

El rendimiento del trigo en la campiña del Guadalquivir

Influencia del método de laboreo, rotación de cultivos y nitrógeno fertilizante

En este artículo se presentan los resultados obtenidos en un experimento de larga duración, iniciado en 1986, en un suelo vertisol de secano de la campiña de Córdoba. En el mismo se establecieron dos métodos de laboreo y cinco rotaciones de cultivo.

● **L. LOPEZ BELLIDO, M. FUENTES, J. E. CASTILLO, F. J. LOPEZ-GARRIDO Y J. MUÑOZ.** Departamento de Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y Montes. Universidad de Córdoba

Una de las características más notables del clima mediterráneo es la alta variabilidad interanual de las precipitaciones. En condiciones de secano el éxito del cultivo de cereal (trigo o cebada) es incierto. Sólo los suelos arcillosos y profundos, como los vertisoles (bujeos), ampliamente presentes en el sur de España, que tienen capacidad de almacenar el agua de lluvia durante tiempo, muestran rendimientos más estables e incluso un alto potencial de producción cuando la lluvia es suficiente. En este tipo de suelos se cultiva trigo en rotación con girasol, principalmente, y en menor proporción leguminosas grano, como habas y garbanzos. El barbecho también está presente en las áreas de más baja lluvia y en suelos menos fértiles, y con motivo de las medidas de «set-aside» introducidas por la reforma de la PAC de la Comunidad Europea. Tradicionalmente este barbecho es desnudo y se practica el método de

laboreo convencional intensivo en los cultivos de la rotación, aplicándose al trigo importantes dosis de nitrógeno fertilizante.

La influencia del método de laboreo y de la rotación de cultivo en el rendimiento del trigo en los sistemas agrícolas de secano ha sido estudiada en numerosos experimentos de larga duración, especialmente en los EE.UU. Los efectos positivos del no laboreo y del laboreo mínimo en el cultivo de secano, en relación con el almacenamiento de agua en el suelo y sobre el control de la erosión son unanimemente reconocidos, aunque no siempre estos resultados se reflejan en un incremento del rendimiento del cereal. Los suelos de bujeo tienen especiales problemas de laboreo en climas secos, por el limitado margen de humedad del suelo que propicia que las labores sean beneficiosas. También son conocidos los efectos negativos del laboreo intensivo en este tipo de suelos, que degrada su estructura y crea «suela de labor». Algunas investigaciones mues-

tran que el rendimiento del trigo con no laboreo es menor que con el laboreo convencional y laboreo mínimo en suelos arcillosos. La práctica continua del método de no laboreo en suelos de textura fina puede crear condiciones físicas adversas en los 30 cm superficiales del suelo, tal como mayor impedancia y densidad del suelo. Asimismo, el no laboreo en los suelos de textura fina y pobremente drenados genera mayores daños por enfermedades de raíz y por gusanos de alambre, aunque la presencia de nemátodos es menor que en el laboreo convencional.

El efecto beneficioso de las rotaciones es reconocido desde hace mucho tiempo, dando lugar a mejores rendimientos del cereal frente al monocultivo, el cual es menos eficiente en el uso del nitrógeno y es afectado por enfermedades como el «mal del pie» (*Gaeumannomyces graminis*). No obstante, parece ser que los efectos a largo plazo de la rotación no son tan pronunciados en los sistemas de laboreo de conservación como en el laboreo convencional. Por otro lado, se ha demostrado que el sistema cereal-barbecho en áreas secas con laboreo convencional tiene baja eficiencia en el uso del agua. Hoy día es comúnmente admitido que la principal ventaja del barbecho es el control de malas hierbas gramíneas y de enfermedades asociadas al trigo, más que el suministro de agua y nitrógeno. Los beneficios de las leguminosas en la rotaciones con cereal,

CUADRO I. LLUVIA MENSUAL Y ANUAL (MM) EN EL PERIODO 1987 A 1996 EN CORDOBA

Mes	1987-88	1988-89	1989-90	1990-91	1991-92	1992-93	1993-94	1994-95	1995-96	Media	Media 30 años
Septiembre	9	18	41	12	108	29	15	15	1	27	21
Octubre	107	120	53	116	103	134	138	63	2	93	55
Noviembre	87	93	307	85	43	5	83	58	113	97	93
Diciembre	239	0	125	17	26	26	0	27	222	76	79
Enero	100	28	74	27	5	13	37	36	231	61	82
Febrero	15	56	0	124	69	13	60	45	52	48	80
Marzo	11	34	21	164	32	19	1	32	31	38	53
Abril	46	55	120	17	96	82	30	27	36	57	56
Mayo	37	31	1	10	29	54	49	0	119	37	36
Junio	28	0	0	11	123	2	1	1	10	20	20
Julio	1	0	2	0	0	0	0	0	3	1	5
Agosto	0	0	2	0	0	0	0	0	13	2	4
Total	680	438	748	383	634	377	414	304	832	358	384
Desv. de la media de 30 años	+98	-149	+362	-1	+50	-307	-170	-390	+349	-35	

respecto a la economía del nitrógeno del suelo y a la ruptura del ciclo de enfermedades, han sido valorados en numerosas investigaciones. En los vertisoles, el nitrógeno aportado por las leguminosas se distribuye a través del suelo y es mejor recuperado por el trigo, en comparación con el nitrógeno fertilizante aplicado en superficie.

La optimización de la fertilización nitrogenada del trigo en áreas de secano es crítica para maximizar el rendimiento económico y para mejorar la utilización del agua. La dosis requerida está basada en el rendimiento esperado, que depende de las condiciones de humedad del suelo. Algunos experimentos de larga duración en condiciones de secano documentan la variabilidad de la respuesta del trigo al nitrógeno fertilizante, la acumulación de nitratos y amonio en el perfil del suelo y el efecto de la fuente de nitrógeno y su época de aplicación en la producción. La respuesta del trigo al nitrógeno fertilizante también puede variar según el sistema de laboreo. Algunos estudios indican que los cereales pueden requerir nitrógeno fertilizante adicional cultivados bajo laboreo mínimo y no laboreo para igualar la producción frente al laboreo convencional, a causa de la baja eficiencia del nitrógeno disponible en el suelo.

