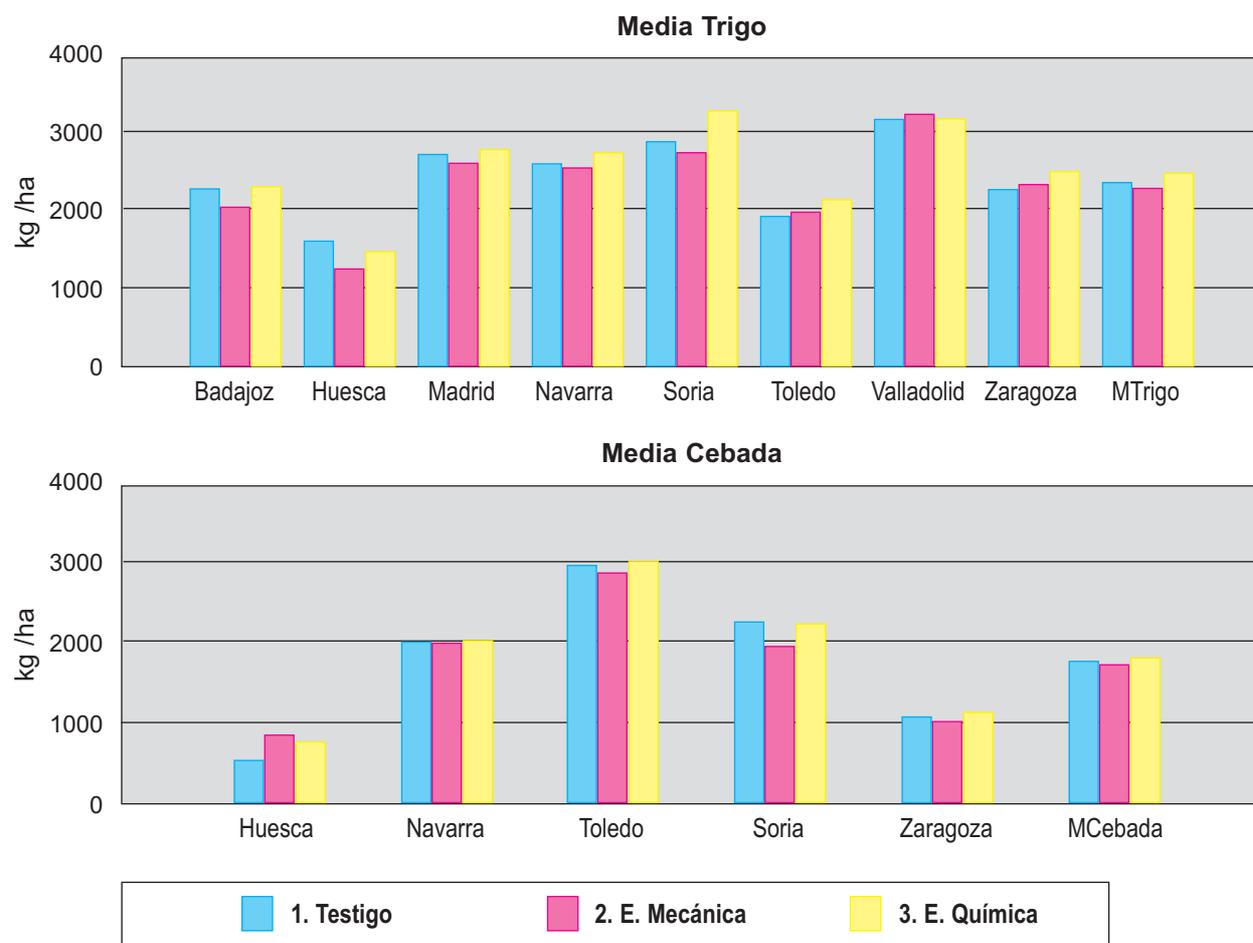
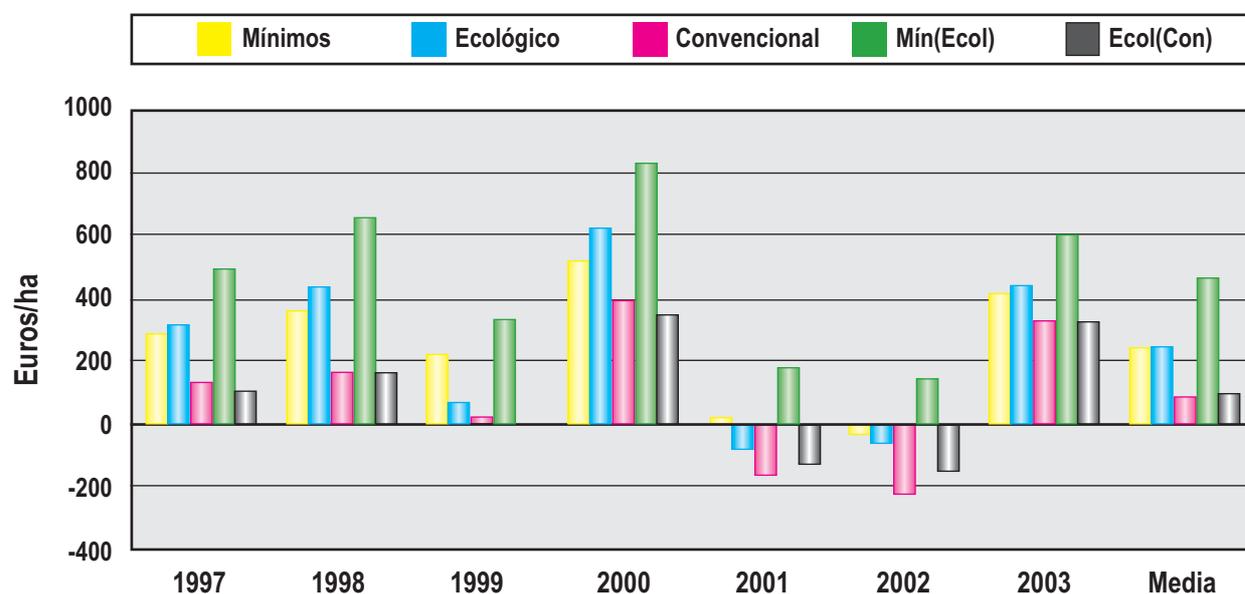


