



## Proyecto Regional Agrícola Desarrollo Rural INTA PERGAMINO

### EFFECTOS DE LA FERTILIZACIÓN CON NITRÓGENO, FÓSFORO Y AZUFRE SOBRE LA SECUENCIA CEBADA-SOJA EN EL CENTRO NORTE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Ing. Agr. Gustavo Ferraris <sup>1</sup>  
Ing. Agr. Ricardo Falconi <sup>2</sup>  
Ing Agr María Elena Camozzi <sup>3</sup>  
Ing. Agr. Santiago Chevallier <sup>3</sup>

#### Introducción

La cebada cervecera ha alcanzado un área de siembra destacable en el centro-norte de la provincia de Buenos Aires. Esta región es la segunda en importancia en nuestro país, y se ha desarrollado porque es necesario disponer de diversas zonas de producción que aseguren el abastecimiento de grano en cantidad y calidad suficiente a la industria del malteado, principal destino de la cebada en el cono sur.

La rentabilidad del cultivo es definida por el rendimiento obtenido y el precio logrado. Este último depende de la calidad de los granos, definida por un contenido de proteína dentro de un rango óptimo y granos de tamaño (calibre) grande. El Nitrógeno (N) es el principal nutriente que determina los rendimientos del cultivo de cebada. Sin embargo, la fertilización nitrogenada frecuentemente ha ocasionado problemas de calidad (Loewy y Ron, 2001). Los contenidos proteicos excesivamente altos han constituido el principal problema relacionado a la calidad en las variedades tradicionalmente cultivadas en nuestro país (Prystupa et al., 1998), como Quilmes Palomar o Pampa. Sin embargo, en los últimos años se han liberado al mercado variedades como Scarlett o Quilmes Ayelén, que suelen presentar concentraciones de proteína excesivamente bajas (Matthiess et al., 2002; Michiels y Degenhart, 2004) y particularmente en Scarlett, la formación de granos de tamaño pequeño, al incrementar el número de macollos fértiles (Prystupa et al., 2003). El contenido de proteína bajo sumado a la tolerancia al vuelco de estas nuevas variedades, ha cambiado el paradigma para la fertilización nitrogenada de la cebada. Se pasó de un cultivo subfertilizado para no superar el rango óptimo de proteína ni originar vuelco en la etapa final del ciclo, a fertilizar adecuadamente para alcanzar rendimientos máximos sin que los granos queden por debajo de una concentración que perjudique la comercialización.

Además de la dosis, el momento de aplicación de N es importante para determinar el rendimiento y la calidad de los granos. De manera general, cuanto más se retrase la fertilización se tiene menor impacto en el rendimiento y es más probable que el N absorbido se acumule en los granos, aumentando el contenido de proteína.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta en rendimiento y calidad de la cebada cervecera al agregado de dosis crecientes de N a la siembra o dividido entre siembra y macollaje.

#### Materiales y métodos:

El ensayo fue conducido en la localidad de Arribeños, partido de General Arenales, sobre un suelo serie Delgado, Argiudol típico. Fue implantado en siembra directa, sobre antecesor Soja, sembrándose la variedad Scarlett. Previamente a la siembra, se realizó un análisis químico de suelo, cuyos resultados se muestran en la tabla 1.

(1) Técnicos de Desarrollo Rural INTA E.E.A. Pergamino

(2) Técnico de El Ceibo Cereales SRL Arribeños

(3) Técnicos de Profertil SA

El ensayo fue conducido con un diseño en bloques completos aleatorizados con tres repeticiones. Los tratamientos consistieron en la aplicación de dosis crecientes de urea granulada aplicada a la siembra del cultivo, como se presenta en la tabla 2.

Tabla 1: Análisis químico de suelo al momento de la siembra

MO (%)	P (ppm)	pH	N-Nitratos	
			0-20 cm	20-40 cm
2,6	7,1	6,1	11,7	6,7

Tabla 2: Tratamientos de fertilización con nitrógeno.

