

PROPUESTA PARA EL MANEJO DEL NITRÓGENO EN CULTIVOS DE INVIERNO EN URUGUAY

Esteban Hoffman, Carlos Perdomo, Oswaldo Ernst, Martín Bordoli, Miguel Pastorini, Claudio Pons y Edwin Borghi
Cereales y Cultivos Industriales (EEMAC, Paysandú) y Fertilidad de Suelos (Montevideo)
Facultad de Agronomía - Universidad de la Republica (Uruguay)
tato@fagro.edu.uy

Antecedentes

Las características climáticas, las variaciones en suelo, historia de chacra y el antecesor en Uruguay hacen que las variaciones en la capacidad de aporte de nitrógeno (N) entre chacras y años sean muy importantes. Esta realidad ha sido reconocida desde hace muchos años, por lo que se han desarrollado modelos con el fin de racionalizar el agregado de N. Los modelos propuestos por Oudri (1976) y Capurro et. al. (1982) tuvieron una baja adopción probablemente porque proponían agregar todo el N a la siembra y no en forma fraccionada (por ej. siembra y macollaje). Guido e Ieudiukow (1989), en un relevamiento realizado para trigo en 25000 has no encontraron relación entre el N efectivamente agregado a la siembra y la cantidad propuesta en el modelo de Oudri (1976). Todas las chacras recibieron similar dosis de N a la siembra, cercana a las 30 unidades. Resultados similares fueron observados por Perdomo y Hoffman (1995) para el cultivo de cebada cervecera.

La Facultad de Agronomía comenzó, a principios de la década de los 90, una nueva etapa de investigación en base a convenios con el sector productivo, y permitió generar una propuesta tecnológica para el ajuste de N en trigo y cebada. Esta propuesta pretende racionalizar el uso del N, usando el insumo en forma eficiente y evitando deseconomías y/o problemas de contaminación ambiental. En este modelo, se trata de objetivizar la decisión de cuándo y cuánto N agregar, mediante el uso de los mejores indicadores de respuesta para cada estadio de estos cultivos de invierno en Uruguay.

Los proyectos que han permitido desarrollar este modelo de ajuste se han basado en el modelo desarrollado por Baethgen (1992) y validado por Hoffman y Ernst (1996) en cebada cervecera. Este escrito resume los trabajos de Perdomo et al. (1999), Hoffman et al. (1999), Hoffman et al., 2001, Perdomo y Bordoli (1999) y Bordoli et al. (2000).

Propuesta de ajuste del N para cebada cervecera y trigo

Los trabajos llevados adelante en las redes experimentales, permitieron estudiar para los distintos estadios del cultivo en cebada y trigo, la relación entre la respuesta al agregado de N y distintos indicadores de suelo y planta: materia orgánica, N-NO₃⁻ y N-NH₄

en suelo a la siembra, a Zadoks 22 y 30 (Z 2.2 - Z 3.0; Zadoks et al., 1974) (0-20 y 20-40 cm); N en planta a Z 2.2 y Z 3.0; índice de clorofila a Z 2.2 y Z 3.0 y N total absorbido a Z 2.2 y Z 3.0.

Los indicadores de suelo y planta se seleccionaron según su capacidad predictiva para cada estadio, por lo que el manejo de N propuesto para cebada cervecera y trigo se basa en las siguientes determinaciones:

- Siembra. N-NO₃⁻ del suelo(0-20 cm) (Perdomo et al., 1999)
- Z 2.2 (tres tallos (principal+2 macollos)/planta). N-NO₃⁻ del suelo(0-20 cm) (Perdomo et al.1999)
- Z 3.0 (nudo a nivel del suelo en tallo principal). N en planta (%) y estimación de bandas de potencial (Baethgen, 1992)

La base de esta propuesta para el manejo del N, radica en que el potencial de rendimiento comienza a construirse en las primeras etapas del ciclo del cultivo y se concreta durante el período de encañado-antesis. El ajuste de N a siembra y Z 2.2 permiten por lo tanto, construirlo y a Z 3.0, concretarlo. El modelo propuesto se esquematiza en la Figura 1 y se desarrolla en las siguientes secciones.

a) Siembra

Para el ajuste de la fertilización en este momento es relevante conocer la disponibilidad de N e inferir qué capacidad tendrá el suelo para reponerlo cuando el cultivo comience la extracción. Tanto para cebada como para trigo, por encima de 16 a 18 ppm de N-NO₃⁻ (0-20 cm), la probabilidad de respuesta al agregado de N es muy baja. Por debajo de este rango crítico existe una gran variabilidad, condicionada por la disponibilidad de N, la historia de chacra, y las condiciones ambientales imperantes. Los trabajos realizados en cebada han permitido agrupar los ambientes en dos grupos de respuesta que se denominaron: respuesta esperada alta (A) y respuesta esperada baja (B). La constitución de ambos grupos se detalla en la Tabla 1.