En las condiciones de secano mediterráneas se han efectuado pocas investigaciones de larga duración relativas a los métodos de laboreo y rotación de cultivos. Desde 1986 estamos realizando un estudio con el fin de evaluar, entre otros factores, el efecto del método de laboreo, la rotación de cultivos y el nitrógeno fertilizante en el rendimiento de trigo, con un experimento de larga duración, en un suelo vertisol de secano de la campiña de Córdoba. El presente artículo presenta algunos de los resultados hasta ahora obtenidos.

Descripción del experimento

El ensayo de campo está situado en la campiña de Córdoba, en un suelo de seca-



Vista general del experimento: se observan parcelas de girasol y garbanzos.

no típico de bujeo (vertisol). El experimento se inició en 1986, marcándose de forma permanente un área de 24.975 m² (135 x 185 m) para establecer un estudio de larga duración sobre el mismo suelo. En dicha área se establecieron como parcela principal dos métodos de laboreo (no laboreo y laboreo convencional); como subparcelas cuatro rotaciones bianuales (trigo-girasol, trigo-garbanzos, trigo-habas y trigo-barbecho) y trigo continuo (monocultivo); y como sub-subparcelas tres dosis de nitrógeno en el trigo (50, 100 y 150 kg/ha). El diseño estadístico usado es el de parcelas sub-subdivididas, con cuatro repeticiones. El número total de parcelas elementales es de 2 x 120 al duplicarse cada rotación con secuencia invertida de cultivos, con el fin de disponer anualmente de resultados completos sobre las mismas. El área de la parcela elemental es 100 m² (10 x 10).

El análisis del suelo del área marcada, al comienzo del experimento, dió los siguientes resultados medios a 30 cm de profundidad: arena 13%, limo 18%, arcilla

69%, materia orgánica 1%, pH 7.7, fósforo asimilable (Olsen) 5 ppm, potasio asimilable 531 ppm, CIC 46,5 meq/100 g.

En el tratamiento de no laboreo se utiliza una sembradora específica, controlándose las malas hierbas, antes y después del cultivo, con la mezcla herbicida glifosato+MCPA. El laboreo convencional consiste en una labor de arado de vertedera y varias labores de grada de discos y/o escarificador para desmenuzar los terrones y preparar el lecho de siembra. En ambos métodos de laboreo los residuos de los cultivos fueron dejados en el suelo, permaneciendo como «mulching» en el no laboreo y siendo incorporados al suelo en el laboreo convencional.

La siembra de trigo se efectúa habitualmente a finales de noviembre o principios de diciembre, utilizándose la variedad Cajeme; la del girasol en febrero con diferentes cultivares híbridos; la del garbanzos en marzo con la variedad Blanco lechoso y la de habas en noviembre con la variedad Alameda. El barbecho se mantuvo limpio todo el año, con glifosato en el no laboreo y con laboreo de grada en el laboreo convencional.

El nitrógeno fertilizante se aplica a las parcelas de trigo en forma de urea granulada de 46%. La mitad de la dosis respectiva se aplica antes de la siembra, incorporándola con grada en las parcelas de laboreo convencional y dejándola en superficie en el no laboreo. La otra mitad se aplicó en superficie al comienzo del ahijado del trigo.

En cada cultivo fueron controladas las malas hierbas con herbicidas específicos y las plagas y enfermedades según las obser-

CUADRO II. EFECTO ROTACION (ER*) DEL GIRASOL, GARBANZOS, HABAS Y BARBECHO EN EL RENDIMIENTO DEL TRIGO (kg/ha) A DIFERENTES DOSIS DE N FERTILIZANTE APLICADAS AL TRIGO EN UN SUELO VERTISOL DE LA CAMPIÑA DE CORDOBA

Rotación	Dosis de N (kg/ha)			
	50	100	150	Medla
Trigo-Girasol	525 b**	445 c	372 c	447 c
Trigo-Garbanzos	92 b	621 bc	498 bc	570 c
Trigo-Habas	1.113 a	1.047 a	786 a	982 a
Trigo-Barbecho	603 a	830 ab	695 ab	809 b

* ER = Diferencia entre el rendimiento de trigo en la rotación y el rendimiento de trigo en monocultivo.

** Letras diferentes para cada dosis de N y para la media indican diferencias significativas al nivel del 95%.

vaciones efectuadas. Con excepción de las dosis referenciadas para el trigo no se aplicó ningún nitrógeno fertilizante a los demás cultivos. Cada dos años se efectúa fertilización fosfatada, también en las parcelas de trigo, a la dosis de 125 kg P₂O₅/ha, incorporándose al suelo con el laboreo convencional y aplicándose en superficie en el no laboreo. Los altos niveles de potasio asimilable en el suelo recomendaron no utilizar fertilizante potásico.

Condiciones climáticas

Como es habitual en la región mediterránea, el clima durante los nueve años del estudio (1987 a 1996) varió considerablemente, en especial la lluvia, con predominio de los años secos. Como resultado los rendimientos de trigo fueron muy diferentes. El **cuadro I** muestra la lluvia mensual y anual del período septiembre-agosto durante los años del experimento. La lluvia media anual del conjunto de los 9 años fue inferior (-28 mm) al promedio de los últimos 30 años. Los años 1987-88, 1989-90 y 1995-96 registraron una lluvia muy superior a la media de 9 años (+96, +162 y +249 mm, respectivamente). Por el contrario, en los años 1988-89, 1992-93, 1993-94 y 1994-95 la lluvia fue muy inferior (-149, -207, -170 y -280 mm, respectivamente).

