

# Alta proteína en cebada cervecera ¿Siempre la podemos evitar?

**NOTA TÉCNICA**

Esteban Hoffman\*, Ariel Castro\*

## INTRODUCCIÓN

En la producción de cebada cervecera en Uruguay se dan periódicamente zafras con alta frecuencia de lotes o chacras en las cuales los porcentajes de proteína en grano son superiores al límite establecido para la comercialización. El fenómeno ocurre con mayor frecuencia en la zona norte debido, en parte, a las condiciones térmicas durante el encañado y llenado de grano. El problema se asocia a una inadecuada relación entre cantidad de nitrógeno (N) translocado al grano y el rendimiento obtenido, por lo que la fertilización nitrogenada en una de las variables involucradas.

En Uruguay, en el marco de la Mesa Nacional de la Cebada, se ha invertido mucho esfuerzo, tiempo y recursos económicos en el estudio de la respuesta vegetal al agregado de nitrógeno y la dinámica de este nutriente. Como resultado se dispone de un paquete de técnicas que permiten manejar con seguridad el N, y entender y aislar sus efectos. El abordaje de los problemas señalados anteriormente requiere por tanto del uso de la información más actualizada y evitar el error de usar viejos conceptos, aislados y sacados de contexto, o comparar la situación actual con la vigente en la década de los ochenta cuando sólo se le agregaba N a la siembra. En la década de los noventa la cebada recibía sólo 50-60 kg/ha de urea pos-siembra, por miedo no, sólo al elevado contenido de N en grano sino, también al vuelco.

El cultivo de cebada no sólo siguió un proceso evolutivo de eliminación de grandes defectos de manejo que lo llevaron a ir ocupando una proporción cada vez mayor del área de siembra, sino que cambió su estatus como cultivo. De una situación de "cenicienta", sembrada tarde en chacras viejas a donde no se sembraba trigo y con



Espigas de cebada cervecera de elevado potencial de rendimiento. Pleno llenado de grano.  
(Gentileza Unicampo Uruguay SRL)

un nivel tecnológico inferior, pasó a compartir las mismas chacras con el trigo y a recibir un manejo equivalente. La brecha de potencial con el trigo ha desaparecido, y los rendimientos nacionales de cebada superan levemente a los de trigo, en particular en las zonas de menor aptitud climática para cultivos de invierno (región Litoral Norte). El rendimiento promedio nacional se ubica en forma estable en los 3000 kg/ha (con un record histórico para el 2006 de casi 3300 kg/ha) y, a diferencia de otros cultivos, el país está cada vez mejor posicionado a nivel de la región, no sólo como uno de los de mayor rendimiento en grano, sino como un proveedor de calidad.

Por la importancia que tiene el tema calidad para el sector industrial, pero sobre todo por el peso que finalmente termina teniendo a nivel del productor un potencial problema de elevado N en grano, se debe apelar a la abundante información generada en el país para discutir seriamente las causas de esta situación y no solamente buscar un chivo expiatorio por el lado del fertilizante.

**SIEMPRE QUE LOGREMOS  
MAYOR RENDIMIENTO,  
¿PODREMOS ASEGURAR QUE  
EL NIVEL DE NITRÓGENO  
EN GRANO VA A SER  
EFICIENTEMENTE DILUÍDO?**

En respuesta a la mejora del manejo y al incremento de potencial de las nuevas variedades, el rendimiento en grano ha crecido en los últimos 30 años a una tasa mayor a 65 kg/ha/año (a partir de información de DIEA), aunque con variaciones de rendimiento entre años del orden del 22%. Los años de menor rendimiento no necesariamente deberían generar problemas crisis de calidad de grano, en especial, en concentración de N en grano. Sin embargo, a un nivel de agregación menor (una zona o una chacra), la información muestra que frente a un problema de concreción de rendimiento potencial, en particular en ambientes de alta producción, se puede tener como consecuencia elevados contenidos de N en grano (García. 1993; Hoffman *et al.*, 2001). Al mejorar el manejo de las chacras y ubicar al cultivo en mejores suelos agrí-

\* Trabajo presentado en la Reunión de Investigación en Cebada "100 Años de la Facultad de Agronomía". Mayo de 2007, Paysandú.

\* Ing Agrs, Dpto de Producción Vegetal, EEMAC.

colas, además de aumentar el potencial de rendimiento, se incrementa el riesgo de mayor N en grano.

En un relevamiento realizado a las chacras de la empresa OMUSA sembradas con la variedad FNC1 en 1991 (Figura 1), se encontró una asociación positiva entre el rendimiento y la proteína en el grano, que los autores explican como resultado de un mayor número de granos por espiga y un menor tamaño de grano asociados al los rendimientos superiores (Hughes y Charbonier, 1992).