Pese a ser cualitativas, estas variables permiten interpretar mejor un mismo valor de N-NO₃⁻ en suelo, logrando integrar el valor puntual de N a siembra, con una aproximación a la capacidad de aporte del

suelo por un plazo mayor. El modelo de ajuste de la fertilización a la siembra, propuesto para la cebada cervecera se presenta en la Figura 2.

Los trabajos realizados a nivel nacional muestran que la disponibilidad de $N-NO_3^-$ en suelo puede ser tomada como estimador de la capacidad de aporte de N por parte del suelo. Perdomo et al. (1999), en cebada cervecera observaron que, sin agregado de N, el nivel de proteína en grano fue superior a 12% cuando el contenido de $N-NO_3^-$ en suelo a la siembra fue superior a 24-25 ppm.

En la Figura 3, independientemente de la variación intra-anual, se observa una relación sensiblemente constante entre el $N-NO_3^-$ a la siembra y Z 2.2. Un contenido elevado de $N-NO_3^-$ en suelo, puede

mantenerse 30-40 días posteriores a la siembra (Z 2.2). De igual forma, una situación con bajo contenido de $N-NO_3^-$ a la siembra, es probable que se mantenga en deficiencia hasta Z 2.2. El valor de $N-NO_3^-$ a Z 2.2, en última instancia depende de las características climáticas del año. En años secos y con temperaturas superior a la media histórica en el invierno, como 1995, se deben esperar valores superiores de $N-NO_3^-$ en suelo a Z 2.2, que para años fríos y húmedos como 1996 y 1997.

b) Zadoks 2.2

En este estadio, si bien la planta es muy joven y absorbe bajas cantidades de N, las deficiencias determinan pérdidas importantes de potencial. La

Tabla 1. Criterios de definición de los grupos de respuesta esperable al N (Perdomo et al., 1999 c).

	Alta respuesta esperable (A)	Baja respuesta esperable (B)
Edad de Chacra *	Vieja	Nueva
Antecesoeres	Sorgo, Maíz	Pradera, Girasol, Soja, Rastrojos de Invierno
Manejo del barbecho	Incorrecto	Correcto

* El concepto de chacra nueva o vieja utilizados, fue en función de los años de agricultura pos pastura. Chacras con más de 4 años de agricultura fueron consideradas como viejas y las de menos de 4 años, como nuevas.

Tabla 2. Dosis de N recomendada a Z 2.2 según la disponibilidad de $N-NO_3^-$ en suelo (0-20cm) (Perdomo et al., 1999, Hoffman et al., 2001).

$N-NO_3^-$ en suelo (ppm)	Dosis de N (kg/ha)
≤ 6	45
7-10	20-40
11-13	15-20
≥ 14	0

