

TRIGO: Variables de manejo determinantes del rendimiento y su variabilidad entre y dentro de años

NOTA TÉCNICA

Oswaldo Ernst*

INTRODUCCIÓN

En los últimos años los cultivos de verano han superado ampliamente en superficie sembrada a los de invierno. Fortalezas de unos y debilidades de otros explican el cambio de una “agricultura de invierno” a una “agricultura de verano”.

En los cultivos de invierno (2001 y 2002), primero fueron los rendimientos y problemas de calidad de grano y comercialización, asociados a la fusariosis de espiga, que determinaron que cultivos excelentes hasta principios de octubre finalizaran con los rendimientos medios de la década de los 70. Posteriormente, el precio y ventajas en la financiación y comercialización de soja y girasol, opacaron los buenos rendimientos medios de cultivos de invierno, de los años 2003 y 2004.

En la zafra 2005 el aumento de los costos de producción replanteó la polémica sobre la tecnología de producción para los cultivos de invierno y, en especial, sobre la seguridad de obtener rendimientos que permitieran mantener el negocio.

En el presente artículo se discute el efecto de las variables de manejo que integran el paquete tecnológico de trigo, sobre el rendimiento del cultivo.

Para ello se utilizará una base de datos confeccionada con registros de chacras obtenidos durante los años 2000, 2001, 2003 y 2004 en el Proyecto “Caracterización agronómica e industrial de

las variedades de trigo más utilizadas en Uruguay. Identificación de paquetes tecnológicos asociados a rendimiento y calidad de granos” realizado en el marco de la Mesa Nacional de Trigo (Facultad de Agronomía/INIA LIA 021).

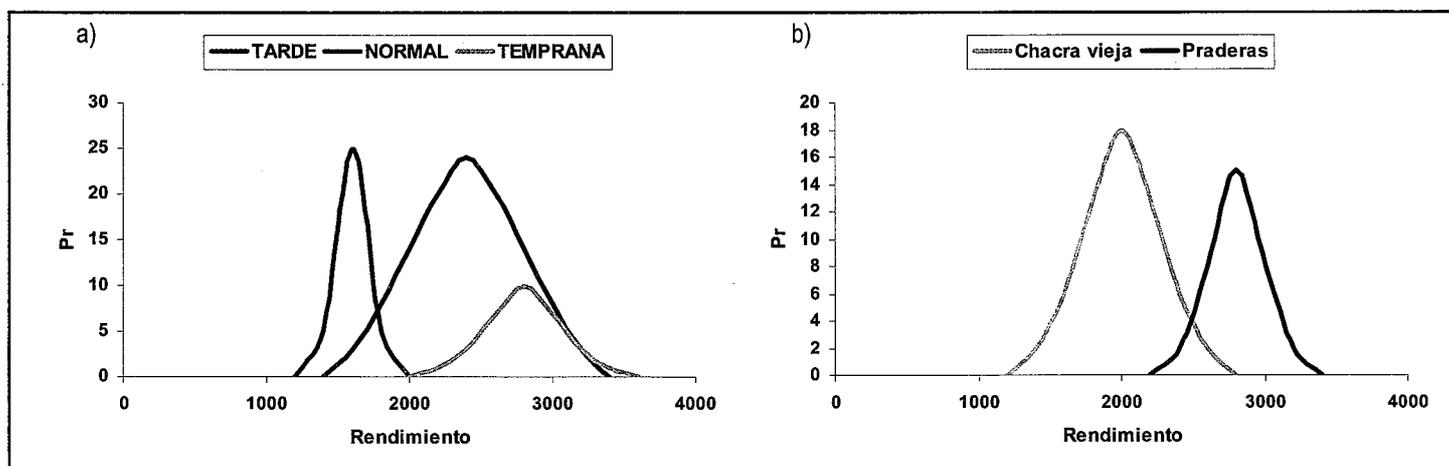
UN ANTECEDENTE: ALTERNATIVAS TECNOLÓGICA PARA TRIGO. VI SEMINARIO TÉCNICO. EEMAC, 1987.

Tomaremos como antecedente la discusión de 1987 porque en ese momento el problema también giraba entorno a los rendimientos, la viabilidad económica del cultivo y la tecnología disponible.

El problema planteado era:

- ✓ Bajos rendimientos como consecuencia de problemas sanitarios (1985 y 1986).
- ✓ Aumento relativo de los costos de producción por la entrada al MERCOSUR.
- ✓ Reducción de la superficie sembrada.
- ✓ Desaparición de productores más chicos.