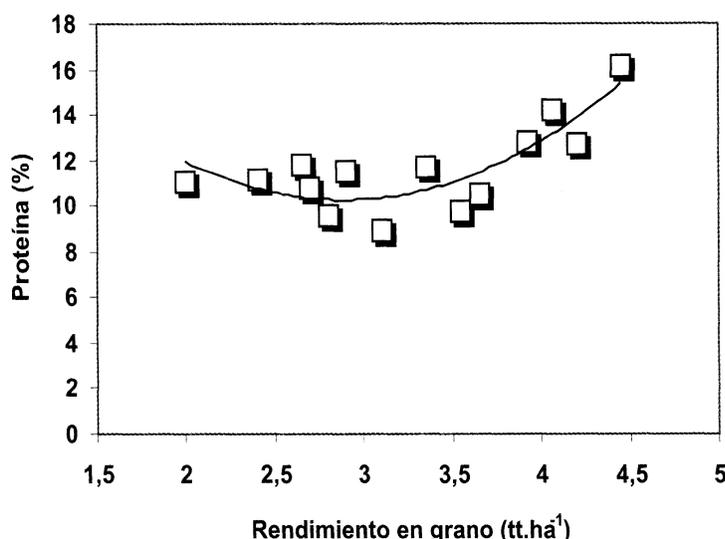
El incremento de potencial, al mejorar las condiciones de chacra, en algunos años, está directamente asociado al potencial de producción de biomasa y por tanto a una cosecha mayor de N. La cantidad absorbida puede ser lo suficientemente elevada como para que no pueda ser diluida por aumentos en la cantidad de grano producido. Hoffman *et al.* (2006), indicaron un incremento en la proteína en grano de trigo de 1% por cada 2000 kg de MS/ha total, para un rango de variación de 11.000 a 17.000 kg. de MS/ha.

Cuando se concretan altas tasas de crecimiento durante el encañado, asociado con elevado aporte de N de los suelos, la cantidad de N cosechado a espigazón (Z 55) puede duplicar las necesidades de este nutriente para concretar el máximo potencial definido por el ambiente y el material genético. Si bien una parte importante de este N finalmente se pierde, el restante genera mayores concentraciones de N en grano (Kemanian y Viega. 1998; Cha y Duran, 2001).

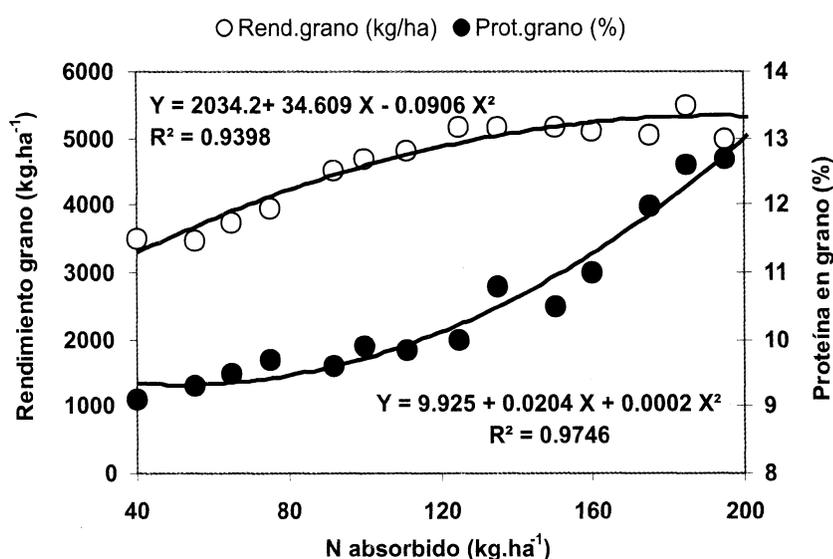
### ¿CÓMO SE MANIFIESTA EL EFECTO AÑO?

Cuando un cultivo no puede concretar su potencial de rendimiento por causas no relacionadas con una deficiencia de N (clima, sanidad, etc.) y se producen reducciones en el número, tamaño y/o peso final de grano y aumenta el riesgo de que se incremente el contenido relativo de este nutriente en grano (Hoffman *et al.*, 1992; Perdomo *et al.*, 1999, Hoffman *et al.*, 2001). Esto es ampliamente conocido como control de la concentración de N en grano por dilución (Figura 2).

Hasta los 130-140 kg de N/ha absorbidos a espigazón, el aumento de N cosechado no llevaría a riesgos de elevado ni-



**Figura 1.** Proteína en grano en función del rendimiento a nivel de chacra para chacras sembradas con la variedad FNC1 por la empresa OMUSA en 1991 (Hughes y Charbonier, 1992).



**Figura 2.** Relación N absorbido a espigazón, rendimiento y proteína en grano en cebada cervecera (Hoffman *et al.*, 1992).

**Cuadro 1.** Comparación del efecto de las condiciones ambientales (definidas como efecto año) sobre el rendimiento y el contenido de proteína en grano en dos grupos de experimentos de fertilización nitrogenada en dos periodos (1989-1991, 1997-1999).

Condición climática del año <sup>3</sup>	Período de estudio			
	1989-1991 <sup>1</sup>		1997-1999 <sup>2</sup>	
	Buena	Mala	Buena	Mala
Rendimiento experimental relativo <sup>4</sup>	101	102	100	97
Proteína media (%)	11.9	13.2	10.5	12.2

<sup>1</sup> Baethgen, 1992.

<sup>2</sup> Perdomo *et al.*, 1999.

<sup>3</sup> Categorías definidas por la condición térmica e hídrica durante la primavera (Mala: Cálido y seco; Buena: Fresco y con humedad normal).