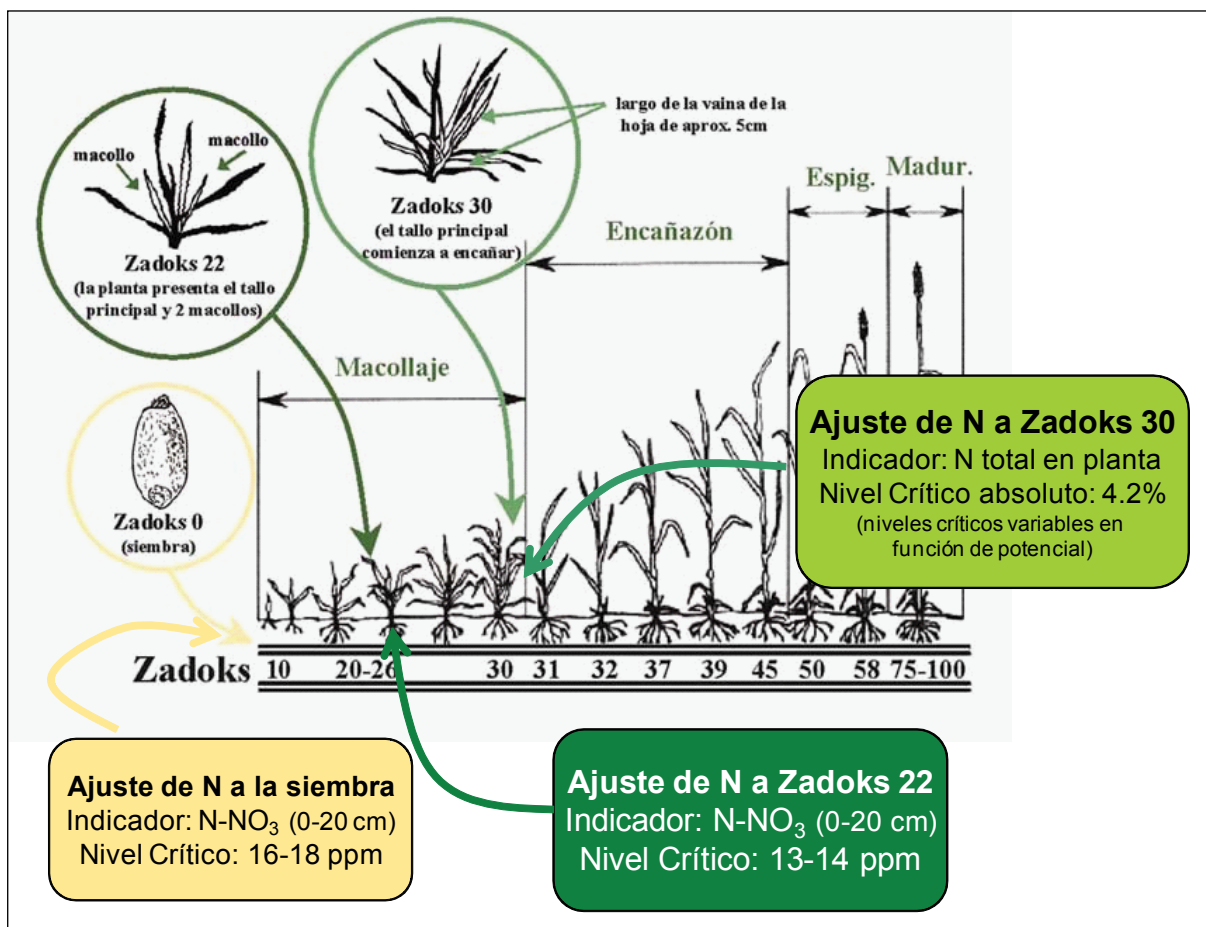


Figura1. Esquema del modelo propuesto para el manejo del nitrógeno en cultivos de invierno en Uruguay. Elaborado en base a Perdomo et al. (2001).

falta de N determina reducciones en el macollaje y disminución del tamaño futuro de las espigas, en la medida que ha comenzado la inducción floral en los tallos principales (Hoffman et al., 1992; Viega et al., 2001). El correcto suministro de N en este estadio permite la construcción de un alto potencial de producción y, como parte del N agregado en este estadio se absorbe en torno a Z 3.0, disminuir el riesgo de deficiencias de N en el período crítico. El indicador que mejor se correlacionó con la respuesta al agregado de N en Z 2.2 fue el contenido en suelo de $N-NO_3^-$ (0- 20 cm). Por encima de 13 a 14 ppm de $N-NO_3^-$ en el suelo, la probabilidad de respuesta observada fue baja. No existieron diferencias entre los cultivos sembrados con o sin laboreo (Perdomo et al., 1999; Perdomo y Bordoli, 1999). Por otra parte, en Z 2.2., el efecto por inmovilización de N pierde relevancia, ya que una parte importante del rastrojo ya se ha descompuesto.

El contenido de $N-NO_3^-$ en suelo en Z 2.2 resulta de un balance entre varios procesos que ocurren en el suelo (mineralización, nitrificación, lavado, desnitrificación, inmovilización), interactuando con el N del fertilizante agregado y la absorción por parte el cultivo. Es por esto que el nivel crítico en este estadio es inferior que a la siembra. De igual forma, el nivel crítico tiende a variar levemente con el año. Perdomo et al. (1999) observaron en cebada, considerando sólo la respuesta en rendimiento, que en un año seco el nivel crítico fue cercano a 15 ppm de $N-NO_3^-$ en suelo, mientras que en años húmedos el valor fue de 13 ppm.

Como puede observarse de la Tabla 2, la respuesta al agregado de N no se considera relevante por debajo de 13-14 ppm de $N-NO_3^-$. En cebada cervicera no sería recomendable agregar más de 45 kg de N, porque que se incrementa el riesgo de obtener granos con elevado contenido de N. Para trigo, existe un

margen superior. Hoffman et al. (1999) observaron respuesta hasta 50 kg de N/ha en este estadio. Bordoli et al. (2000) reportó que para 35 experimentos en trigo, se observaron similares rendimientos con 60 kg de N/ha a Z 2.2, que fraccionando 30 kg a Z 2.2 y 30 kg a Z 3.0.

c) Zadoks 3.0

Este estadio, marca el máximo macollaje (Hoffman et al., 1997) y un valor cercano al 75-80% del número máximo de primordios de granos por espiga en tallos principales (Hoffman et al., 1992; Viega et al., 2000; Hoffman et al., 2001). Por esto, desde el punto de vista del potencial de producción (granos/m²) este es el último momento en donde se puede esperar respuesta relevante al agregado de N. La adición de N por encima de lo requerido no determina incrementos de rendimiento, pudiendo elevar el contenido de N en grano (Ernst y Hoffman, 1995; Hoffman y Ernst, 1996).