El período de crecimiento vegetativo

del trigo en el área de estudio ocurre entre los meses de noviembre a febrero. En el período de marzo a mayo tiene lugar el período reproductivo (encañado, espigado y formación del grano). La lluvia durante la estación de crecimiento fue también más alta en 1987-88 (535 mm), 1989-90 (648 mm) y 1995-96 (804 mm), correspondiendo el 82,4, 78,1 y 76,9% al período de crecimiento vegetativo (noviembre-febrero). En los demás años la lluvia durante la estación de crecimiento del trigo fue notablemente inferior y muy variada (1988-89: 297 mm, 1990-91: 444 mm, 1991-92: 300 mm, 1992-93: 212 mm, 1993-94: 260 mm, 1994-95: 225 mm), siendo también inferior el porcentaje caído en el período vegetativo, entre 26,9 y 73,8%.

En la región mediterránea, tradicionalmente, se ha sostenido que el período de lluvia durante el período reproductivo del trigo (marzo-mayo) es decisivo para la obtención de altos rendimientos de grano. Sin embargo, para las condiciones de nuestro experimento, en suelos vertisoles, el factor clave del rendimiento de trigo fue la lluvia total durante la estación de crecimiento, y sobre todo la lluvia caída durante el período noviembre-febrero, como se muestra en la **fig. 1** para los años 1987-88, 1989-90 y 1995-96, que tuvieron rendimientos de trigo considerablemente más elevados que los demás años. Esto es

CUADRO IV. NIVELES MEDIOS DE NITRATOS EN kg/ha DEL SUELO DEL EXPERIMENTO EN LA CAMPIÑA DE CORDOBA EN LOS AÑOS 1992 Y 1995 A LA PROFUNDIDAD DE 90 cm

Tratamiento	Año	
	1992	1995
Laboreo		
No laboreo	51	53
Laboreo convencional	61	83
Rotación		
Trigo continuo	77	82
Trigo-girasol	44	53
Trigo-garbanzos	61	55
Trigo-habas	57	80
Trigo-barbecho	42	71
Dosis de N (kg/ha)		
50	36	51
100	53	64
150	79	90
Media general	58	68

atribuible a la textura arcillosa de los vertisoles, con montmorillonita predominante, que les permite absorber gran cantidad de agua y retenerla durante largos períodos de tiempo. Contrariamente la lluvia de primavera, por sí sola, no fue relevante para establecer altos rendimientos de trigo, como más adelante se pone de manifiesto.

Influencia del método de laboreo

El método de laboreo en el conjunto

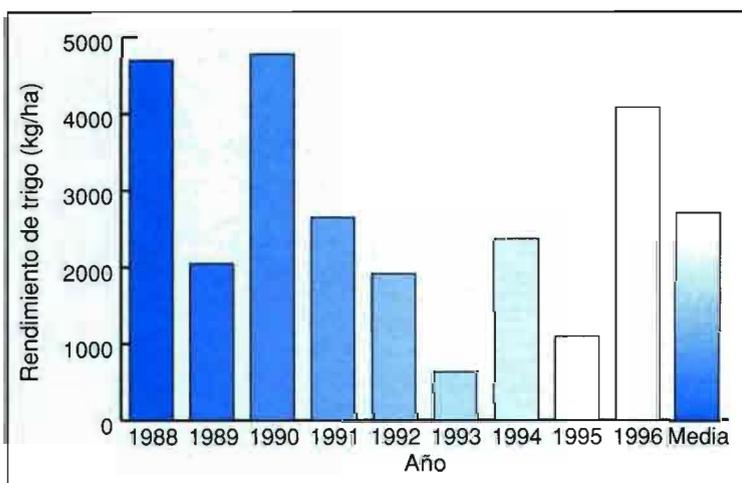


Fig. 1. Rendimiento medio del trigo en el conjunto del experimento en la campiña de Córdoba, durante los años 1988 a 1996.

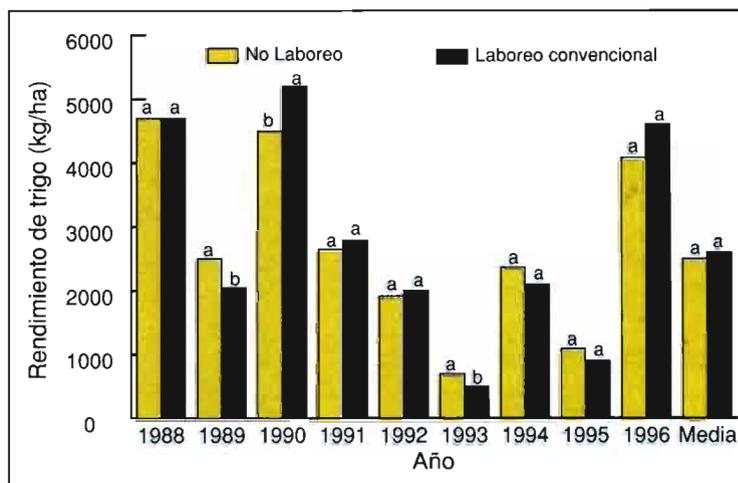


Fig. 2. Influencia del método de laboreo en el rendimiento del trigo en un suelo vertisol de la campiña de Córdoba (en cada año, letras diferentes indican que las diferencias de rendimiento son significativas al nivel del 95%).

CUADRO III. INFLUENCIA ANUAL DE LA DOSIS DE NITROGENO FERTILIZANTE EN EL RENDIMIENTO DE TRIGO (kg/ha) EN UN SUELO VERTISOL DE LA CAMPIÑA DE CORDOBA

Dosis de Nitrógeno (kg/ha)	Año agrícola									Media
	1987-88	1988-89	1989-90	1990-91	1991-92	1992-93	1993-94	1994-95	1995-96	
50	4310 c*	2020 a	4400 c	2560 b	2090 a	680 a	2370 a	1160 a	3810 b	2600 b
100	4760 b	2130 a	4820 b	2730 a	1970 b	620 a	2390 a	1160 a	4370 a	2760 a
150	5020 a	1990 a	5110 a	2650 a	1700 c	640 a	2350 a	1060 a	4360 a	2765 a

* Para cada año, letras diferentes indican que las diferencias de rendimiento son significativas al nivel del 95%.

