



SEMINARIO DE DISCUSIÓN TÉCNICA

MANEJO DE LA FERTILIZACION NITROGENADA EN CULTIVOS DE INVIERNO

Jueves 7 de Junio del 2001

**Proyecto "DIFUSION DE LA EEMAC"
Comisión Sectorial de Extensión y Actividades en el Medio
Universidad de la República
Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni"**

Ruta 3 km 363- PAYSANDU - Telefax: 598 72 27950/41282 - 598 720 2259

PROPUESTA PARA EL MANEJO DEL NITROGENO **EN CULTIVOS DE INVIERNO**

Grupo de trabajo: Ing. Agr. Esteban Hoffman, Carlos Perdomo, Oswaldo Ernst, Martín Bordoli, Miguel Pastorini y Claudio Pons y Edwin Borghi. Pertenecientes a Cereales y Cultivos Industriales. EEMAC. Paysandú. y Fertilidad de Suelos. Montevideo. Facultad de Agronomía. Universidad de la República.

Antecedentes.

Las características climáticas, las variaciones en suelo, historia de chacra y el típico sistema de rotación pasturas-cultivo de Uruguay hace que las variaciones en la capacidad de aporte de N entre chacras y años sean muy importantes. Esta realidad ha sido reconocida desde hace muchos años, por lo que desarrollaron modelos que intentaban racionalizar al agregado de N. Dos de estos trabajos han sido la "Guía de Fertilización de Cultivos" propuesta por Oudri (1976), así como el modelo desarrollado por Capurro *et. al.* 1982. Sin embargo la adopción de estos modelos ha sido baja, posiblemente debido en parte a que estos trabajos suponían agregar todo el N a la siembra, y no en forma fraccionada (por ejemplo siembra y macollaje). Guido e Ieudiukow (1989), para un relevamiento realizado para trigo en 25000 has no encontraron relación entre el N efectivamente agregado a siembra y la cantidad que se debería haber usado, utilizando la propuesta realizada por Oudri (1976). Este trabajo muestra que todas las chacras recibieron una dosis similar de N a siembra, cercana a las 30 unidades. Resultados similares fueron obtenidos por Perdomo y Hoffman en 1995, para el cultivo de Cebada cervecera.

La Facultad de Agronomía comenzó a principios de la década del 90 una nueva etapa de investigación. Esta se desarrolló en base a convenios con el sector productivo, y permitió generar la propuesta tecnológica actual de ajuste de N para trigo y cebada, que se resume en este trabajo. 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 cuando y cuanto N agregar, mediante el uso de los mejores indicadores de respuesta para cada estadio de estos cultivos de invierno.

Un listado de los proyectos que han permitido desarrollar este modelo de ajuste se resume a continuación. En el mismo también se incluye un trabajo anterior a la presente etapa, el que fue desarrollado por el Ing. Agr. Walter Baethgen fuera del ámbito de la Facultad de Agronomía, pero que debido a su importancia se ha incluido dentro de la presente propuesta.

1. Red Nacional de N en Cebada cervecera. 1995-2001. Facultad de Agronomía- Mesa Nacional de Entidades de Cebada cervecera: **Perdomo, Hoffman, Pons, Pastorini, 1999.**
2. Red de N en Trigo. 1998-1999. Facultad de Agronomía-MGAP(PROVA)- Asesores Privados: **Hoffman, Ernst, Perdomo, 1999.**
3. Red de N en Trigo en siembra directa- 1997-2001. Facultad de Agronomía-AUSID: **Bordoli, 1999,2000.**

4. Ajuste de la fertilización nitrogenada en Trigo. 1997-1998. Facultad de Agronomía-CCG-Hydro Agri S.A. **Perdomo-Bordoli, 1999.**
5. Fertilización nitrogenada en Cebada cervecera. 1989-1990 . Convenio FAO-PNUD-EELE. **Baethgen, 1992.**
6. Manejo de suelos para cultivos sembrados sin laboreo. 1992-2001. Facultad de agronomía-PRENADER.