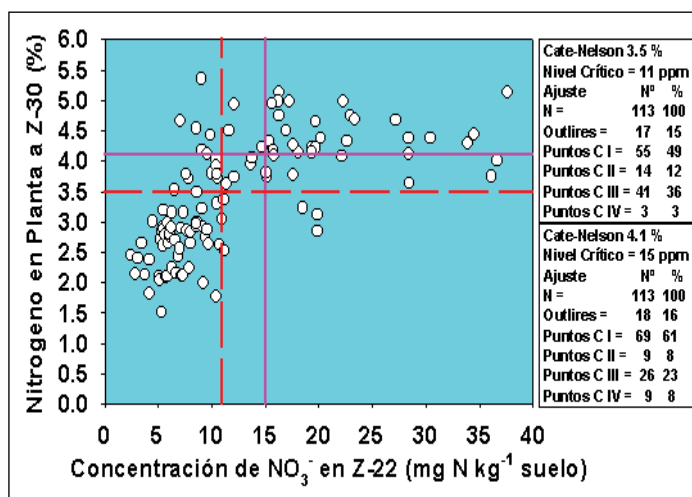


Figura 4. Concentración de N en planta a Z 3.0 sin agregado de N en relación al contenido de NO_3^- en suelo a Z 2.2 - Red Manejo de N en Cebada 1995-1998 (Perdomo et al., 1999).

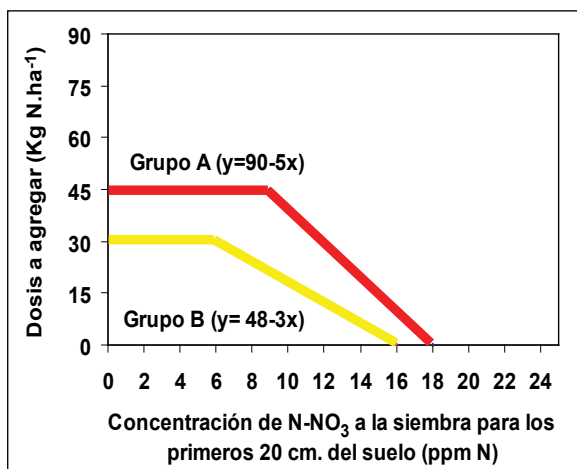


Figura 2. Dosis de N recomendada a la siembra según la disponibilidad de $N-NO_3^-$ en suelo (0-20 cm), para cada grupo de respuesta (Perdomo et al., 1999).

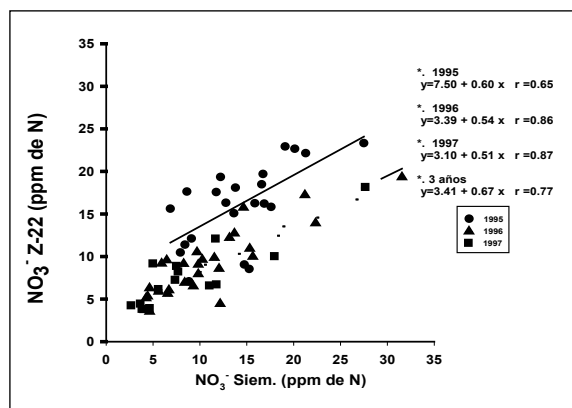


Figura 3. Contenido de $N-NO_3^-$ a Z 2.2, en relación al contenido a la siembra, para tratamientos sin agregado de N, para tres años en cultivos de cebada cervicera (Perdomo et al., 1999, Hoffman et al 1997).

En este estadio, la elevada tasa de crecimiento del cultivo determina que el rango de $N-NO_3^-$ disponible en suelo sea muy estrecho, reduciendo el ajuste entre la respuesta al agregado de N y la concentración de $N-NO_3^-$ en suelo. El mejor indicador observado para Z 3.0, en trigo y cebada es la concentración de N total en planta (%N) (Baethgen y Alley, 1989, Roth et al., 1989; Vaugham et al., 1990 citados por Baethgen, 1992; García, 1993; Hoffman y Ernst, 1996; Perdomo et al., 1999; Hoffman et al., 1999). Para ambos cultivos, el nivel crítico observado estuvo entre 38 a 41 g de N. kg. de MS^{-1} (3,8 a 4,1 %).

