



“Latinoamérica unida protegiendo sus suelos”

XIX CONGRESO LATINOAMERICANO DE LA CIENCIA DEL SUELO
XXIII CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

Mar del Plata, Argentina – 16 al 20 de abril de 2012
contribuciones@congresodesuelos.org.ar

INTERACCIÓN FERTILIZACIÓN NITROGENADA Y AMBIENTE EN CEBADA CERVECERA CV. SCARLETT: I RENDIMIENTO

Fernando Ross; José Massigoge

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, CHEI BARROW

* fross@correo.inta.gov.ar; CC50 Tres Arroyos (7500), Buenos Aires; (+54) 02983-431081

RESUMEN

La adaptabilidad del cultivo de cebada, la potencialidad de los nuevos cultivares y las exigencias de calidad requeridas por la industria imponen un desafío al manejo de la nutrición. Durante tres años consecutivos se realizaron experimentos en distintos ambientes del sur de la provincia de Buenos Aires (Coronel Dorrego, Aparicio, Claromecú y Bellocq) para evaluar la interacción del ambiente y la fertilización con nitrógeno y azufre sobre el rendimiento del cultivo de cebada cv. Scarlett. La fertilización nitrogenada en macollaje incrementó significativamente el rendimiento del cultivo de cebada en interacción con el ambiente. Se observó que la magnitud de la respuesta a la aplicación de N en macollaje varió entre años y sitios evaluados. La cantidad de precipitaciones acumuladas durante el barbecho (antecesor trigo y girasol) se relacionó con el nivel de rendimiento, aunque no modificó la respuesta a la aplicación de N en macollaje. En los años con deficiencia hídrica y altas temperaturas en el período espigazón - fin de ciclo (2008 y 2009) hubo una pobre respuesta a la aplicación de N en macollaje. En cambio, cuando la condición hídrica resultó adecuada (2010) la respuesta a N fue adecuada y se maximizó en ambientes con bajo N inicial. Sin embargo, la respuesta a N no fue significativa cuando una pastura desocupó el lote durante el año previo. Por otro lado, la aplicación de nitrógeno foliar en espigazón incrementó el rendimiento en ambientes de alta productividad. En cambio, no se encontró respuesta significativa a la aplicación de azufre aplicado en macollaje.

Ambiente; Fertilización; Cebada cervecera.

INTRODUCCIÓN

En la zona de influencia de la Chacra Experimental Integrada Barrow la superficie destinada a Cebada representa aproximadamente el 29% del total del área cultivada con cereales de cosecha fina, siendo el trigo el cultivo principal (Forjan & Manso, 2011). No obstante, en el partido de Coronel Dorrego el cultivo de cebada alcanza un 50% del área destinada a cultivos de fina (Forjan, 2011). Claramente, la elección de los productores refleja la capacidad o los requerimientos ambientales de cada cultivo. Varias publicaciones coinciden que, en condiciones limitantes, las ventajas ecofisiológicas del cultivo de cebada le otorgan mayor productividad y estabilidad respecto del cultivo de trigo (Loewy *et al.*, 2001; Zamora *et al.*, 2001; Wehrhanhe, 2008; Giménez *et al.*, 2008; Abeledo *et al.*, 2008).

En los sistemas productivos actuales, la siembra directa determina una reducción en tasa de mineralización de la materia orgánica, favoreciendo la respuesta a la aplicación de fertilizantes. Los efectos de la fertilización nitrogenada sobre el cultivo de cebada han sido estudiados previamente. Sin embargo, los resultados obtenidos en nuestra región presentan una gran variabilidad (Rausch *et al.*, 2003; Loewy *et al.*, 2008; Ross *et al.* 2010). El rendimiento de las nuevas variedades de cebada presenta una mayor respuesta a la aplicación de nitrógeno

(Prystupa *et al.*, 2005), la cual se relaciona con una mayor capacidad de fijación de granos por unidad de superficie.

El objetivo de este trabajo es determinar la interacción entre el ambiente y la fertilización sobre el rendimiento del cultivo de cebada cervecera cv. Scarlett.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante los años 2008, 2009 y 2010 se realizaron experimentos de fertilización en Coronel Dorrego (D), Aparicio (A), Claromecó (C) y San Francisco de Bellocq (B). En cada sitio se seleccionó un lote por año, dentro de cada lote se seleccionaron dos ambientes: somero (s) y profundo (p) y en cada uno de estos se realizó el mismo ensayo de fertilización (Tabla 1 y 2), conformando un total de 24 ensayos. En la localidad de Bellocq, debido a la ausencia de tosca dentro del perfil útil, se diferenciaron los ambientes de loma (l) y bajo (b) (Tabla 1). Se utilizó un diseño en bloques aleatorizados con cuatro repeticiones, realizando el análisis estadístico integrado con el modelo de efectos mixtos de SAS. Durante los tres años de experimentación en los sitios con tosca (Coronel Dorrego, Aparicio y Claromecó) el antecesor fue trigo. En cambio, en Bellocq el antecesor fue girasol, que en los ciclos 2008 y 2010 fue sucesor de una pastura mixta. La mayoría de los cultivos de cebada (cv. Scarlett) fueron sembrados en el mes de junio.