Javelo[®]

Herbicida selectivo
de los cereales

EL QUE MADRUGA
LUEGO DESCANSA



 **RHÔNE-POULENC**

RHÔNE-POULENC AGRO, S.A.
VILLANUEVA, 13 - 28001 MADRID - TEL. (91) 435 135 00

de los 9 años de estudio no mostró influencia significativa en el rendimiento del trigo (fig. 2), aunque en los años 1989, 1990 y 1993 las diferencias de rendimiento fueron significativas. Se observó para los años más lluviosos y de más alto rendimiento de trigo que el laboreo convencional mostró cierta tendencia a rendimientos más altos que el no laboreo, y a la inversa en los años secos con bajos rendimientos, pero no de forma demasiado clara. En los años 1990 y 1996 el rendimiento de trigo del no laboreo fue el 89 y 85%, respectivamente, del laboreo convencional. Contrariamente en los años 1989 y 1993, dos de los cuatro años más secos, el rendimiento de trigo del laboreo convencional fue el 74 y 72% respecto al no laboreo, respectivamente. La interacción laboreo x rotación fue significativa sólo en los años más secos.

El análisis de estabilidad permite visualizar la interacción de los tratamientos (en este caso el método de laboreo) con el ambiente. La fig. 3 muestra la estabilidad relativa entre el no laboreo y el laboreo convencional, expresada por la resta de regresión de la media de rendimiento de trigo de ambos métodos de laboreo y la diferencia de rendimiento entre ambos para el conjunto de los años del experimento. La pendiente de la recta negativa indica que el no laboreo es más estable que el laboreo convencional bajo condiciones adversas de baja pluviometría. El umbral de rendimiento de trigo entre 2.000-2.500 kg/ha podría ser la línea divisoria que hace mejor un sistema u otro de laboreo, en las condiciones de nuestro ensayo.

Influencia de la rotación de cultivos

El rendimiento de trigo varió significativamente con la rotación, cada año y en el conjunto de los 9 años de estudio (fig. 4). En el promedio de los 9 años los más altos rendimientos de trigo se alcanzaron en las rotaciones trigo-habas y trigo-barbecho, definiendo significativamente de las demás, que a su vez también mostraron diferencias significativas (trigo-garbanzos>trigo-girasol>trigo continuo). Respecto al mono-

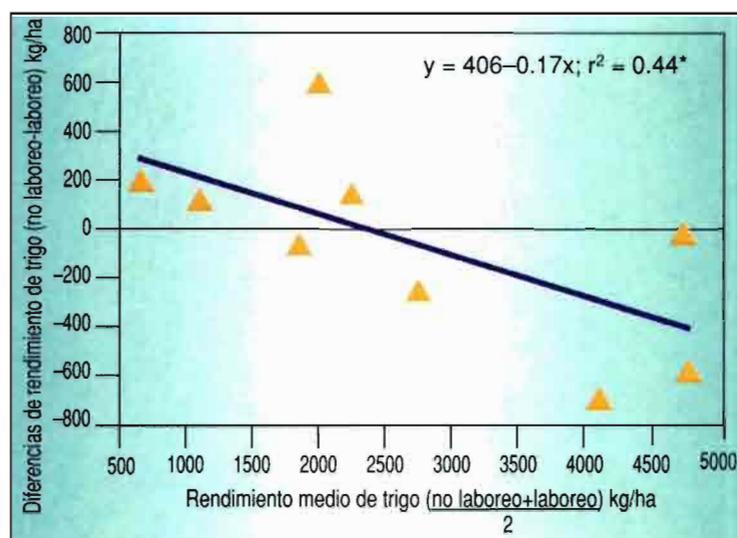


Fig. 3. Análisis de la estabilidad relativa del rendimiento de trigo según el método de laboreo (no laboreo y laboreo convencional) en un suelo vertisol de la campaña de Córdoba.

cultivo el rendimiento del trigo fue superior en el 45.9% en la rotación trigo-habas, y en el 43%, 28.2 y 17.7% en trigo-barbecho, trigo-garbanzos y trigo-girasol, respectivamente.

Las variaciones climáticas entre años causaron algunas desviaciones en este comportamiento del rendimiento del trigo para las distintas rotaciones. En los años más húmedos las diferencias de rendimiento entre el trigo continuo y las rotaciones fueron más pronunciadas, mientras que en las rotaciones trigo-girasol, trigo-garbanzos y trigo barbecho estuvieron más próximas. En los años más secos el rendimiento de trigo tendió a igualarse en trigo continuo y trigo girasol, diferenciándose más del grupo integrado por trigo-barbecho, trigo-garbanzos y trigo-habas; es decir hubo mayor efecto del precedente barbecho y leguminosas.

Han sido descritas diferencias entre es-

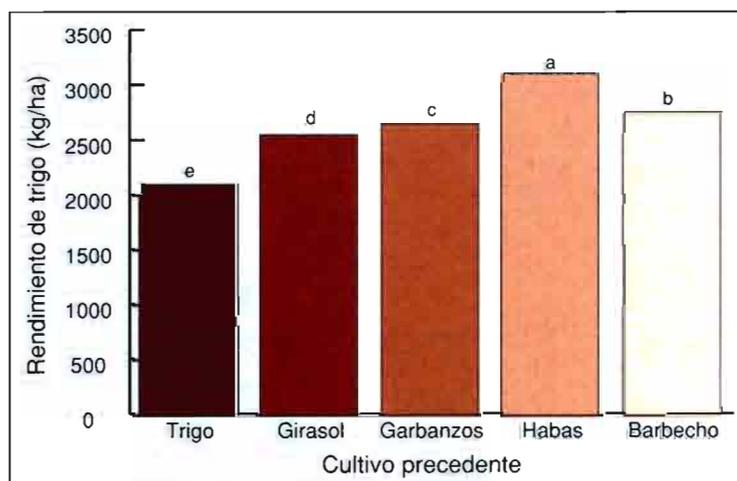


Fig. 4. Influencia de diferentes rotaciones bianuales de cultivo en el rendimiento de trigo en un suelo vertisol de la campaña de Córdoba. Media de 9 años, 1988 a 1996 (letras diferentes indican que las diferencias de rendimiento son significativas al nivel del 95%).