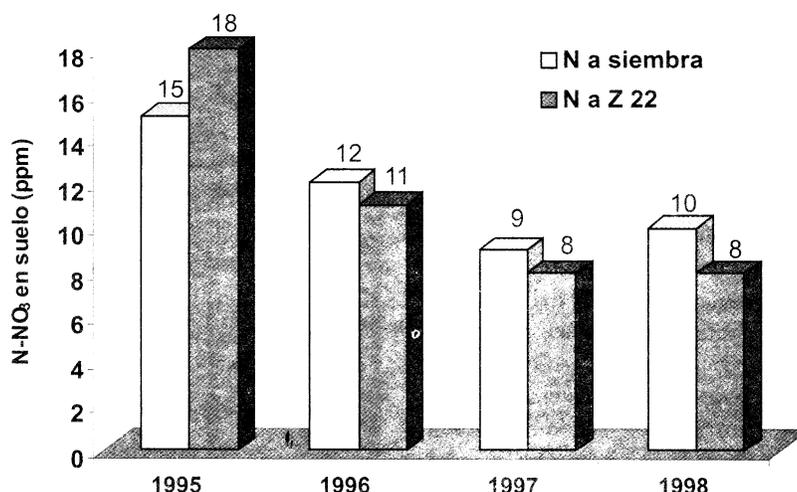
<sup>4</sup> Promedio porcentual de todos los tratamientos experimentales.

vel de N grano, dado que hay respuesta positiva al rendimiento. Por encima de estos valores, si el rendimiento no se altera, más N absorbido significa más proteína en grano. Ésta es, por tanto, la base del fenómeno de dilución y también explica por qué cuando se agrega vía fertilizante cantidades mayores de N que las necesarias, la concentración de proteína suele ser elevada (Baethgen, 1992; Ernst y Hoffman, 1992; Perdomo *et al.*, 1999).

A pesar de que en Uruguay se dispone de un modelo para decidir la necesidad o no de fertilizar con N, que permite su manejo con seguridad (Perdomo *et al.*, 1999), no es posible regular que en algunos años el aporte de N por parte del suelo, sobre todo cuando se dan primaveras secas y cálidas, supere las necesidades del cultivo aún cuando no haya problemas en concretar el potencial de rendimiento (Cuadro 1).

Cha y Durán (2001), obtuvieron resultados coincidentes trabajando con trigo en dos años contrastantes en cuanto al régimen hídrico durante la primavera. Para igual nivel de rendimiento, el contenido de proteína en el año con déficit hídrico en la primavera fue mayor. En ambos, casos la relación entre rendimiento en grano y proteína en grano fue lineal y positiva. Para los autores, los rendimientos estuvieron asociados a las bondades del ambiente de producción, compuesto por combinaciones de tipo de suelo, edad de chacra, antecesor y época de siembra. Los mismos factores, cuando son combinados con el correcto manejo del barbecho, además del rendimiento incrementan la cantidad total del N aportado por el suelo (Perdomo *et al.*, 1999; Hoffman *et al.*, 2001).

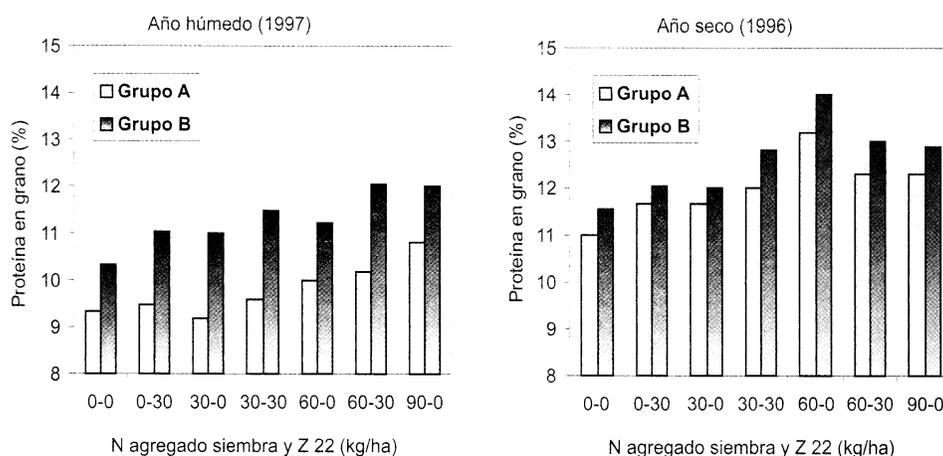
En la Figura 3 se presenta la concentración promedio de N-NO<sub>3</sub> en el suelo para un conjunto de chacras sin limitantes en manejo del barbecho, evaluadas en distintas condiciones climáticas definidas por el año (temperatura y régimen hídrico). La variabilidad en el contenido de N-NO<sub>3</sub> en suelo tanto a siembra como a Z 22 define la condición típica de producción en Uruguay, en el que en una misma chacra se puede acumular cantidades de N en suelo muy diferentes. Según el año, se recomendaría no agregar N a la siembra ni a Z 22 (situación de 1995) o la situación opuesta registrada para 1997 y 1998. Cuando se incrementa la temperatura y se registran bajas precipitaciones, el contenido medio



**Figura 3.** Variación del N-NO<sub>3</sub> en suelo a siembra y Z 22 a 20 cm. de profundidad, para 4 años del trabajo de la red de N en cebada cervicera. Promedio de N-NO<sub>3</sub> para todos los sitios experimentales en cada año, en los tratamientos testigo sin N agregado como fertilizante. (Perdomo *et al.*, 1999).

**Cuadro 2.** Composición de los grupos de respuesta esperable al agregado de N, para igual contenido de N-NO<sub>3</sub> a siembra en Cebada. (Perdomo *et al.*, 1999).