En la década de los 80 operaban dos variables de manejo de alto impacto sobre el rendimiento y su variabilidad: historia de chacra y época de siembra (Figura 1).



Notas: Chacra vieja: más de 4 cultivos consecutivos
Pradera: trigo como cabeza de rotación
Temprana: siembra anterior al 15/6
Normal: siembra entre el 15/6 y 15/7
Tarde: siembra posterior al 15/7

Fuente: Ernst, Guido e Iewdiukow, 1998.

Figura Nº 1. Distribución de rendimiento de trigo en función de historia de chacra (a) y época de siembra (b).

* Ing. Agr. Dpto. de Producción Vegetal-EEMAC.

En la discusión sobre la viabilidad del cultivo también se consideraba el efecto de las condiciones climáticas del año sobre el rendimiento potencial (Cuadro 1), ya que el exceso hídrico, la temperatura invernal y la temperatura durante el llenado de grano juegan un rol fundamental.

Cuadro Nº 1. Condiciones climáticas asociadas a rendimientos contrastantes a nivel experimental en Uruguay.

Rendimiento (kg/ha)	Lluvia durante julio y agosto (mm)	Heladas durante junio, julio y agosto	Días con más de 30°C durante nov. y dic.
>4000	82	22	14
>2500	183	9	20

Fuente: Ernst, 1987.

En función de ello, se impulsó desde el MGAP una alternativa tecnológica denominada Plan Piloto Trigo, que suponía el logro de altos rendimientos en base a la aplicación de insumos (herbicidas, nitrógeno y fungicida) en situaciones de antecesor pradera, fecha de siembra dentro del rango recomendado y elección de cultivares de alto potencial de rendimiento.

En el Cuadro 2 se presenta un resumen de la información experimental en la que se basó la propuesta.

Cuadro Nº 2. Determinación del potencial productivo de trigo.

Año	1985	1986	1987	1987	1988	1988
Rendimiento medio de la zafra	1094	1234	1850	1850	2200	2200
Rendimiento del mejor tratamiento	5100	5180	6900	4446	5250	3100
Variedad	**	**	**	ns	**	ns
N	**	**	**	ns	**	**
Fungicida	*	**	**	ns	ns	ns
Interacciones	**	*	*	ns	ns	*

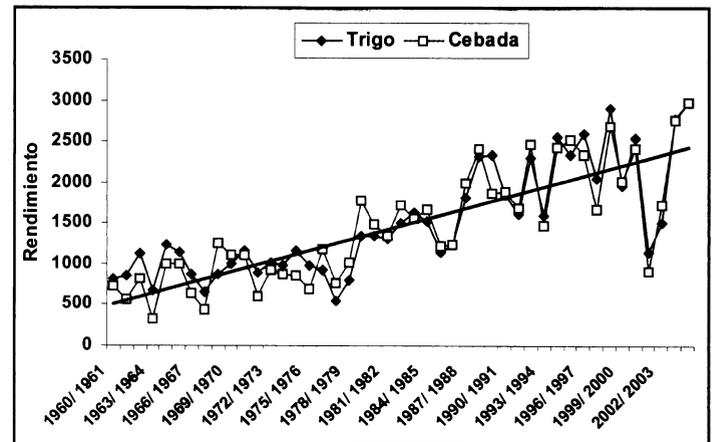
Fuente: Elaborado en base a García et al., 1989.

Tomando el rendimiento medio nacional como referencia de "lo bueno del año", se destaca el logro de rendimientos superiores a 5000 kg/ha tanto en "años buenos" como en "años malos". La dificultad radica en predecir el mejor tratamiento, ya que existe una fuerte interacción año*tecnología para el rendimiento máximo.

EN EL PASADO RECIENTE...

El efecto año

En la Figura 2 se muestra la evolución del rendimiento medio nacional para el período 1960-2004.



Fuente: Elaborado en base a datos de la DEA, 2004.

Figura Nº 2. Evolución del rendimiento medio de trigo y cebada en Uruguay.

Se destaca el constante incremento del rendimiento medio, con un promedio anual de crecimiento para el período, de 41 y 43 kg/ha para trigo y cebada, respectivamente. También se resaltan los "años malos" del período, en los que el rendimiento logrado fue comprometido por severos problemas sanitarios, y por el hecho de que la variabilidad anual no se redujo.