Para caracterizar los ambientes se midieron las siguientes variables de sitio: precipitaciones, determinaciones analíticas del suelo (MO, nitratos y humedad a la siembra) y profundidad de la tosca (Tabla 1). La evaluación de la profundidad de la tosca se realizó en forma intensiva, efectuando tres mediciones en cada unidad experimental.

Tabla 1: Características de suelo de cada uno de los sitios evaluados. Ns = nitrógeno de nitratos para el estrato 0-60 cm, expresado en kg ha⁻¹, Mo = materia orgánica para el estrato 0-20 cm (%), PT = profundidad a la tosca, expresada en cm.

Sitio	2008			2009			2010		
	Ns (kg ha ⁻¹)	Mo (%)	PT (cm)	Ns (kg ha ⁻¹)	Mo (%)	PT (cm)	Ns (kg ha ⁻¹)	Mo (%)	PT (cm)
Dorrego Profundo	86	4	69	83	3,3	53	51	3,4	40
Dorrego Somero	102	3,4	45	94	3,4	41	35	3,8	82
Aparicio Profundo	121	2,7	77	54	2,8	101	57	3,5	46
Aparicio Somero	107	3,2	47	38	2,4	69	35	2,7	72
Claromecó Profundo	70	4,2	>100	71	4,2	>100	28	3,5	88
Claromecó Somero	87	2,9	56	47	4	58	27	3,7	73
Bellocq Bajo	88	4,2	>100	51	3,2	>100	95	4,5	>100
Bellocq Loma	85	4,4	>100	67	3,6	>100	111	4,4	>100

Las variables de cultivo evaluadas fueron el rendimiento y sus componentes (número de granos por unidad de superficie y peso por grano), la partición ó índice de cosecha (I.C.), el porcentaje de proteína en granos y el calibre (proporción de granos sobre zaranda de 2,5 mm). Los tratamientos evaluados en cada sitio experimental se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2: Dosis de nitrógeno y azufre expresadas en kg ha⁻¹, aplicados en macollaje (M) y espigazón (f), según tratamiento.

Tratamiento	Nitrógeno (M)	Azufre (M)	Nitrógeno (f)
1	0	0	0
2	50	0	0
3	100	0	0
4	150	0	0
5	50	15	0
6	100	15	0
7	150	15	0
8	50	0	20
9	100	0	20
10	150	0	20

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las precipitaciones en el ciclo del cultivo resultaron escasas durante los años 2008 y 2009. Sin embargo, en las localidades de Claromecó y Bellocq las lluvias ocurridas en el barbecho del 2008 resultaron superiores a lo normal. En el año 2010, las precipitaciones tanto en el barbecho como en el ciclo del cultivo resultaron equilibradas y suficientes según sus requerimientos (Tabla 3). Si bien el barbecho se calculó desde principio de enero, para el caso de Bellocq hay que considerar que parte de lo acumulado fue utilizado por el cultivo previo (girasol).

La mayoría de los efectos evaluados afectaron el rendimiento, la proteína y el calibre (Tabla 4). Si bien, el nitrógeno aplicado en macollaje afectó significativamente el rendimiento, la significancia de la interacción triple muestra que sus efectos fueron diferentes entre localidades y entre años. Interacciones equivalentes ocurrieron sobre la proteína y calibre que se presentan en la segunda parte (Ver: II-Calidad). Los resultados nos obligan a analizar sitio por sitio según año, evaluando la significancia de cada variable de sitio. Por otro lado, la aplicación de nitrógeno en floración afectó el rendimiento, con efecto sobre la proteína en interacción triple con año y localidad. El efecto del azufre sobre el rendimiento, proteína y calibre no fue significativo en forma generalizada. Sin embargo, la significancia de la interacción Año*Localidad*Azufre sobre la proteína se debe a que afectó positivamente el contenido proteico en algunas localidades durante el 2008 (dato no presentado).

Tabla 3: Precipitaciones (mm) por año y localidad.