Características	Grupos de respuesta	
	Alta respuesta esperable (A)	Baja respuesta esperable (B)
Edad de Chacra	Vieja	Nueva
Antecesor	Sorgo, Maíz	Pradera, girasol, soja, R.invierno.
Manejo de barbecho	Incorrecto	Correcto



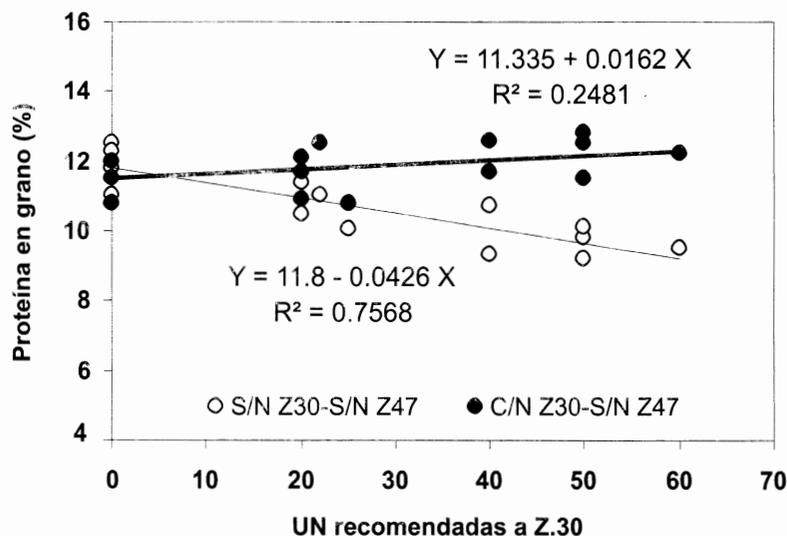
**Figura 4.** Proteína en grano en cebada cervicera, según distintos tratamientos de agregado de N a siembra y Z 22, para los dos grupos de respuesta al N en años contrastantes (Perdomo *et al.*, 1999; Hoffman *et al.*, 2001).

de N-NO<sub>3</sub> en suelo aumenta y el valor final es una función de cada chacra en particular (suelo-edad-rastrojo-manejo del barbecho) (Ernst, 1992; de Armas y Nougue, 2003; Hoffman *et al.*, 2001).

El modelo de ajuste de N a siembra utilizado para cebada en Uruguay (Perdomo *et al.*, 1999; Hoffman *et al.*, 2001), considera que la cantidad de N a agregar es una función del N-NO<sub>3</sub> en suelo (0-20 cm.) y de una estimación subjetiva del potencial de aporte de N del ambiente (grupo de respuesta potencial esperable al agregado de N) (Cuadro 2).

A modo de ejemplo, las chacras nuevas, con rastrojos de fácil descomposición y manejo ajustado del barbecho, a igual contenido de N-NO<sub>3</sub> en suelo responden a menores agregados de N a siembra, que chacras viejas. La base de este comportamiento es un mayor aporte de N por parte del suelo, independientemente del valor de nitrógeno como nitrato coyuntural a la siembra. Cuando se da esta combinación de factores junto a condiciones predisponentes para la mineralización, el mayor aporte de N de los suelos genera una situación de riesgo en cuanto a proteína en grano para cultivos de cebada cervecera, sobre todo en las chacras de baja respuesta esperada (B).

En la Figura 4 se presenta, la concentración de proteína en grano, en función del grupo de respuesta al N esperado y dosis de N agregadas en un conjunto de chacras de cebada cervecera. En un año húmedo la proteína en grano fue más baja, independientemente del agregado de N a siembra y Z 22, y las mejores chacras, aunque siempre determinaron mayor contenido de N en grano, estuvieron por debajo de los límites máximos exigidos por la industria. En años más cálidos y/o secos, en los que el suelo aportaría mayor cantidad de N que no es lixiviado (Casanova, 1992), las diferencias entre chacras (de diferente aporte potencial de N) se redujeron y la tendencia fue a obtener valores de proteína en grano elevados. Las chacras pertenecientes al "Gr B", son las que pueden finalizar con proteína en grano por encima del límite de recibo (12,5 a 13,5 % de proteína, según la empresa). Si bajo este último escenario el déficit hídrico además es muy severo durante el encañado y principios de llenado de grano, los valores de proteína en grano pueden ser aún mayores (Hoffman *et al.*, 2004).



**Figura 5.** Proteína en función del agregado de N a Z 30 en base al contenido de N en planta y al potencial estimado en 16 chacras de trigo, en la región agrícola del Litoral en 1998 en función de la recomendación en base al modelo de Baethgen, 1992. Las regresiones corresponden al testigo con y sin N a Z 30. (? = testigo sin N, ? = N agregado). (Hoffman *et al.* 1999).

### ¿CÓMO DEBERÍA SER ANALIZADA LA RESPONSABILIDAD DEL N PROVENIENTE DEL AGREGADO DE FERTILIZANTE?

La información es consistente en cuanto a que si se utiliza más N del necesario, es alta la probabilidad de que la concentración de proteína en grano sea elevada. Sin embargo, utilizando el modelo para la recomendación de fertilización nitrogenada vigente en Uruguay, en condiciones normales de producción, el agregado de cantidades elevadas de N no tiene por qué incrementar el nivel de proteína en grano, o en su defecto los valores, aunque mayores, no deberían estar fuera del rango establecido por la industria.

Por lo discutido anteriormente, cuando ocurren situaciones de N en grano por encima de los valores de recibo, deberíamos preguntarnos si la responsabilidad debe buscarse solamente por el lado del N proveniente de la fertilización.