Se puede decir que si bien la incorporación de tecnología logró aumentar los rendimientos, no cambió marcadamente la variabilidad asociada al año, aunque sí permitió mejorar los rendimientos medios máximos y mínimos obtenidos en períodos de 15 años (Figura 3).

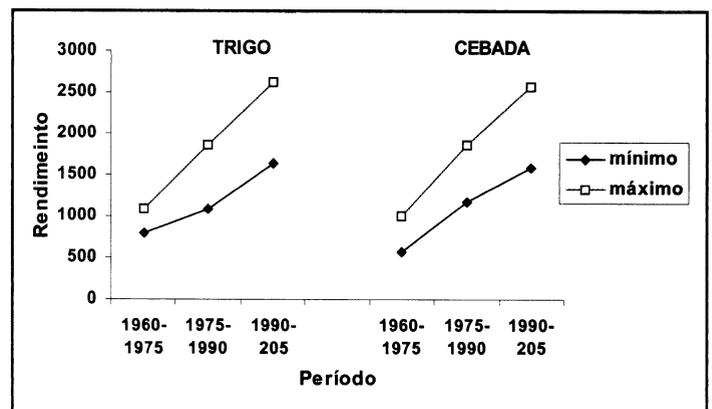
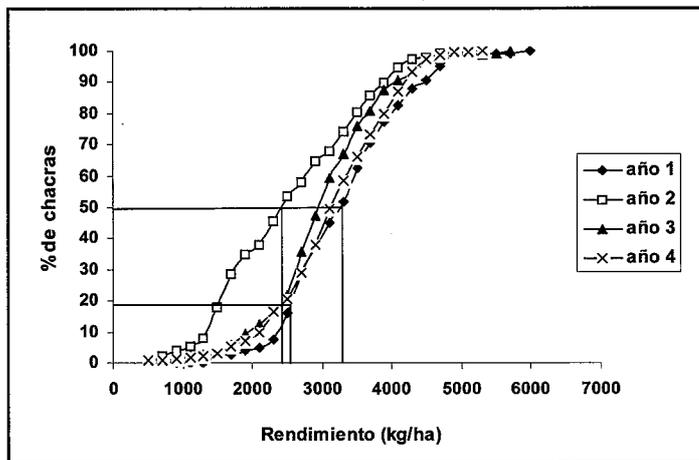


Figura Nº 3. Efecto de la incorporación de tecnología sobre el rendimiento medio mínimo y máximo de trigo en períodos de 15 años.

En la Figura 4 se presentan los registros obtenidos en 728 chacras de trigo sembradas entre Salto y Colonia, agrupados por año (2000, 2001, 2003 y 2004).



Fuente: Elaborado en base a registros de 728 chacras.

Figura N° 4. Distribución de rendimiento en 728 chacras de trigo en cuatro zafros.

El rendimiento de 2001, caracterizado dentro de esta serie como “año malo” a consecuencia de la fusariosis de espiga, fue un 27% inferior al obtenido en los “años buenos”. El resultado es el producto de una alta frecuencia de chacras con rendimientos bajos. El rendimiento fue un 50% menor (1000 kg/ha menos) cuando se considera solamente el 20% de las chacras de rendimiento inferior, mientras que el rendimiento medio del 20% superior también fue más bajo.

En función de esto, para las 4 zafros consideradas, el “efecto año malo” redujo el rendimiento medio porque la probabilidad de obtener más de 4000 kg/ha fue baja y aumentó la probabilidad de obtener rendimientos menores a 2000 kg/ha. Como resultado disminuyó la probabilidad de lograr el rendimiento de equilibrio.

El efecto historia de chacra

En la base de datos 2000-2004 no existe el ambiente “chacra vieja”, principal limitante de rendimiento definida para la década 1975-1985 y responsable del escalón de rendimiento presentado en la Figura 1.

En los últimos 10 años el “efecto chacra” se asoció al tipo de antecesor y manejo de suelo (laboreo o no). En función de estas variables, Perdomo *et al.* (2001) lo definen como situaciones de ALTA o BAJA respuesta esperada a la fertilización nitrogenada.

La Figura 5 demuestra que estas categorías ya no determinan escalones de rendimiento como lo hicieron en su momento “chacra nueva y chacra vieja”.

El manejo de la fertilización nitrogenada en base a los criterios utilizados actualmente corrige la posible diferencia y, en promedio, solo hubo 200 kg/ha de diferencia entre ambas. Separando por antecesores, la diferencia media más probable es de 300 kg/ha (datos no presentados), para trigo sobre rastrojo de trigo, en relación a trigo sobre otros antecesores (2900 y 3200 kg/ha, respectivamente).