Localidad	2008		2009		2010	
	Barbecho	Ciclo	Barbecho	Ciclo	Barbecho	Ciclo
Dorrego	235	148	215	127	359	287
Aparicio	275	180	282	201	417	301
Claromecó	606	170	393	158	527	387
Bellocq	636	146	303	191	548	428

Tabla 4: Significancia de los efectos individuales y sus interacciones sobre el rendimiento en grano, el porcentaje de proteína y el calibre del grano.

Efecto	Rendimiento	Proteína	Calibre
	(p)	(p)	(p)
Año (A)	<.0001	<.0001	<.0001
Localidad (L)	<.0001	<.0001	<.0001
Nitrógeno M (N)	<.0001	<.0001	<.0001
A*L	<.0001	<.0001	<.0001
A*N	<.0001	0.1611	<.0001
L*N	<.0001	<.0001	0.0042
A*L*N	<.0001	<.0001	0.0173
Azufre (S)	0.1803	0.2535	0.4457
A*S	0.5630	<.0001	0.4668
L*S	0.0646	0.3780	0.6928
A*L*S	0.6551	0.0317	0.7649
Nitrógeno f(Nf)	0.0061	<.0001	0.1084
A*Nf	0.0217	0.0418	0.3582
L*Nf	0.3104	0.1487	0.0753
A*L*Nf	0.0989	<.0001	0.5409

Durante los años y sitios experimentados la aplicación de dosis crecientes de nitrógeno tuvo efectos positivos, neutrales y negativos en el rendimiento (Fig.1). En primer lugar, producto de que los efectos de la fertilización fueron diferentes entre años y localidades debemos observar los resultados desagregados.

En la localidad de Bellocq, la respuesta a la aplicación de nitrógeno fue nula (Fig.1). La ausencia de respuesta durante las campañas 2008 y 2010 se debería a la presencia de pastura como antecesor del cultivo de girasol (antecesor del ensayo), habiendo mineralizado el suelo suficiente nitrógeno para el cultivo. En el año 2009, pese a menor cantidad de nitrógeno en el suelo (Tabla 1), la respuesta estuvo limitada por estrés hídrico y térmico durante el llenado. Finalmente, en el año 2010, en el sitio Bb se observó vuelco generalizado en los tratamientos fertilizados, provocando efectos negativos sobre el rendimiento (Fig.1).

Durante el año de menores precipitaciones (2009, Tabla 3), las mayores dosis de nitrógeno aplicado afectaron negativamente el rendimiento en los sitios Dp, Ds, Ap, As, Cs (Fig. 1). Probablemente, la estimulación del consumo hídrico temprano por la fertilización con altas dosis de N determinó una mayor limitación hídrica durante el llenado. No obstante, debemos considerar que los primeros 50 kg ha⁻¹ de N tuvieron una respuesta nula o positiva.

En el año 2008, en el sitio Cp no hubo respuesta a la adición de nitrógeno (Fig. 1), producto de que el ensayo se ubicó en las cercanías del arroyo Claromecó, sitio con buena profundidad y bien provisto de materia orgánica (Tabla 1). Los restantes sitios con tosca sin respuesta fueron Dp2008, Ds2008, As2008-10, Cs2008. En cambio, los sitios con respuesta se encontraron en ambientes profundos y/o cuando las precipitaciones fueron suficientes durante el ciclo del cultivo: Dp2010, Ds2010, Ap2008-10, Cp2009-10, Cs2010 (Fig.1).

Durante los años de experimento ocurrió que el sitio profundo no siempre superó en rendimiento al sitio somero. Podemos ver en la Fig.1 la interacción positiva entre Año y Sitio (Tabla 4). Durante los años 2008 y 2009 los sitios someros de las localidades de Dorrego y Aparicio tuvieron rendimiento semejante a los sitios profundos. La escasez de precipitaciones acumuladas en el barbecho y en las primeras etapas del ciclo no permitió utilizar la mayor capacidad de reserva de los sitios profundos (Tabla 3). En cambio, durante el año 2010, en ambas localidades los sectores profundos rindieron más que los someros. En la localidad de Claromecó,

las buenas precipitaciones en el barbecho en los años secos (Tabla 3) permitieron el sitio profundo exprese su capacidad extra para almacenar agua y se reflejó en el rendimiento (Fig. 1).