Cuanto más N y más tarde se agrega, mayor es el riesgo de finalizar con un elevado nivel de proteína en grano (Perdomo *et al.*, 1999). El agregado de N en Z 30 bajo una situación de respuesta prevista lleva a un incremento del N absorbido (Cha y

Durán. 2001). A la dosis recomendada, este incremento no sobrepasa los 150 kg/ha de N máximo a Z 55. Cuando no se prevé respuesta e igual se agrega N, el testigo sin N ya alcanza los 150 kg/ha de N absorbidos y el N agregado (en el trabajo de Cha y Durán, 2001, son 30U N.ha<sup>-1</sup>) es absorbido, generando una situación de exceso que no alteraría el potencial y llevaría a una elevada concentración de N en grano. Si el valor de proteína en grano representa o no un problema dependerá del valor absoluto final alcanzado. La variación de proteína en primer lugar y antes que el efecto fertilizante, quedaría establecida por el efecto chacra, época de siembra, cultivar, año y por el propio rendimiento en grano final.

El modelo propuesto por Baethgen (1992), para fertilización nitrogenada en cebada en Z 3.0 (nivel de N en planta, potencial de rendimiento de la chacra) es una herramienta segura para concretar potencial de rendimiento y mantener la proteína en grano dentro del rango deseado. Resultados experimentales utilizando distintas variedades, en diferentes años en la zona Litoral (Figura 5) muestran que el agregado de N en Z 30 en base a estos criterios no incrementa los niveles de proteína en grano, sino que permite obtener una respuesta en rendimiento capaz de diluir el N adicional. Como resultado, el N en grano

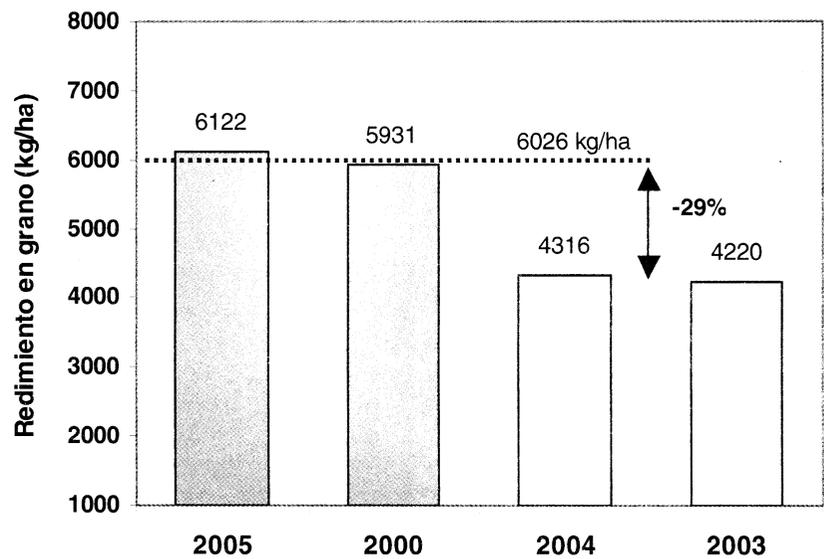
queda definido por el ambiente de producción. No agregar el N estimado como necesario, no sólo llevaría a una pérdida de rendimiento en grano, sino que también la proteína final podría ubicarse por debajo del límite inferior establecido por la industria.

Benítez y Lecuona (1996), contrastando refertilizaciones en cebada a dosis fija y utilizando el modelo propuesto por Baethgen (1992), lograron un ahorro real de N sin afectar la proteína en grano (67% de los casos sin necesidad de N y en promedio un 60% menos de N agregado en las situaciones con agregado), y sin perder rendimiento.

### EL EFECTO DE LAS CONDICIONES TÉRMICAS E HÍDRICAS DURANTE EL LLENADO DE GRANO

Las condiciones de estrés tanto hídrico como térmico al final del ciclo del cultivo incrementan notoriamente el contenido de proteína del grano aun si no hay efecto en el rendimiento en grano (Ernst *et al.*, 1992). Sin considerar desajustes de manejo como causantes de pérdidas de rendimiento en grano y centrando el análisis en factores de tipo climático, en la medida que incrementamos los potenciales de producción, el déficit hídrico es un determinante cada vez más importante (Hoffman *et al.*, 2006) y es probable que paulatinamente sea un componente definitorio del "efecto año".

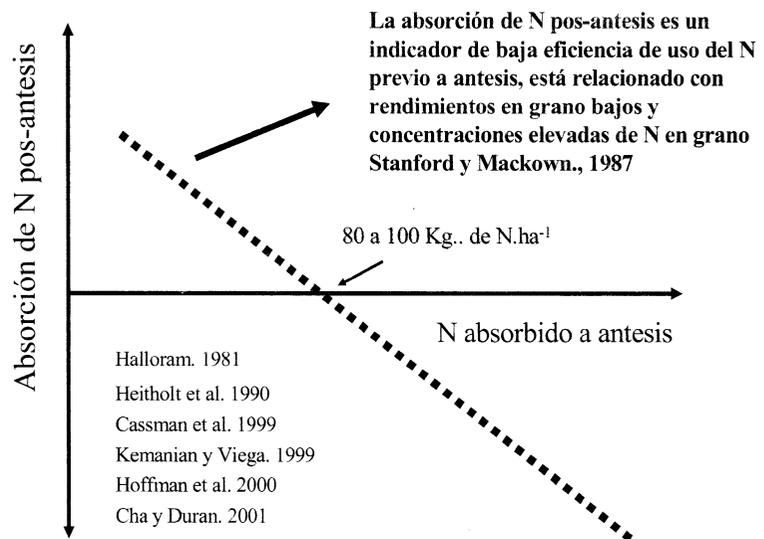
El análisis del comportamiento del cultivar Estanduela Quebracho en cuatro años (2000, 2003, 2004, 2005) en iguales condiciones de manejo permite analizar el efecto de las condiciones ambientales (Figura 6). En los años 2003 y 2004, el cultivar presentó una caída de rendimiento de casi 30%, que estaría básicamente explicada por la falta de agua durante el encañado y parte del llenado de grano. Cuando la falta de agua se ubica solamente durante el llenado de grano, el menor potencial estaría asociado a un menor índice de cosecha, como parece haber ocurrido en el 2004. Si la condición de estrés hídrico abarca la mayor parte del encañado puede llevar a una reducción importante de la tasa de crecimiento y por tanto a una disminución en la biomasa total a cosecha. Esta parece ser la situación para el año 2003.