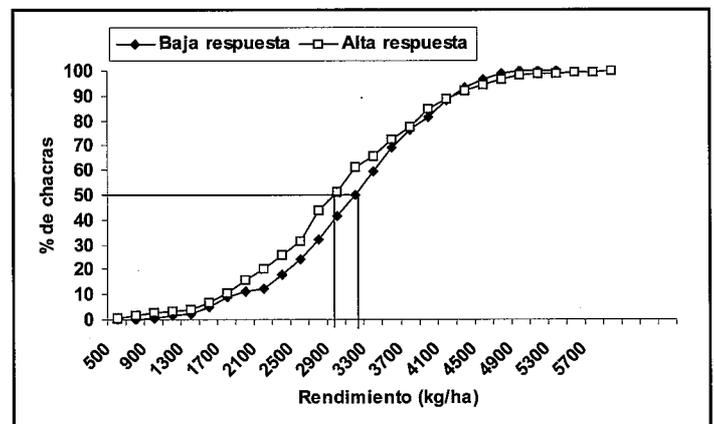


Figura N° 5. Distribución de rendimiento de trigo sobre chacras clasificadas como BAJA o ALTA respuesta esperada a nitrógeno.

El efecto época de siembra

Considerando como “tarde” las fechas posteriores al 15/7 en el norte del país y posteriores al 31/7 en la zona centro-sur, el rendimiento medio probable se redujo en 400 kg/ha en estas situaciones (Figura 6).

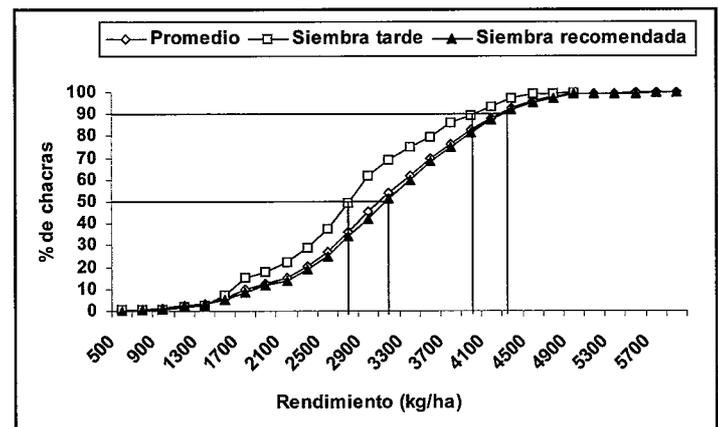


Figura N° 6. Distribución de rendimiento de trigo en chacras sembradas dentro del rango de fecha recomendado, en fecha tardía y para el promedio de las 728 chacras.

No obstante, el rendimiento medio y la probabilidad de cada categoría de rendimiento de “siembra recomendada”, no difirieron de la población total de datos, lo cual demuestra que, en los 4 años analizados, una muy baja proporción de chacras fue sembrada después del período recomendado. Se puede considerar que esta variable tampoco es relevante a nivel de producción, no porque no genere diferencias en rendimiento, sino porque al adoptarse la recomendación, no explica las diferencias entre chacras.

El control químico de enfermedades

En la Figura 7 se presenta la probabilidad acumulada de cada rendimiento para la combinación de fecha de siembra y aplicación de fungicida.

Los resultados muestran un efecto positivo acumulado en la secuencia: fecha de siembra tarde (definida en función de región norte y centro-sur), aplicación de fungicida, siembra en el rango recomendado, aplicación de fungicida. Las diferencias se establecieron en la probabilidad de rendimientos superiores a 2500 kg/ha. Es necesario hacer notar que el “efecto fungicida” corresponde a la respuesta lograda en el rendimiento con los criterios utilizados por quienes tomaron las decisiones de aplicación y que no necesariamente fueron los recomendados. El otro punto destacable es que la probabilidad de rendimientos menores a 1900 kg/ha es similar para todas las combinaciones y estos rendimientos corresponden mayoritariamente al “año malo”, por problemas sanitarios.

La aplicación de fungicida no logró reducir la probabilidad de obtener rendimientos bajos, lo que puede ser consecuencia de fallas en el control y/o que la limitante del año fuera otra.