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 cultivos en Cebada y Trigo la relación entre la respuesta al agregado de N y distintos indicadores de suelo y planta (MOS, $N-NO_3^-$ y $N-NH_4$ en suelo a la siembra, Z 2.2 y Z 3.0 (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, N total absorbido a Z 2.2 y Z 3.0).

De todos los indicadores de suelo y planta evaluados, se seleccionaron aquellos que presentaron mejor capacidad predictiva para cada estadio. En función de esto el manejo de N propuesto para cebada y trigo se basa en:

- Siembra..... $N-NO_3^-$ en suelo(0-20cm)
- Z 2.2 (tres tallos / planta)..... $N-NO_3^-$ en suelo(0-20cm)
- Z 3.0 (nudo a nivel del suelo)..... N en planta(%) y Estimación de bandas de potencial

La base del manejo de N, radica en que el potencial de rendimiento (granos/m²) se construye en las primeras etapas del ciclo del cultivo y se concreta durante el período del encañando. El ajuste de N a siembra y Z 2.2 permiten por lo tanto, construirlo y a Z 3.0, concretarlo.

Siembra.

Para el ajuste de la fertilización en este momento es importante saber cuánto N hay disponible e inferir qué capacidad tendrá el suelo para reponerlo cuando esté el cultivo extrayendo. Tanto para cebada como para el cultivo de trigo, por encima de 16 a 18 ppm de $N-NO_3^-$ en los primeros 20 cm del suelo, la probabilidad de respuesta al agregado de N es muy baja. Por debajo de este rango crítico existe una gran variabilidad, la cual está condicionada por la disponibilidad de N y por las características de historia de chacra, antecesores y manejo del suelo. Los trabajos realizados en cebada han permitido agrupar los ambientes en dos grupo de respuesta esperada, alta(A) y baja(B)), para un mismo valor de $N-NO_3^-$ en suelo a siembra. La constitución de ambos grupos se detalla en el siguiente cuadro.

Cuadro 1.- Criterios de definición de los grupo de respuesta.

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

Pese a ser cualitativas, estas variables permiten interpretar mejor un mismo valor de N-NO_3^- 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 integra estos criterios.

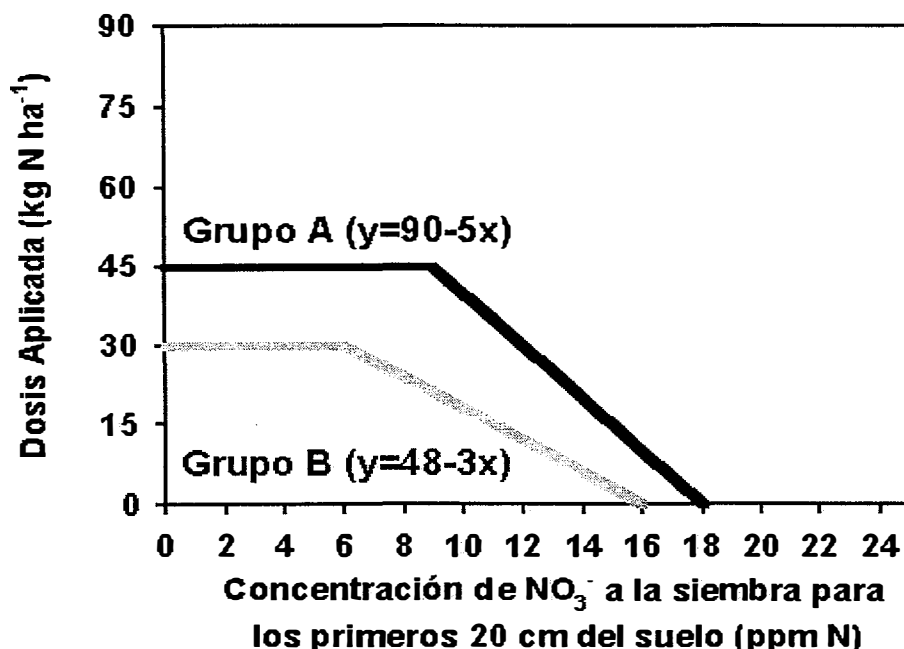


Figura.-1 Dosis de N recomendada a siembra según la disponibilidad de N-NO_3^- en suelo (0-20cm), para cada grupo de respuesta (Perdomo, Hoffman, Pons, Pastorini, 1999).