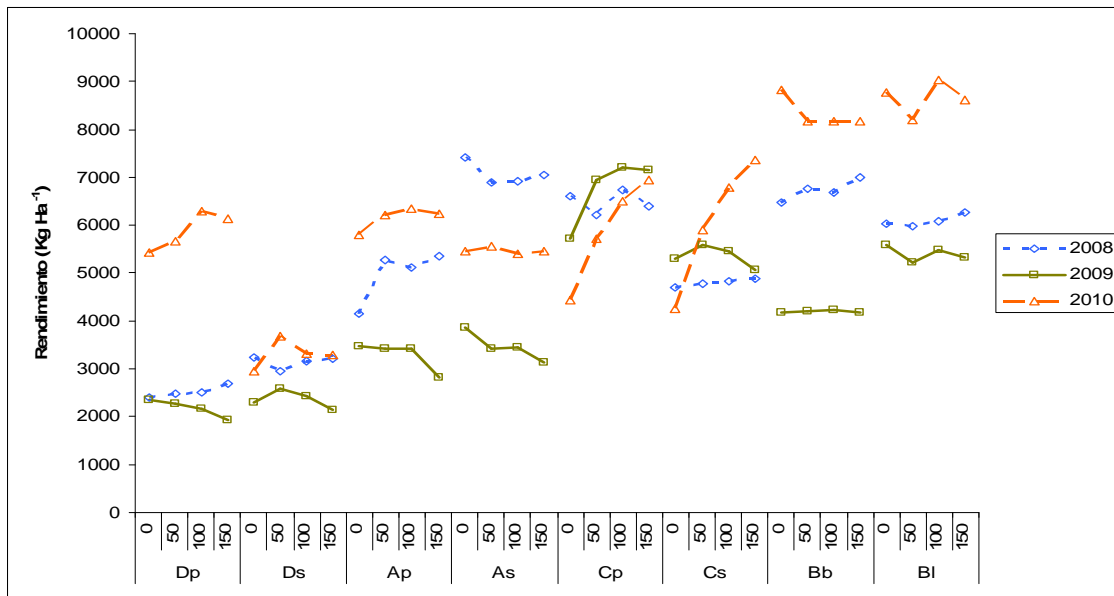


Figura 1: Rendimiento en grano en función del sitio evaluado, dosis de nitrógeno aplicado en macollaje y año (Dp=Dorrego Profundo, Ds= Dorrego Somero, Ap=Aparicio Profundo, As=Aparicio Somero, Cp=Claromecó Profundo, Cs=Claromecó Somero, Bb=Bellocq Bajo, Bl=Bellocq Loma).

Como se observa en la Fig. 2 (interacción significativa Año*Nitrógeno foliar, ver Tabla 4), la mayor frecuencia de respuesta en rendimiento a la aplicación de Nitrógeno en espigazón se observó en el año 2010. No obstante, podemos considerar que la mitad derecha de las localidades de la Fig. 2 son las de mayor rendimiento y tienen mayor frecuencia de respuesta (interacción triple; AxLxNf, p=0,09).

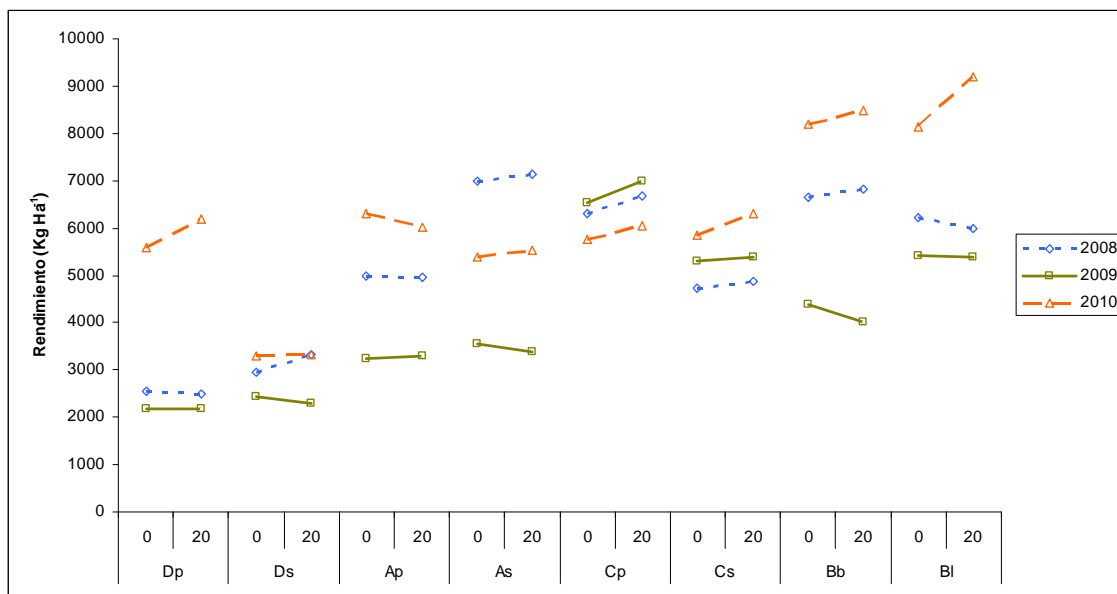


Figura 2: Rendimiento en grano en función del sitio evaluado, dosis de nitrógeno foliar aplicado en espigazón y año. Dp=Dorrego Profundo, Ds= Dorrego Somero, Ap=Aparicio Profundo, As=Aparicio Somero, Cp=Claromecó Profundo, Cs=Claromecó Somero, Bb=Bellocq Bajo, Bl=Bellocq Loma.