	N agregado como fertilizante (kg/ha)	N suelo (kg/ha 0-60 cm)	Disponibilidad de N (kg/ha suelo + fertilizante)
N 0	0	55	55
N 25 s	25	55	80
N 50 s	50	55	105
N 75 s	75	55	130
N 100 s	100	55	155
N 125 s	125	55	180
N 85 s + N40 m	125	55	180

s: kg de N aplicado a la siembra  
m: kg de N aplicado en macollaje

Previo a la siembra, en una de 0 a 20 cm se midió pH, conductividad eléctrica y los contenidos de materia orgánica y P disponible (Bray I). A su vez, se determinó el contenido de nitratos en muestras de 0 a 20 cm, de 20 a 40 cm y de 40 a 60 cm. En madurez comercial se determinó el rendimiento y el contenido proteico de los granos. La cosecha se realizó en forma manual, con trilla estacionaria y ajuste de los rendimientos a 13 % de humedad.

## Resultados y discusión

### Rendimiento y calidad de cebada cervecera.

Los datos de rendimiento y contenido proteico se presentan en la Figura 1

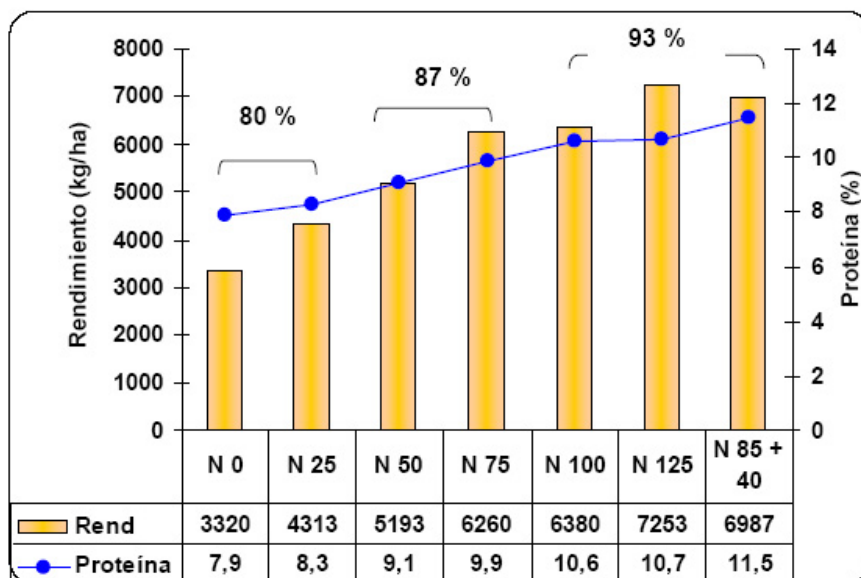


Figura 1: Rendimiento de grano ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) y contenido de proteína (%) de diferentes tratamientos de fertilización nitrogenada. Las llaves por sobre la columna indican la proporción del precio sobre la base de pizarra trigo a la cual es comercializada la cebada, en función de su contenido proteico.

La fertilización nitrogenada incrementó los rendimientos y la proteína en forma lineal, en todo el rango de dosis aplicado. Si se consideran los tratamientos de dosis total aplicada a la siembra, se pudo establecer una relación de alto ajuste entre los rendimientos y la dosis de N aplicada. La pendiente de esta relación indica un incremento de 28,4 kg grano por kg N aplicado (Figura 2). La relación de precios N:cebada, considerando un precio de cebada de 0,93 de pizarra de trigo (base trigo \$ 300/t) es de 9,7, luego de descontados los gastos de comercialización. Es decir, en este ensayo la respuesta a la fertilización nitrogenada habría sido rentable hasta la dosis máxima aplicada de 125  $\text{kg N ha}^{-1}$ . Aplicando esta dosis de fertilizante, la disponibilidad total de N (suelo más fertilizante) fue de 180  $\text{kg N ha}^{-1}$ . Es destacable como los rendimientos se incrementaron linealmente hasta una dotación de N tan elevada, muy superior a la dosis óptima informada en otras investigaciones. Así p.e., Ferraris et al., (2005) informaron niveles máximos de producción en un nivel de 100 kg N (suelo + fertilizante) en una red de ensayos conducida en el norte de Bs As. Los elevados rendimientos del sitio y originarían una demanda que podría explicar la continuidad de respuesta hasta dosis más altas que las habituales.