EL RESULTADO ECONÓMICO

El Margen Bruto (MB) (Figura 8) como expresión del resultado económico de cada chacra se calculó considerando los insumos que efectivamente se agregaron en cada caso, valorados a precios del año 2005, con 40 km de flete, y sin considerar costo financiero ni renta de la tierra.

Con esas consideraciones, existe un 20% de probabilidad de MB negativo, lo que se elevaría a aproximadamente 35%, si se considerase una renta anual de la tierra de 50 US\$/ha.

Por otro lado, las combinaciones de época de siembra y fungicida que generaron diferencias de rendimiento no incidieron en forma diferencial en el resultado económico. Esto resulta de la combinación de mayor rendimiento y mayor costo asociado al empleo de fungicida y al hecho de que a las siembras *tarde*, se les “gasta menos”, además de ser proporcionalmente pocas.

CONSIDERACIONES FINALES

Considerando año a año, el productor que siembra trigo tiene un 20% de posibilidades de obtener MB negativo.

La probabilidad del resultado económico no se modifica con la fecha de siembra si el menor rendimiento es compensado por un menor gasto.

El “efecto año” (fusarium) sigue siendo el que determina la mayoría de las situaciones de MB negativo.

La ruta para aumentar el MB es lograr el menor costo, dentro de cada rango de rendimiento probable.

Los escalones de rendimiento logrados por elección de chacra y fecha de siembra sólo suceden en situaciones extremas y de baja probabilidad. Esto implica que esas medidas de manejo ya se adoptaron y están, por lo tanto, agotadas como variable de impacto.

En consecuencia, después de decidir sembrar el problema es el control de los costos de los insumos y las preguntas a responder son:

¿Cómo decidir la aplicación o no de los insumos que mejoran el rendimiento potencial?

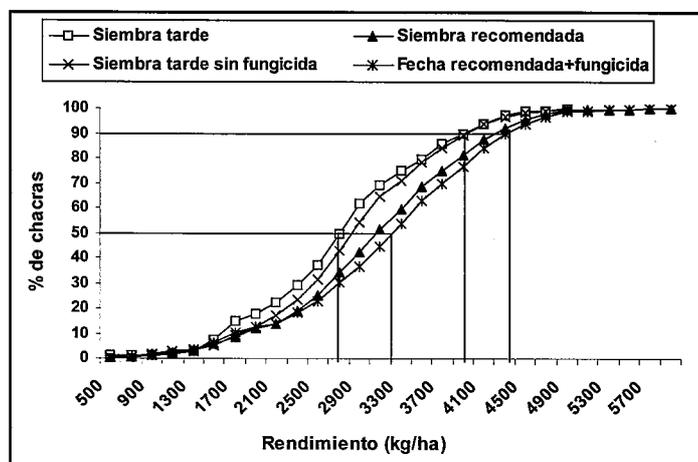


Figura Nº 7. Distribución de rendimiento según fecha de siembra y aplicación o no de fungicida.

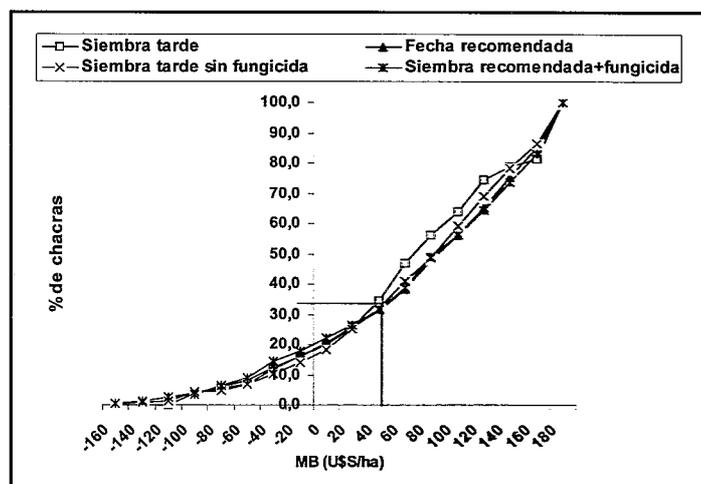


Figura Nº 8. Distribución del Margen Bruto/ha logrado con el trigo.

¿Cómo decidir la aplicación o no de los insumos que protegen el rendimiento potencial?

La fertilización nitrogenada, que actúa tanto como variable capaz de aumentar el rendimiento potencial como en la protección del rendimiento definido en etapas tempranas del cultivo, se ha discutido por el importante incremento de su costo (2100 kg de trigo para pagar una tonelada de urea en julio del 2003 y 3360 kg en julio del 2005).