CONCLUSIÓN

El rendimiento del cultivo de cebada fue significativamente afectado por la fertilización nitrogenada. No obstante, la magnitud de la respuesta difirió entre años y sitios evaluados. El nivel de reserva de agua a la siembra constituyó un factor de importancia, afectando el nivel de producción. Entre los casos evaluados, durante los años secos no hubo diferencias sustanciales en las precipitaciones durante el ciclo del cultivo y el nivel de disponibilidad hídrica a la siembra (Tabla 3) afectó notoriamente el rendimiento (Fig. 1). Según lo acontecido en las tres campañas, las precipitaciones desde mediados del ciclo del cultivo afectaron la respuesta a la fertilización con nitrógeno en macollaje (2008 y 2009 vs 2010).

AGRADECIMIENTOS

A los productores, empresas y ayudantes por su compromiso y colaboración.

BIBLIOGRAFÍA

- Abeledo L., Mignone C., Miralles D. 2008 Rendimiento comparado y contenido de proteína en grano en trigo y cebada cervecera en respuesta a la disponibilidad de nitrógeno y azufre. VII Congreso Nacional de Trigo, La Pampa. MF33.
- Forjan H., Manso L. 2011. La superficie sembrada con cultivos de cosecha fina en la región de influencia de la experimental. Carpeta de Actualización Técnica Cultivos de Cosecha Fina 2010-11, Chacra Experimental Integrada Barrow. Pp 7-8
- Giménez F., Moreyra F., Conti V., Tomaso J. C. 2008. Comparación del rendimiento de variedades de cereales de invierno. VII Congreso Nacional de Trigo, La Pampa. MF36.
- Loewy T., Ron M. M. 2001. Componentes de rendimiento en trigo y cebada cervecera bajo distintos niveles nutricionales. V Congreso Nacional de Trigo, Villa Carlos Paz. p 7.
- Prystupa P., Savin R., Slafer G. A. 2004. VI Congreso Nacional de Trigo, Bahía Blanca. 373-374 pp.
- Prystupa P. 2005. Fertilidad de suelos y Fertilización de cultivos. Editores: Echeverría H. y Garcia F. Grancharoff Impresores. Capítulo 15, 317 p.
- Prystupa P., Ferraris G., Loewy T., Bergh R., Ventimiglia L., Gutierrez Boem F.H., y Couleot L. 2008. Fertilización de cebada cervecera cv Scarlett IV. Estimación de la respuesta del contenido proteico a la fertilización nitrogenada. XXI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, Potrero de los Funes (SL). Manejo y conservación del agua y suelo, riego y drenaje. 239 pp.
- Rausch A., Lazzari A. y Landriscini M.R. 2003. Disponibilidad de nitrógeno en el suelo y su influencia en el rendimiento de este cultivo con buena calidad Maltera. Fertilizar No 32, septiembre 2003. 13-17 pp.
- Ross F., Massigoge J., Zamora M. 2010. Efectos del ambiente y la fertilización en cebada cervecera Cv Scarlett: Parte I Rendimiento. XXII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, Rosario. p 142
- Ross F., Massigoge J., Zamora M. 2010. Efectos del ambiente y la fertilización en cebada cervecera Cv Scarlett: Parte II Calidad. XXII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, Rosario. p 148
- Wehrhanhe, L. 2008. Evaluación comparativa de rendimiento y calidad de avena, cebada y trigo. VII Congreso Nacional de Trigo, La Pampa. S-21 p.
- Zamora, M. Comportamiento de Trigo y Cebada Cervecera ante condiciones de estrés hídrico. 2001. Página Web CHEI Barrow.
- Loewy T., Bergh R., Ferraris G., Ventimiglia L., Gutierrez Boem F.H., Prystupa P. y Couleot L. 2008. Fertilización de cebada cervecera cv Scarlett I. Efecto del nitrógeno basal. XXI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, Potrero de los Funes (SL). Manejo y conservación del agua y suelo, riego y drenaje. 234 pp.