pecias de leguminosas, en relación con su efecto sobre el rendimiento del cereal como cultivo precedente, según su capacidad de fijación de nitrógeno atmosférico y subsiguiente cantidad de nitrógeno residual aportada al suelo. La diferencia entre habas y garbanzos es manifiesta en nuestro experimento, presentando el trigo mayor rendimiento tras el cultivo de habas, superior al del barbecho, al contrario que el cultivo de garbanzo que tuvo menor efecto sobre el rendimiento de trigo que el barbecho. La influencia del girasol sobre el rendimiento de trigo fue inferior al de las leguminosas y el barbecho, aunque superó a los rendimientos del trigo continuo. No fue apreciada, visualmente, mayor incidencia de enfermedades en el monocultivo de trigo como afirman algunas investigaciones, aunque se registraron, en algunos de los últimos años del ensayo, fuertes ataques de gusanos de alambre (*Agritotes* sp).

La cuantificación del efecto rotación (ER), expresado como la diferencia de rendimiento cuando se compara el trigo en rotación y en monocultivo, se muestra en el cuadro II. En el conjunto de los 9 años de ensayos el mayor ER fue exhibido por las habas seguidas del barbecho, con diferencias significativas entre ambos. El ER fue menor para garbanzos y girasol, sin diferencias entre ellos. A medida que las dosis de N aplicada al trigo fue más alta el ER disminuyó, debido al incremento del rendimiento de trigo en monocultivo con las mayores dosis de N. El ER del garbanzo, y el barbecho se aproximó al aumentar la dosis de nitrógeno, no siendo significativas las diferencias con 100 y 150 kg N/ha.

En los años secos fue significativa la interacción laboreo x rotación, siendo mayores las diferencias entre no laboreo y laboreo convencional en las rotaciones en que intervinieron leguminosas y menores cuando intervino girasol.

La fig. 5 muestra el efecto en el rendimiento de trigo del barbecho y girasol como precedente en la rotación, para cada año del experimento y en conjunto. Esta información puede ser de interés para valorar el uso del barbecho obliga-



Desde hace 70 años el departamento de investigación y desarrollo de Pioneer experimenta la obtención de nuevos híbridos y variedades más fuertes, más sanas, más seguras, para garantizar las mejores cosechas. Semillas tolerantes a herbicidas, resistentes a enfermedades y plagas, organismos genéticamente modificados que seguro van a mejorar su calidad de vida.

Alta tecnología Investigación



En los campos de experimentación de Pioneer crecen hoy las semillas del mañana que se desarrollan en nuestros laboratorios a nivel mundial para adaptarlas posteriormente a las características específicas del suelo y climatología de cada comarca. Un proceso de investigación que dura alrededor de 5 años. Así es la propuesta de Pioneer, la garantía líder para hacerte la vida mejor.



PIONEER

Para vivir mejor.

torio o «set aside» impuesto por la reforma de la PAC, en el que pueden sembrarse cultivos no alimentarios, como el propio girasol para biodiesel. Se observa que las diferencias de rendimiento son mayores en los años de producciones intermedias y menores e incluso negativas en los años lluviosos y en los muy secos, de altos y muy bajos rendimientos, respectivamente. Para el conjunto de los 9 años, el precedente de barbecho incrementó el rendimiento de trigo en 362 kg/ha respecto al precedente de girasol.

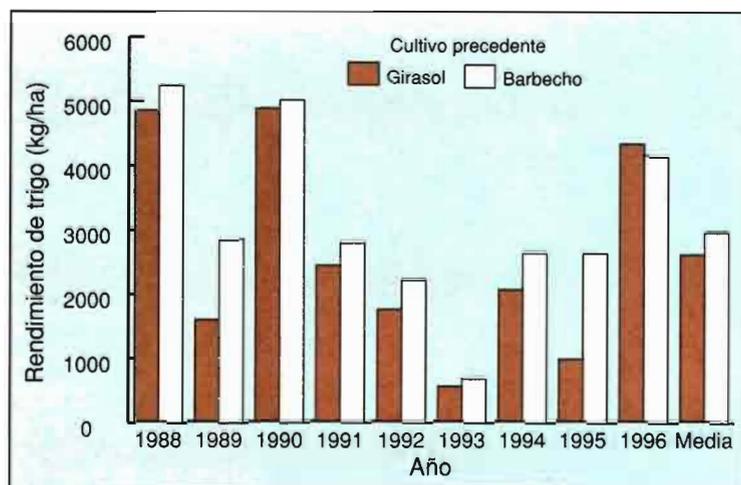


Fig. 5. Influencia del barbecho y del cultivo de girasol precedentes en el rendimiento de trigo en un suelo vertisol de la campiña de Córdoba.

suelo (que es también utilizable por el cultivo dada su rápida nitrificación), justifican la falta de respuesta del trigo al N fertilizante en los últimos años del experimento; en los que además se manifestó escasez de agua. Consecuentemente, los requerimientos de nitrógeno fertilizante deben ser calibrados según la rotación y la disponibilidad hídrica, considerando los niveles de nitrógeno mineral residual en el suelo, que alcanza valores relativamente altos en comparación con los rendimientos medios de trigo obtenidos.