La información obtenida en el programa de validación de la propuesta de manejo de nitrógeno para trigo realizada con empresas del sector productivo (Hoffman *et al.* 1999) demuestra que, considerando los niveles críticos establecidos para cada estadio y las dosis recomendadas en función del análisis de suelo o planta según corresponda, la respuesta esperada a la fertilización a la siembra, al estadio Zadoks 2.2 y Zadoks 3.0 es de 38, 19 y 17 kg de trigo por unidad de nitrógeno agregada, respectivamente. Estas respuestas son muy superiores a la relación de precio entre trigo y urea, por lo que, si el cultivo está en situación de respuesta, agregar

Cuadro N° 3. Resumen de combinaciones de costo, rendimiento y margen bruto por hectárea.

RENDIMIENTO, MARGEN Y COSTO

MARGEN	-160	-140	-120	-100	-80	-60	-40	-20	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	Costo
Rendimiento																			
500	216			155															185
700	232	222	208																221
900		241	224	187	181														211
1100			230	213		180													213
1300				240	230		179												215
1500		303		250	235	216	206												237
1700					236	219	206	177	171			121							211
1900				295	281	251	237	216	203	179			127						224
2100								239	215	201	181	155							209
2300								288	257	234	215	202	184		121				226
2500								312	268	252	230	217	202	185	169	139			213
2700										253	236	220	202	181	155	146			217
2900										269	257	239	218	203	184	158	121		215
3100										303	292	255	234	220	202	187	155	121	215
3300											298	275	253	234	214	200	182	150	223
3500												283	275	252	238	218	201	182	230
3700												313	289	283	254	238	220	194	233
3900															272	259	237	208	233
4100															290	276	254	226	241
4300																	275	214	227
4500														361				243	252
4700																	324	233	246
4900																		257	257
5300																		235	235
5500																		216	216
5700																		241	241
COSTO	224	267	223	224	233	227	227	230	222	227	229	229	224	220	215	225	220	220	224

Analizando la combinación de rendimiento y MB se destaca:

- no hay MB positivo con rendimiento menor a 1500 kg/ha;
- no hay MB negativo con rendimiento superior a 2500 kg/ha;
- existen situaciones de distinto rendimiento con igual MB
- para un mismo MB hay variación en la combinación de rendimiento y costo que lo determina.

la urea necesaria es buen negocio y, lo más importante, existen indicadores confiables para determinar si se necesita y cuánto se necesita. Por el contrario, evidentemente no es negocio agregar nitrógeno si no hace falta o cantidades superiores a las necesarias.

Seguramente, lo mismo podría demostrarse para las demás variables que protegen determinan el rendimiento, como el control de malezas, enfermedades y plagas. ▼

BIBLIOGRAFÍA

DIEA. Series históricas. Agricultura: cereales y oleaginosas. <http://www.mgap.gub.uy/SeriesHistoricas/hshistoricas.aspx>

ERNST, O. 1987. Alternativas tecnológicas para la producción de trigo. In Sexto Seminario Técnico. Cátedra de Cereales y Cultivos Industriales. Facultad de Agronomía. VI Seminario Técnico de la EEMAC, 1987.

ERNST, O.; GUIDO, R. IEWDIUKOW, A. 1998. Tecnología de producción para trigo. Relevamiento. Serie Documentos No 4. Universidad de la República. Facultad de Agronomía.

GARCIA, A.; DÍAZ, R.; SAWCHIK, J.; MARTINO, D.; BOZZANO, A. 1989. Potencial de rendimiento In: Jornada de cultivos de invierno. Ministerio de Agricultura y Pesca. Centro de Investigaciones Agrícola Dr. Alberto Böerger. Estación Experimental La Estancuela.

HOFFMAN, E.; ERNST, O.; PERDOMO, C. 1999. Ajuste de la fertilización nitrogenada en trigo en función de indicadores objetivos y su efecto en rendimiento y calidad de grano. In: Primera Jornada sobre rendimiento y calidad de trigo. Mesa Nacional de trigo. 19- 27. Mesa Nacional de Trigo. Mercedes.

PERDOMO, C.; HOFFMAN, E.; PONS, C.; PASTORINI, M. 2001. Fertilización nitrogenada en cebada cervecera. In: Propuesta para el manejo del Nitrógeno en Cultivos de invierno. Seminario Técnico. Facultad de Agronomía, EEMAC. (versión en CD).