Año	2005	2000	2004	2003
Biomasa total (kg. MS/ha)	14695	12340	12313	9307
Índice de Cosecha (%)	42	48	35	46
<b>Precipitación mensual y agua en suelo (mm)</b>				
Septiembre + Octubre	231	210	113	148
Capacidad almacenaje del suelo -				
Agua disponible (mm)	120	150	70	60
<b>Total agua (mm) *</b>	<b>351</b>	<b>360</b>	<b>183</b>	<b>208</b>
Coef. Fototermal (MJ/m <sup>2</sup> /°C)	1.9	1.73	1.79	1.4

\* Potencial agua, considerando las lluvias registradas en set+oct y tomando como base el suelo a C. de Campo a Z 30.

**Figura 6.** Rendimiento en grano, biomasa total e índice de cosecha, para el ensayo realizado a campo en el 2005, en comparación con lo observado para el año 2000, 2003 y 2004, capacidad de almacenaje de los suelos y precipitaciones en la primavera para E Quebracho libre de enfermedades. (Hoffman *et al.*, 2006).



**Figura 7.** Relación entre absorción de N pre-antesis y absorción durante el llenado de grano.

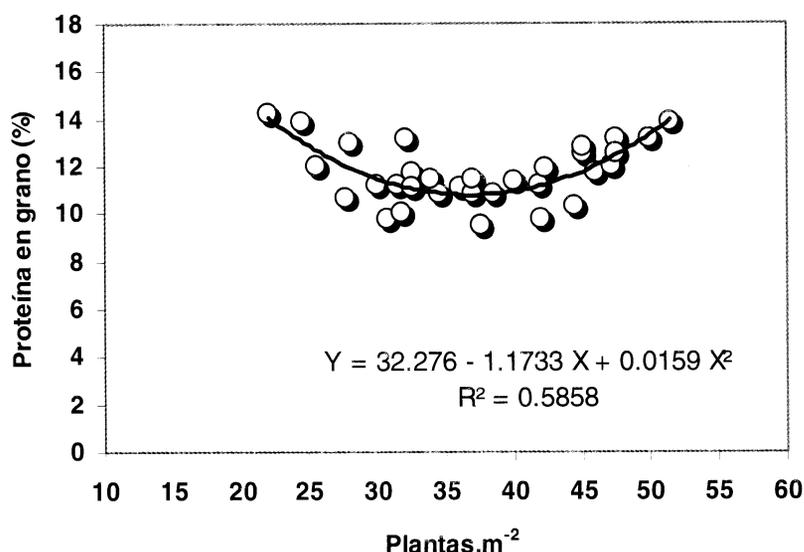
Si en estas condiciones de crecimiento del cultivo además existe elevado aporte de N por parte del suelo, puede darse una absorción importante durante el llenado de grano, como consecuencia de la menor cantidad de N absorbido hasta antesis (Figura 7). La información experimental es concluyente en cuanto a que, cuando esto ocurre (bajo crecimiento y absorción de N a antesis y posterior absorción durante el período de llenado de grano), la concentración de N en grano es elevada (menor capacidad de dilución por reducción de potencial y absorción tardía de N) (Stanford y Mackown, 1987; Kemanian y Viega, 1998).

Si bien mayor agregado de N vía fertilizante incrementa el riesgo de obtener contenidos elevados de N en grano, más aún cuando el potencial de rendimiento en grano se ve afectado, el efecto año aun con el N ajustado para un determinado ambiente de producción, es uno de los principales determinantes del valor final de proteína.

#### OTROS FACTORES DE MANEJO RELACIONADOS CON EL AUMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE N EN GRANO

Existen otros factores, independientes de la capacidad de aporte de N de la chacra y del manejo de la fertilización que afectan la concentración de N en grano, y que a la hora de analizar los riesgos de alta proteína en grano, deben ser considerados.

En primer lugar la población (el número de plantas por unidad de superficie) afecta el contenido de N en grano. El mecanismo biológico mediante el cual este efecto tiene lugar es que la población afecta la estructura del cultivo en términos de puntos de crecimiento, disponibilidad de nutrientes por punto de crecimiento a lo largo del ciclo de desarrollo y arquitectura general de la canopia. La información nacional es concluyente en este tema, indicando que el contenido de N en grano aumenta en poblaciones extremas (muy bajas o muy altas) manteniéndose en niveles mínimos en las poblaciones óptimas (Figura 8, Cuadro 3). Además del obvio efecto de dilución provocado por la maximización del rendimiento en poblaciones óptimas, existe un efecto de incremento del contenido de N a poblaciones más bajas que hace que



**Figura 8.** Relación entre proteína en grano y población (medida como plantas.m<sup>-2</sup>) en una red de ensayos parcelarios demostrativos con cosechadora comercial, de 18 chacras con diferentes variedades en el Litoral Oeste (Hoffman, 2001).