Influencia de nitrógeno fertilizante

En el promedio de los 9 años de ensayo, la respuesta global del rendimiento del trigo a la dosis de nitrógeno fertilizante sólo varió significativamente entre la dosis de 50 y 100 kg N/ha, y no hubo diferencias significativas entre 100 y 150 kg N/ha (**cuadro III**). En los años 1988, 1990 y 1996, de más lluvia, hubo diferencias significativas entre las tres dosis ensayadas excepto en el último año; y en los años secos no se observaron variaciones significativas entre estas (**cuadro III**). Incluso en algunos años donde la lluvia fue muy escasa se apreció un efecto negativo de la dosis más alta (150 kg N/ha) sobre el rendimiento de trigo, atribuible a una acentuación del estrés hídrico durante el

llenado del grano, período en el que la lluvia es habitualmente limitada en el clima mediterráneo. Con el avance de los años del experimento, y con independencia de las variaciones interanuales de lluvia, se ha observado una disminución de la respuesta del rendimiento de trigo al nitrógeno fertilizante, debido al incremento paulatino de nitrógeno disponible en el suelo por las aportaciones de fertilizante y por el efecto rotación, e incluso por el sistema de laboreo, como demuestran los análisis de los nitratos del suelo realizados en el otoño de 1992 y 1995 en las diferentes parcelas a la profundidad 0-90 cm, que aparecen en el **cuadro IV**. Tales niveles de nitrato residual acumulado en el suelo, sin considerar el amonio como componente del nitrógeno mineral del

Influencia del año

Como se ha expuesto, existieron notables diferencias en los rendimientos de trigo entre años, atribuibles a la variación de la cantidad y distribución de la lluvia. El análisis de regresión entre el rendimiento de trigo y la lluvia registrada en la estación de crecimiento resultó altamente significativo (**fig. 6a**). Cuando fue considerada sólo la lluvia registrada en el período vegetativo del trigo (noviembre-febrero) la significación y bondad de la regresión fue similar (**fig. 6b**). Por el contrario la regresión del rendimiento de trigo con la lluvia del período reproductivo (marzo-abril) no fue significativa. Ello demuestra, como se ha dicho, la importancia del agua acumulada en los suelos de bujeo como factor decisivo para el rendimiento del cereal. En

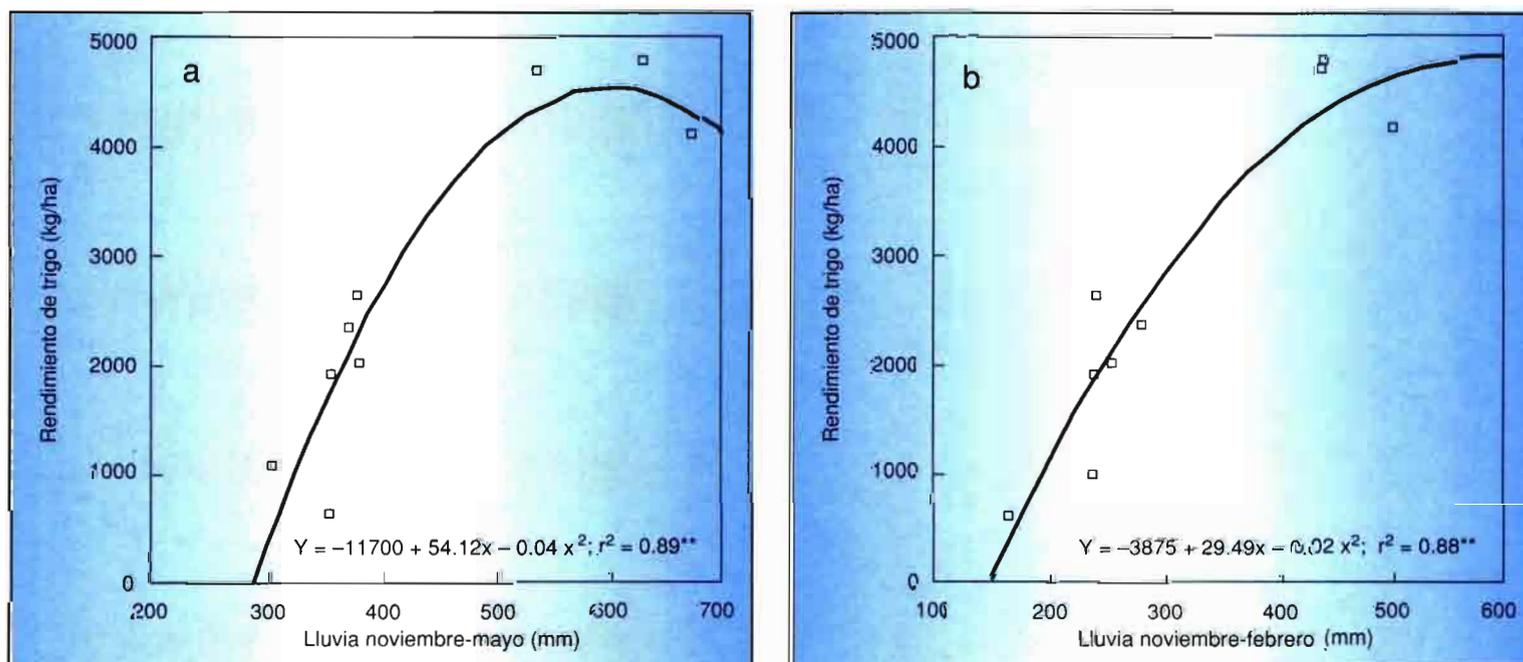
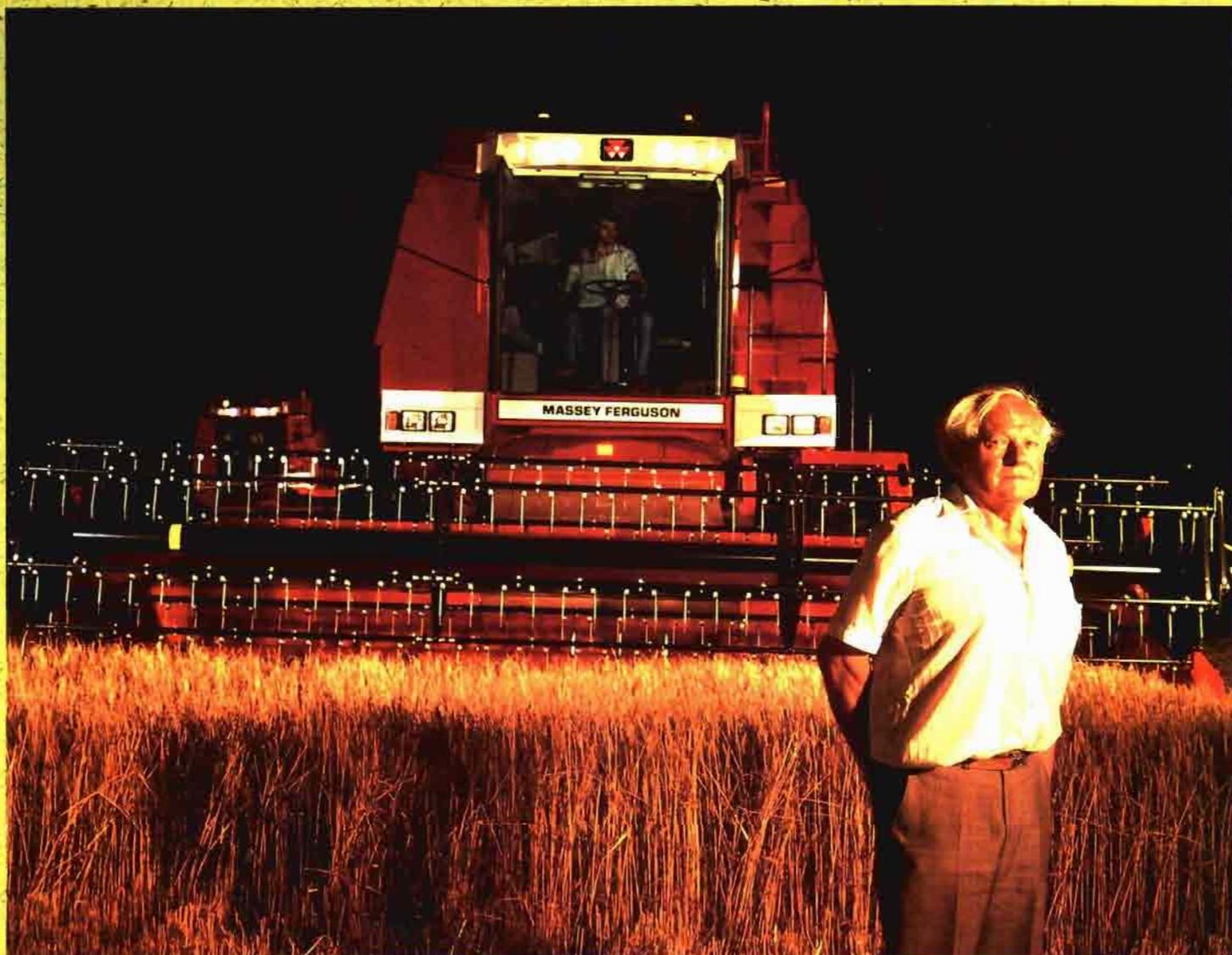