Como puede observarse en la Figura 4, con tenores < 10 ppm de $N-NO_3^-$ en suelo a Z 2.2, existe importante variabilidad en el estado nutricional del cultivo a Z 3.0. Hoffman y Ernst (1995) observaron, en cebada, variaciones de N en planta a Z 3.0 desde 2.5 a 5.5%, cuando el contenido de $N-NO_3^-$ varió de 3 a 7 ppm (0-20 cm).

Hoffman et al. (1999) observaron que para un año con déficit hídrico, en más del 70% de los casos evaluados en trigo (25 sitios) con ajuste de N a la siembra y Z 2.2, respondieron al agregado de N a Z 3.0. Durán y Cha (2002), en condiciones similares, observaron respuesta a N en Z 3.0 en el 50% de los casos. En condiciones normales, Perdomo y Bordoli (1999), no observaron ventajas de fertilizar a Z 3.0 después de hacerlo en Z 2.2, y ambos momentos se comportaron como intercambiables.

Baethgen (1992) desarrolló un modelo para el ajuste de N a Z 3.0 en cebada cervecera, considerando que el N en estadios anteriores está correctamente manejado. Este modelo propone un ajuste de dosis en función del potencial de rendimiento definido a Z 3.0, y el estado nutricional, estimado a través del contenido de N total en planta (Figura 5). En forma independientemente del potencial a concretar, por encima de 41 g de N/kg no se espera respuesta al agregado de N en este estadio. Un cultivo con potencial de rendimiento afectado por el manejo anterior, claramente precisa menos cantidad de N, y el nivel crítico por encima del cual cesa la respuesta al agregado es menor. En estas situaciones es baja la probabilidad de obtener retornos por el uso de N tanto en cebada como en trigo.

Un importante factor a considerar es la calidad de muestreo. Debido a que el N en planta se reduce rápidamente después de Z 3.0, los muestreos tardíos llevan a decisiones erróneas. Como también es importante que no transcurran más de 4 a 5 días entre el muestreo y la fertilización, puede ser útil priorizar las chacras que no han recibido fertilizante en Z 2.2, y que presentaron contenidos de $N-NO_3^-$ en suelo menores a 15 ppm. Frente a la necesidad de tener que acotar aún más el muestreo, no se debería priorizar las chacras sembradas tardíamente y que fueron fertilizadas a Z 2.2, ya que por el menor potencial y el escaso tiempo que media entre ambos estadios, es poco probable que presenten respuesta al agregado de N.

Validación y uso del modelo

Los trabajos de validación realizados por Hoffman y Ernst (1996) y Benítez y Lecuona (1996) en cebada a Z 30 y por Hoffman et al. (1999) en trigo a siembra y Z 22, mostraron un ajuste preciso (mayores al 90 %) de este modelo, en detectar las situaciones de respuesta (chacras que no responden y en las que habría que adicionar N).

Benítez y Lecuona (1996) comparan aplicar una dosis fija de N a Z 3.0 (35 kg de N/ha), en relación al ajuste de N con el modelo (Tabla 3). Independientemente del N usado en estadios anteriores, agregar N utilizando el modelo propuesto por Baethgen (1992) en relación a utilizar una cantidad de N fija, no determinó cambios en el rendimiento medio. Sin embargo, permitió un ahorro significativo en N.

Como el modelo propuesto por Baethgen (1992) para el cultivo de cebada, considera no agregar N a Z 3.0 cuando es baja la probabilidad de respuesta por el riesgo de incrementar el contenido de N en grano, se podría pensar a priori para trigo, que al agregar cantidades mayores a las recomendadas podrían ocurrir incrementos significativos en los niveles de proteína en grano. En este sentido, los trabajos realizados por la Facultad de Agronomía en trigo muestran que la probabilidad de obtener incrementos de proteína adicionando N por encima de lo recomendado con el modelo propuesto por Baethgen no es alta. Bajo condiciones que favorecen un elevado potencial de rendimiento y baja disponibilidad de N durante la primavera, el agregado de N evita que se diluya el N en el grano (Figura 6). Resultados similares fueron reportados por Hoffman y Ernst (1995) para cebada cervecera. Durán y Cha (2002), en trigo, no observaron incrementos de N en grano por adicionar N a Z 3.0.

Cuando el N agregado se encuentra por encima de los requerimientos, el rendimiento no cambia y una muy baja proporción del excedente se acumula en el grano (Perdomo y Bordoli, 1999; Bordoli et al., 2000; Cha y Duran, 2001 (Figura 7). Para las situaciones de no respuesta a Z 3.0, el testigo sin agregado de N en este estadio, absorbió a espigazón todo el N necesario. El agregado de N en estas situaciones llevó a que el cultivo acumulara un exceso de N que finalmente se perdió. En concordancia, Hoffman et al. (1999) y Bordoli et al. (2000) obtuvieron bajas eficiencias para incrementar el contenido proteico en grano agregando N en situaciones de suficiencia.