**Cuadro 3.** Rendimiento, clasificación de grano y proteína en grano para tres cultivares de cebada en áreas demostrativas con dos poblaciones contrastantes (Hoffman *et al.*, 2001)

Variedad	Población	Rendimiento (kg/ha)	Clasificación de grano (% granos mayores a 2,5 mm)	Proteína en grano (%)
N. Carumbé	Tradicional(*)	3135	90	12,0
	Recomendada (**)	3533	94	11,9
N. Daymán	Tradicional	3246	95	11,6
	Recomendada	4030	95	11,1
Perún	Tradicional	3462	83	10,8
	Recomendada	3681	83	10,8

\* Población tradicional, 45-50 pl/m lineal. \*\* Población recomendada, 30-35 pl/m lineal.

frecuentemente el óptimo de N se dé a poblaciones levemente más altas que el óptimo de rendimiento (Hoffman *et al.*, 1992, Hoffman y Benítez, 1999).

Otro factor que afecta el contenido de N en el grano es la variedad. Es conocido el componente genético que define diferencias varietales significativas en cuanto al contenido de N promedio en el grano. Las variedades utilizadas en Uruguay son variedades malteras, que en parte han sido seleccionadas por un contenido de N en el grano aceptable. El tema varietal afecta el contenido de N en el grano en dos planos: por un lado el efecto directo ya mencionado, por otra parte, por las interacciones de la variedad con factores de manejo o ambientales (Cuadro 3).

La susceptibilidad de una variedad a los factores bióticos o abióticos afectará el nivel final de N en grano, en general aumentándolo. En resumen, todos los elementos varietales que afecten al potencial van a afectar la concentración final de N en grano. En este sentido altas temperaturas y déficit hídricos en torno a Z 30 además de los efectos directos sobre la construcción del potencial antes discutidos, pueden incidir indirectamente a través de la esterilidad a nivel de la espiga, la cual puede ser también una variable afectada en forma diferencial por la variedad (González y Trujillo, 1995). Para el año 2003, Hoffman, Benítez y Cadenazzi (2004), reportan para el cultivar con mayor esterilidad y menor potencial final (FNC 6-1), un valor final

medio de 13,2 % de proteína en grano, en relación al cultivar con menor esterilidad (NE 0296), que bajo el mismo ambiente arrojó un valor de 10,9 % de proteína en grano.

## CONSIDERACIONES FINALES

Rendimientos elevados no siempre son garantía de cebada con proteína en grano dentro de los estándares establecidos por el sector industrial. El fenómeno de dilución en el cual se basa la relación negativa entre proteína y rendimiento en grano puede operar a nivel de la chacra, pero en el conjunto, las chacras de mayor potencial tienen un riesgo implícito de finalizar con mayores niveles de N en grano.

Para potenciales similares e igual manejo, la concentración de N en grano, de-

pende del efecto año, explicado por sus efectos directos sobre la tasa de concreción de rendimiento, del potencial fijado previamente al encañado y en parte a los indirectos, a través de la dinámica particular de N del suelo.

Agregar N en cebada puede transformarse en un problema de calidad de grano, si se lo hace por encima de las necesidades, sobre todo cuanto más tarde sea la fertilización. Pero si la cantidad a agregar es el resultado de la estimación utilizando los modelos propuestos para Uruguay y el problema igual existe, es también claro que el N agregado no es el único responsable.

Podría pensarse que el riesgo de obtener cebada con alta proteína podría aumentar porque continúa incrementándose el potencial de rendimiento. Esto llevaría a una cosecha mayor de N, y por lo tanto a

una mayor dependencia de muchos factores que finalmente puedan afectar la concreción final del rendimiento. En este sentido el agua disponible total (cantidad de agua disponible acumulada en el suelo a inicios de encañazón, más precipitaciones en la primavera), cobra cada vez más relevancia como factor que incide negativamente por la reducción de potencial concretado.

Obviamente, cualquier factor que lleve a incrementos en la cantidad de N disponible para el cultivo, sobre todo tardíamente, aumenta el riesgo de N alto en grano, pero el valor final también dependerá de la variedad y su manejo específico. La variación de proteína por tanto, antes que el efecto N agregado, quedaría establecida por el efecto chacra, época de siembra, cultivar, año y por el propio rendimiento en grano final. ✎