Fig. 6. Relación entre el rendimiento de trigo y la lluvia en un suelo vertisol de la campiña de Córdoba, durante un período de 9 años de experimento (a = lluvia de noviembre-mayo; b = lluvia noviembre-febrero).



“ÉPOCA DE COSECHA. NO HAY LUGAR PARA LOS DÉBILES”

En el momento de la cosecha un agricultor no necesita una cosechadora poco fiable. Necesita una cosechadora construida sobre un chasis rígido de acero. Una cosechadora con todas las piezas móviles sobredimensionadas para el trabajo que va a realizar. Necesita una cosechadora con la potencia suficiente para hacer el trabajo. Y una cosechadora que rinda de forma excepcional en cualquier cosecha. Sorprendentemente sólo un gran fabricante fabrica cosechadoras como éstas. Pero no es tan sorprendente que el fabricante sea MASSEY FERGUSON.



MASSEY FERGUSON

EL NUEVO PATRON DE LA POTENCIA

Massey Ferguson Iberia, S. A.

Vía de las Dos Castillas, 33, Atica 7 (Edificio 6) • 28224 POZUELO DE ALARCON (Madrid)

Tel. (91) 352 96 22 • Fax: (91) 352 40 13

Massey Ferguson empresa de AGCO Corporation.

consecuencia, una cantidad de lluvia durante la estación de crecimiento del trigo comprendida entre 500 y 600 mm, ocurriendo el 80% en el período invernal y el 20% en primavera, parece un modelo de distribución óptimo para alcanzar altos rendimientos de trigo.

El tratamiento de nitrógeno fertilizante fue el más influido por las variaciones climáticas anuales. En los años secos, con menos de 450 mm de lluvia durante la estación de crecimiento, no hubo respuesta del rendimiento de trigo a las dosis de nitrógeno aplicadas (**fig. 7**). Por el contrario los años de lluvia superior a 500 mm (1988, 1990 y 1996) existió respuesta del trigo al N fertilizante, aunque varió según las diferentes rotaciones. El trigo continuo y las rotaciones trigo-girasol y trigo-garbanzos respondieron hasta la dosis de 100 kg N/ha. Las rotaciones trigo-habas y trigo-barbecho mostraron un comportamiento similar, y sólo el rendimiento de trigo tuvo respuesta hasta la dosis de 50 kg N/ha (**fig. 7**).

No obstante como puede observarse en los años lluviosos (**fig. 7**), el fertilizante sólo no fue suficiente para que el rendimiento del trigo en monocultivo alcanzase el nivel de rendimientos de las rotaciones, incluso comparando las dosis máximas de nitrógeno con las mínimas aplicadas. La causa es el efecto de rotación en sí mismo y el valor fertilizante equivalente atribuible a las leguminosas, reportado en numerosos estudios.