Conclusiones

La propuesta de manejo del N para cultivos de invierno, considera que el ajuste a la siembra, a Z 2.2 y a Z 3.0 debe manejarse en forma conjunta. Los niveles críticos, así como las recomendaciones de fertilización propuestas para la siembra, no excluyen la evaluación de la situación nitrogenada del cultivo a Z 2.2. La misma propuesta se aplica entre Z 2.2 y Z 3.0.

Los modelos de manejo del N presentados para los tres momentos, ofrecen mayor seguridad particularmente en situaciones en que se estima que la probabilidad de respuesta al agregado de N es baja. Por esto debe evitarse el agregado de cantidades de N por encima de las necesidades estimadas por estos modelos. Es fundamental un correcto muestreo (momento y calidad de muestreo) de las situaciones en cada uno de los estadios planteados, ya que en gran parte condicionan la representatividad de los indicadores propuestos.

Tabla 3. Validación de la respuesta al agregado de N en base al modelo de ajuste de N a Z 3.0 propuesto por Baethgen (1992), para 27 situaciones, en cebada cervecera sembrada sin laboreo (Benítez y Lecuona, 1996).

	N-fijo	N-modelo
Porcentaje de casos sin N	0	67
Rendimiento	3676	3520
N agregado (kg/ha)	35	13

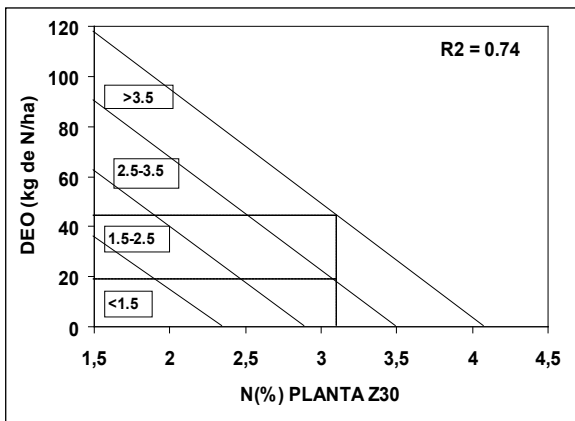


Figura 5. Dosis económica óptima (DEO) de N recomendada para cebada cervecera, según el N en planta y el rendimiento potencial a Z 3.0 (Baethgen 1992). (Los valores en recuadros corresponden a los rangos de potencial en t ha⁻¹).

Bibliografía

Baethgen, W. 1992. Fertilización nitrogenada de cebada cervecera en el litoral oeste del Uruguay. INIA La Estanzuela. Serie Técnica N° 24.
Benítez, A. y H. Lecuona. 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. 90p.
Bordoli, M., A. Quinke y A. Marchesi. 2000 (a). Fertilización de Trigo en Siembra Directa. In: 7ª jornada nacional de siembra directa. AUSID. Resumen de trabajos. pp 26-35.
Bordoli, M.; A. Quinke y A. Marchesi. 2000 (b). Fertilización de Trigo en Siembra Directa. In: 8ª jornada nacional de siembra directa. AUSID. Resumen de trabajos. pp 14-29.
Capurro, E.; W. Baethgen; A. Trujillo y A. Bozzano. 1982. Rendimientos y respuesta a NPK de cebada cervecera. Miscelánea 43, CIAAB, La Estanzuela. 21p.
Cha, G. y Durán J. 2001. Respuesta al agregado de N tardío (Z 30 y Z 47) en rendimiento y calidad de trigo (*Triticum aestivum*). Tesis Ing. Agr. Montevideo Uruguay. Facultad de Agronomía. 92p.
Ernst, O. y Hoffman E. 1995. Refertilización en cebada cervecera. In: VI Reunión nacional de investigadores de

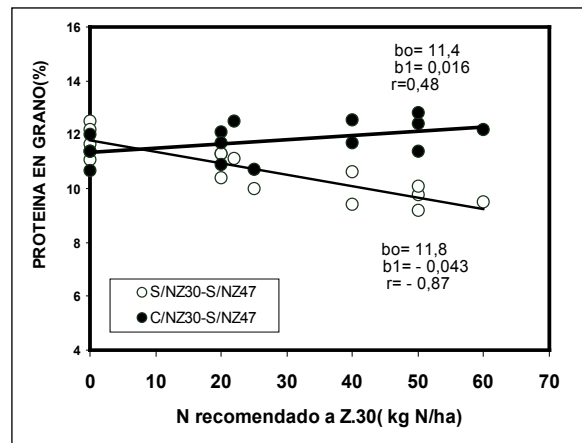


Figura 6. Concentración de proteína en grano de trigo, con y sin agregado de N a Z 3.0 en relación a la recomendación según el modelo de Baethgen (1992) (Hoffman et al., 1999; Cha y Durán, 2001).