## BIBLIOGRAFÍA

- BAETHGEN, W. 1992.** Fertilización nitrogenada de cebada cervecera en el Litoral Oeste del Uruguay. INIA. La Estanzuela. Serie Técnica N° 24. 59 p.
- BENÍTEZ A.; LECUONA H. 1996.** Efecto de la época de siembra, población y manejo de la fertilización nitrogenada sobre un cultivo de cebada cervecera en siembra directa. Tesis Ing. Agr., Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 90 p.
- CASANOVA, O.N. 1992.** Principales procesos de pérdida de nitrógeno. Cátedra de fertilidad de suelos y fertilizantes. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomía
- CHA, G.F.; DURAN, J.M. 2001.** Respuesta al agregado de Nitrógeno tardío (Z 3.0 y Z 4.7) en rendimiento y calidad en trigo (*Triticum aestivum*). Tesis Ing. Agr., Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía
- DE ARMAS, A.; NOUGUE, M. 2003.** Efecto de la dosis y momento de aplicación de glifosato sobre la disponibilidad de N-NO<sub>3</sub>- en el suelo, la cama de siembra, implantación y crecimiento inicial de avena sembrada sin laboreo sobre una pradera dominada por *Cynodon dactylon*. Tesis Ing. Agr., Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía.
- ERNST, O. 1992.** Acción del laboreo en la mineralización de nitrógeno del suelo. En: II Reunión Nacional de Investigadores en cebada cervecera. Colonia. Uruguay. p 133-137.
- ERNST, O.; HOFFMAN, E. 1992.** Análisis comparativo de crecimiento de trigo y cebada y sus efectos en la determinación del rendimiento. En II Reunión Nacional de Investigadores en cebada cervecera. Colonia. Uruguay. p 138-142.
- ERNST, O; HOFFMAN, E; MAHILOS, J; URRUTY, F. 1992.** Efecto del manejo sobre el rendimiento y calidad de grano en cebada cervecera. En III Reunión Nacional de Investigadores de Cebada. Mesa Nacional de Entidades de Cebada Cervecera. p 108-116.
- GARCÍA, A. 1993.** Respuesta al nitrógeno y potencialidad de rendimiento en cebada cervecera. En: Jornada de cultivos de invierno. Instituto de Investigación Agropecuaria. Abril. p 29-35.
- GONZÁLES, I.; TRUJILLO, A. 1995.** Caracterización de la fenología y el llenado de grano en ocho variedades de cebada cervecera para la calibración y validación del modelo de simulación CERES-Barley. Tesis Ing. Agr., Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía.
- HOFFMAN, E; ERNST, O.; BRASSETTI, D.; SIRI, G, ESPASANDIN, A. 1992.** Diferencias varietales en la curva de llenado y acumulación de nitrógeno en grano. In III Reunión Nacional de Investigadores en cebada cervecera. Uruguay.
- HOFFMAN E., ERNST O., BRASSETTI D., SIRI G.; ESPASANDIN A., 1992.** Modificación por manejo de la curva de crecimiento, su influencia sobre rendimiento, componentes y calidad industrial de cebada cervecera. In: III Reunión Nacional de Investigadores de Cebada Cervecera. Minas, junio de 1993. Mesa Nacional de la Cebada. p 124-133.
- HOFFMAN, E.; ERNST, O.; PERDOMO, C.; 1999.** Ajuste de la fertilización nitrogenada en trigo en función de indicadores objetivos y su efecto sobre el rendimiento y calidad de grano. En. Primer informe. MGAP-SA. Uruguay.
- HOFFMAN, E.; BENÍTEZ, A. 1999.** Caracterización del crecimiento inicial de nuevas variedades de cebada cervecera (Perún, Carumbé, Cangüé, Diamalta, Dayman y NE111). En: Informe a CYMPAY S.A. EEMAC, Facultad de Agronomía, Uruguay.
- HOFFMAN, E. 2001.** Manejo del cultivo de Cebada Cervecera para la mejora de los rendimientos y calidad de malta. Cympay Sa-Facultad de Agronomía. En Informe BID-MGAP- S.A.
- HOFFMAN, E.; PERDOMO, C.; ERNST, O.; BORDOLI, M.; PASTORINI, M.; PONS, C.; BORGHI, E. 2001.** Manejo de la fertilización nitrogenada en cultivos de invierno. Seminario de discusión técnica. In. Proyecto de Difusión de la EEMAC. Comisión Sectorial de Extensión y Actividades en el Medio. Universidad de la República. Paysandú. Uruguay. 2001.
- HOFFMAN, E.; BENÍTEZ, A.; CADENAZZI, M. 2004.** Caracterización de cultivares de Cebada Cervecera. Evaluación de NE 1695 y NE 0296 de MUSA y U 5293 de MOSA. Año I-2003. Informe de primer año de evaluación.
- HOFFMAN, E.; BENÍTEZ, A.; CADENAZZI, M.; FRANCHI, V.; BRHEM, R. 2005.** Caracterización de cultivares de trigo Primer ciclo de ORL 99192 y ONIX, segundo ciclo de Baguette 10, INIA Torcaza e INIA Gorrión. En Séptima Jornada sobre rendimiento y calidad de trigo. Mesa Nacional del Trigo. Mercedes. 28 de abril.
- HOFFMAN, E.; GESTIDO, V.; CADENAZZI, M.; DÍAZ, J. 2006.** Caracterización del crecimiento inicial y respuesta a la población de nuevas variedades de Cebada Cervecera. INIA Aroma, INIA Arrayán, CLE 232, NDL 98224 ND 17293, NE 984001, Danuta y AC 89. En .Informe a los criaderos INIA, MUSA y MOSA. EEMAC. Facultad de Agronomía. Uruguay.
- HUGHES, A.; CHARBONNIER, R. 1992.** Limitantes al potencial de rendimiento en una variedad nacional (FNC 1). In: II Reunión Nacional de Investigadores de Cebada. La Estanzuela, mayo de 1991. INIA.
- KEMANIAN, A.; VIEGA, L. 1998.** Concreción del peso y concentración de nitrógeno del grano de cebada cervecera. Actas VII Reunión de investigadores de cebada. Minas. Uruguay.
- PERDOMO, C.; HOFFMAN, E.; PONS, C.; PASTORINI, M. 1999.** Fertilización nitrogenada en el cultivo de cebada cervecera. En VIII Jornadas de Investigación en Cebada Cervecera. Mesa Nacional de Entidades Maltera. Minas.
- VAN STANFORD, D.A.; MACKOWN, C.T. 1987.** Cultivar differences in Nitrogen Remobilization During Grain Fill in Soft Red Winter Wheat. Crop Sci. 27: 295-300.