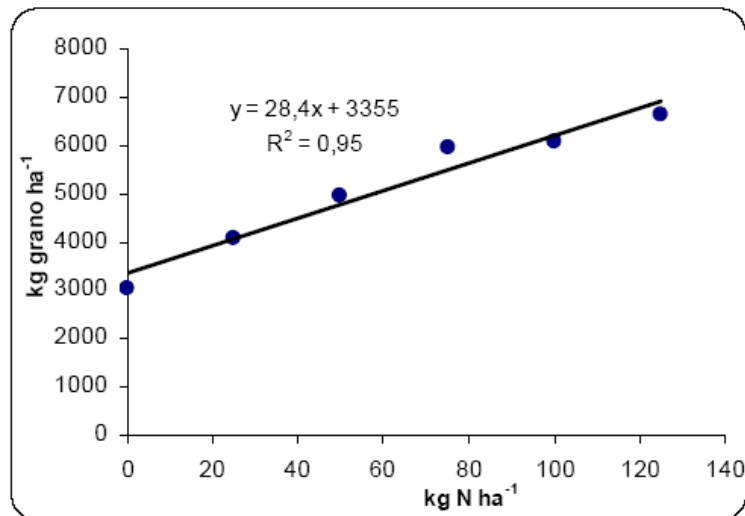


Figura 2: Relación entre rendimiento de cebada y dosis de N aplicada a la siembra del cultivo.

El contenido de proteína resultó en general bajo (Figura 1), como es característico de esta variedad. Las dosis de 0 y 25 kg de N recibieron un precio inferior en un 13 % al percibido en el rango óptimo, mientras que para las dosis de 50 a 75 kg el precio fue de 7 % inferior. El rango ideal de proteína para obtener el precio máximo se logró con la dosis de 100 kg de N ha<sup>-1</sup>.

La comparación de ambas estrategias de aplicación (todo a la siembra vs aplicación dividida) muestra la partición de N hacia diferentes estructuras de la planta. La aplicación total de 125 kg N ha<sup>-1</sup> se habría destinado a la formación de biomasa fotosintetizadora y a incrementar el número de granos, alcanzando un rendimiento superior a la aplicación dividida en 285 kg ha<sup>-1</sup>. Sin embargo, en la aplicación dividida el N se habría concentrado en los granos aumentando el contenido de proteína en un 0,8 % respecto de la aplicación total a la siembra.

#### Conclusiones:

La fertilización nitrogenada permitió en este ensayo incrementar los rendimientos y el contenido de proteína en un amplio rango de dosis con la variedad Scarlett, sin provocar efectos indeseables como la ocurrencia de vuelco. La aplicación de 100 kg N ha<sup>-1</sup> o más permitió obtener el precio máximo de comercialización al alcanzar la proteína el rango ideal. Por otra parte, la partición de N entre siembra y macollaje disminuyó levemente los rendimientos, pero aumentó el porcentaje de proteína de los granos cosechados.

#### Bibliografía citada:

- Loewy, T., y M.M. Ron. 2001. Proteína en trigo y cebada cervecera bajo fertilización nitrofosfórica. Actas del V Congreso Nacional de Trigo y III Simposio Nacional de Cereales de Siembra Otoño-invernal. Carlos Paz, Pcia. de Córdoba. Actas de la mesa de Cereales de siembra otoño-invernal.
- Prystupa, P., J.D. Scheiner, D. Martínez, y R.S. Lavado. 1998. Fertilización nitrogenada de cebada cervecera en dos ambientes del norte de la Provincia de Buenos Aires. Actas del IV Congreso Nacional de trigo y II Simposio Nacional de Cereales De Siembra Otoño-Invernal. Mar del Plata, Pcia. de Buenos Aires: III-57.
- Prystupa, P., R. Savín y G. Slafer. 2003. Rendimiento y calidad en cebada en respuesta a disponibilidad nitrogenada y fosforada. 2003. En: El cultivo de cebada y la producción de malta. Oportunidades para la articulación de la agroindustria con la investigación científica. Buenos Aires, EPG-FAUBA. 2pp.