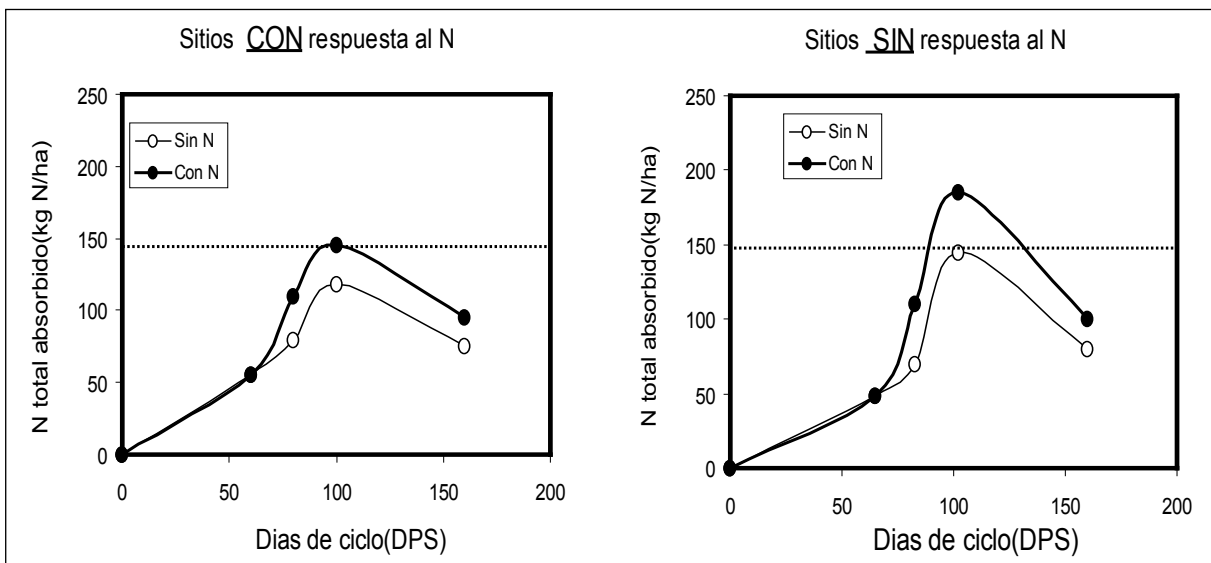


Figura 7. Absorción de N durante el ciclo del cultivo de trigo, para el promedio de los sitios con y sin agregado de N en Z 3.0 y con y sin respuesta al mismo (Cha y Durán 2001).

cebada. Montevideo. Uruguay.

Guido, R. y A. Leudikow. 1989. Alternativas técnicas para la producción de trigo. Relevamiento.. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Montevideo. Uruguay. Oudri, N, y col, 1976. Guía para fertilización de cultivos, CIAAB, D.S.P, M.A.P.

Hoffman, E.; O. Ernst y C. Perdomo. 1999. Ajuste de la Fertilización Nitrogenada en Trigo en función de indicadores objetivos y su efecto en rendimiento y calidad de grano. In: Resúmenes de la Primer Jornada sobre Rendimiento y Calidad de Trigo. Mesa Nacional de Trigo. Mercedes. pp 19-27.

Hoffman, E.; C. Perdomo y O. Ernst. 1997. Fertilización nitrogenada en cultivos de invierno. EEMAC. Facultad de Agronomía. Revista Cangüé No. 10. 33-36p.

Hoffman, E.; O. Ernst; D. Brassetti; G. Siri y A. Espasandín. 1992. Modificación por manejo de la curva de crecimiento, su influencia sobre rendimiento, componentes y calidad industrial de cebada cervecera. In: IIIª Reunión Nacional de Investigadores de Cebada Cervecera. Minas, junio de 1993. Mesa Nacional de la Cebada. p 124-133.

Hoffman, E. y O. Ernst. 1996. Refertilización en cebada cervecera.. EEMAC. Facultad de Agronomía Revista Cangüé No. 6. 15 p.

Hoffman, E.; E. Borghi E.; C. Perdomo y C. Pons. 2001. Respuesta al agregado de N en cebada cervecera y su relación con los modelos de ajuste propuestos a Z 2.2 y Z 3.0 para Uruguay, para dos situaciones de alto aporte potencial de N del suelo. In: XXI Reunión Anual de Pesquisa de Cebada. Guarapuava. Paraná. Brasil.

Oudri, N. 1976. Guía para fertilización de cultivos, CIAAB, D.S.P, M.A.P.