Tradicionalmente se ha mantenido, para la condiciones semiáridas mediterráneas, que la disponibilidad de agua extra acumulada en el barbecho es un factor importante para la productividad del cereal. Esta teoría no se ha constatado claramente en nuestro experimento, donde el barbecho como precedente no suministró agua



Se aprecian las clásicas grietas de los bujeos de la campiña del Guadalquivir, que requieren un tratamiento adecuado de laboreo.

de reserva suficiente, en los años secos, para mejorar el rendimiento de trigo frente a las demás rotaciones. La práctica del barbecho para acumular reservas hídricas que incrementan el rendimiento del cereal subsiguiente no fue relevante respecto al precedente de leguminosas, especialmente las habas, en las condiciones de nuestro ensayo, con lluvias superiores a 250-300 mm durante la estación de crecimiento.

Los resultados obtenidos en el presente experimento de larga duración permiten establecer algunas conclusiones prácticas sobre la estrategia a seguir en la fertilización nitrogenada del trigo, en función de las condiciones climáticas anuales. Es patente que con lluvias durante la estación de crecimiento inferiores a 400 mm no cabe esperar respuesta del trigo a dosis superiores a 50 kg N/ha. Tal dosis podría establecerse como fija y ser aplicada en la siembra, aplicando el resto del nitrógeno fertilizante en cobertera, al final del ahijado o inicio del encañado, según la llu-

via caída en el invierno y en función del cultivo precedente en la rotación y del nitrógeno residual presente en el suelo a la salida del invierno.

Resumen

La producción de trigo en un sistema de no laboreo continuo bajo condiciones de secano de los suelos de bujeo (vertisoles) mediterráneos es una alternativa que puede ser viable, económica y ambientalmente favorable al sistema convencional de laboreo. Sin embargo, la ocurrencia, hasta la fecha, de excesivos años secos durante el experimento plantea la cuestión si se obtendrían resultados similares con el no laboreo y el laboreo convencional en períodos húmedos, que también pueden producirse. En consecuencia, es necesario un período de estudio más largo. La rotación bianual trigo-habas es la más efectiva de todas las ensayadas, particularmente cuando se compara con el monocultivo de trigo, siendo los rendimientos de trigo más estables y precisándose una dosis de nitrógeno fertilizante más baja. En conjunto la rotación trigo-barbecho no mejora significativamente el rendimiento de trigo en comparación con la rotación trigo-habas; que además tiene la ventaja de proporcionar cobertura al suelo y una cosecha rica en proteínas. La respuesta del trigo al nitrógeno fertilizante en los años secos (con lluvias inferiores a 450 mm durante el período de crecimiento) es baja o inexistente. Se pueden conseguir una importante economía de nitrógeno fertilizante y disminuir la contaminación por nitratos seleccionando la dosis óptima de nitrógeno en función de la lluvia, el cultivo precedente y la cantidad de nitrógeno residual presente en el suelo. ■

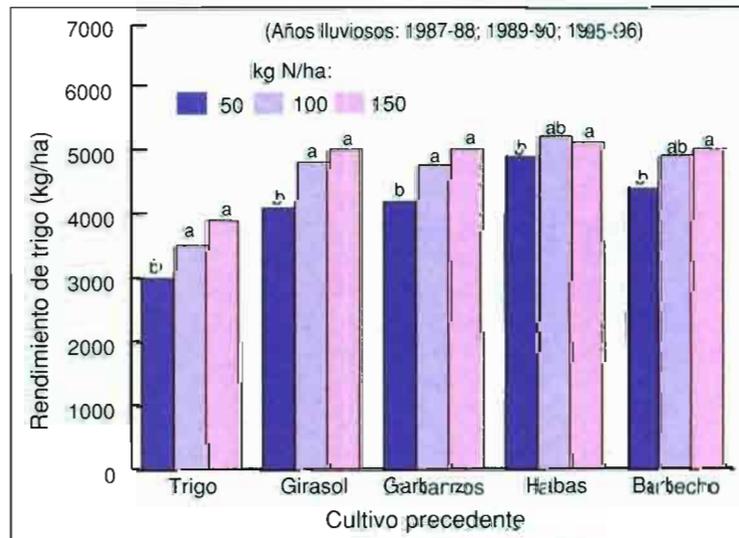
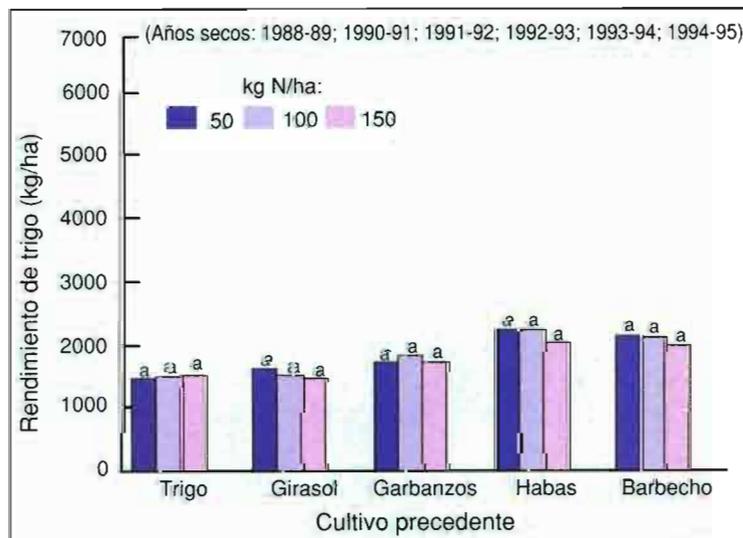


Fig. 7. Influencia del nitrógeno fertilizante en el rendimiento de trigo en diferentes rotaciones bianuales en años secos y lluviosos en un suelo vertisol de la campiña de Córdoba (dentro de cada rotación, letras diferentes indican que las diferencias de rendimiento son significativas al nivel del 95%).