Figura 9: Cálculo de beneficios (€) según el sistema productivo en Zaragoza (1997-2003). Min (Ecol): Cosecha obtenida en sistema de mínimos vendida a precio ecológico, Ecol (Con): Cosecha obtenida en sistema ecológico vendida a precio convencional.



Información elaborada por:

G. Pardo	C.I.T.A. Departamento de Ciencia, Tecnología y Universidades
F. Villa	Centro de Técnicas Agrarias. Departamento de Agricultura y Alimentación
J. Aibar	E.P.S. de Ingenieros Agrónomos. Huesca
S. Fernández-Cavada	Centro Protección Vegetal. Departamento de Agricultura y Alimentación
C. Zaragoza	C.I.T.A. Departamento de Ciencia, Tecnología y Universidades

Se autoriza la reproducción íntegra de esta publicación, mencionando su origen:
Informaciones Técnicas del Departamento de Agricultura y Alimentación del Gobierno de Aragón.

Para más información, puede consultar al CENTRO DE TECNICAS AGRARIAS:
Apartado de Correos 727 • 50080 Zaragoza • Teléfono 976 71 63 37 - 976 71 63 41

Correo electrónico: cta.sia@aragob.es



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo de Orientación
y de Garantía Agrícola

■ **Edita:** Diputación General de Aragón. Dirección General de Desarrollo Rural.
Servicio de Programas Rurales. ■ **Composición:** Centro de Técnicas Agrarias.
■ **Imprime:** Talleres Editoriales COMETA, S.A. ■ **Depósito Legal:** Z-3094/96. ■ **I.S.S.N.:** 1137/1730.



Departamento de Agricultura
y Alimentación