Perdomo, C.; E. Hoffman; M. Pastorini y C. Pons. 1999 (a). Indicadores de Manejo de la Fertilización Nitrogenada en Cebada Cervecera; XIX Reunión Anual de Pesquisa de Cebada;

Passo Fundo, Brasil..

Perdomo, C.; E. Hoffman; M. Pastorini y C. Pons. 1999 (b). Relación entre la concentración de NO₃- del suelo en siembra y Z-22 y la respuesta al N en Cebada Cervecera; III Congreso Latinoamericano de Cebada, Colonia, Uruguay.

Perdomo, C.; E. Hoffman; M. Pastorini y C. Pons. 1999 (c). Soil Nitrate Critical Levels and Nitrogen Requirements for Maltng Barley in Uruguay; ASA, CSSA, SSSA Annual Meetings; Salt Lake City, Utah, USA.

Perdomo, C.; E. Hoffman; M. Pastorini y C. Pons. 1999 (d). Fertilización nitrogenada en el cultivo de cebada cervecera. In: VIII Jornadas de Investigación en Cebada Cervecera. Mesa Nacional de Entidades Maltera. Minas. (en prensa).

Perdomo, C.; E. Hoffman; M. Pastorini y C. Pons. 1999 (e). Fertilización en Cebada Cervecera. In: www.fagro.edu.uy/eemac/web/investig.html.

Perdomo, C.; E. Hoffman; C. Pons y E. Borghi 2001. Fertilización en cebada Cervecera. Boletín de Divulgación Facultad de Agronomía - UDELAR - OIEA Gestión de la Nutrición de las Plantas, el Suelo y el Agua (ARCAL XXII). In: http://www.fagro.edu.uy/talleres/cebada/Fert/Fert_enCebada_w.html.

Perdomo C; y J. M. Bordoli. 1999. Ajuste de la Fertilización Nitrogenada en Trigo y su Relación con el Contenido de Proteína en Grano. In: Resúmenes de la Primer Jornada sobre Rendimiento y Calidad de Trigo. Mesa Nacional de Trigo. Mercedes. 41-48.p.

Viega L.; A. Kemanian A.; S. González; N. Olivo y G. Meroni. 2001. Factores que afectan el número de granos por espiga en cebada cervecera. In: XXI Reunión Anual de Pesquisa de Cebada. Guarapuava. Paraná. Brasil.

Zadoks, J., T. Chang y C. Konzak. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Res. 14:415-421. ■

RESPUESTA A LA FERTILIZACIÓN CON AZUFRE EN EL CULTIVO DE COLZA-CANOLA EN SUELOS DEL LITORAL NORTE DE URUGUAY

Sebastián Mazzilli y Esteban Hoffman

Facultad de Agronomía, Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni" – UdelaR. Paysandú, Uruguay.

smv@adinet.com.uy

Introducción

El azufre (S) es un nutriente móvil en suelo con dinámica similar al N, que es requerido en cantidades importantes por cultivos y pasturas (Tisdale *et al.*, 1985). Un cultivo de canola 2000 kg ha⁻¹, extrae aproximadamente 13 kg de S ha⁻¹, cantidades un poco superiores a la de un cultivo de trigo de 4500 kg ha⁻¹ el cual extrae unos 7 kg de S ha⁻¹ (Ciampitti y García, 2009). Hasta el momento, no existen en Uruguay modelos ni estimadores robustos que permitan manejar la fertilización con este nutriente y aún no es tenido en cuenta por los productores al momento de decidir la fertilización de sus cultivos. Sumado a esto, tampoco existe información suficiente que permita realizar un diagnóstico sobre si todavía son puntuales y aislados los problemas con S o si estamos ingresando en una etapa en la que va a ser necesario incluirlo en los esquemas de fertilización.

Si consideramos la intensificación del sistema agrícola-pastoril uruguayo, sumado al incremento en los

potenciales de producción, deberíamos contar con más información contemporánea para el manejo de este nutriente, que la que disponemos actualmente. Además, hace ya un tiempo largo (más de 30 años), que se dejó de agregar cantidades importantes de S desde que la principal fuente de la fertilización fosforada, el superfosfato de calcio (0-21-23-0/12S) se cambiara por el superfosfato triple (0-46-0/0S). En la actualidad, podríamos estar ingresando a un período en donde la deficiencia de S, comience a establecer escalones de producción.

A este escenario en particular debemos sumarle que el cultivo de canola es conocido por su exigente demanda de S. Trabajos realizados en otros países indican que suele existir respuesta a la aplicación de S para este cultivo, en áreas donde no se detecta respuesta a este nutriente en cereales (McGrath y Zhao, 1996; Schnug y Haneklaus, 1998).

En los últimos años, INIA La Estanzuela, comenzó