Por mucho tiempo se mantuvo la creencia de que la disponibilidad de N-NO_3^- en suelo, no podría servir como estimador del N disponible para un cultivo, ya que se consideraba como una fotografía muy puntual y poco se podía esperar de su valor futuro. Sin embargo los trabajos realizados a nivel nacional muestran que este indicador puede ser tomado también como un estimador de la capacidad de aporte de N por parte del suelo. En este sentido, Perdomo *et al.* (1999), en cebada Cervera encontraron que para todos los tratamientos sin agregado de N, el nivel de proteína en grano fue superior a 12% en las situaciones en las que el contenido de N-NO_3^- en suelo a la siembra fue superior a 24-25 ppm. En la figura siguiente, se muestra la relación encontrada entre N-NO_3^- a siembra y Z 2.2, para tres años, para los tratamientos sin N a la siembra.

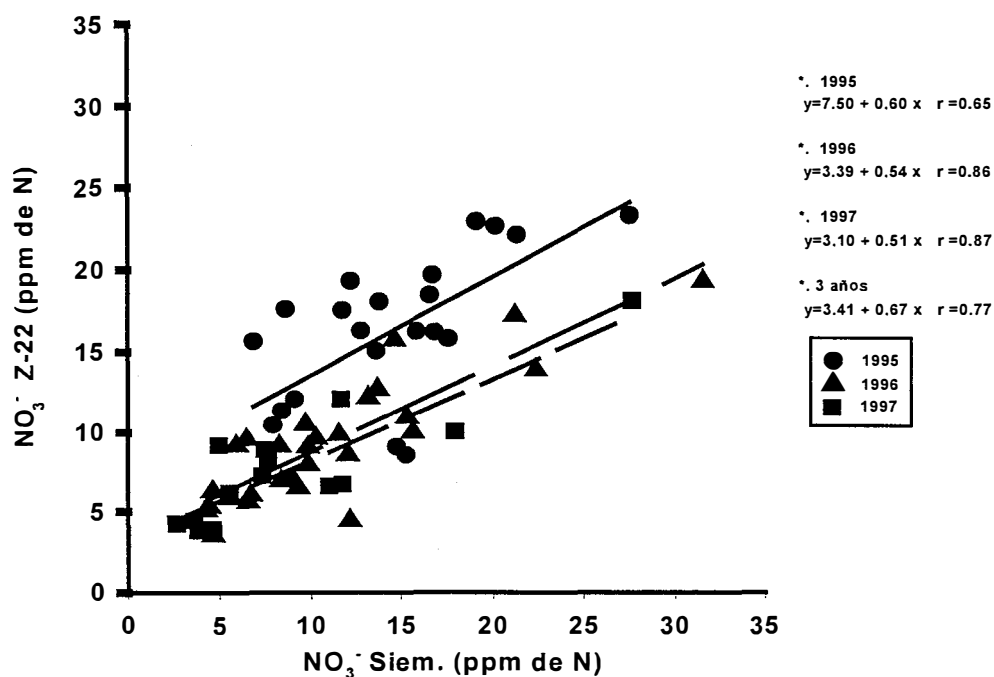


Figura 2. N-NO₃⁻ a Z 2.2, en función de contenido de N-NO₃⁻ en suelo a siembra, para los tratamientos sin N a siembra, en tres años en Cebada cervecera.

Independiente de la variación dentro del año, consecuencia de las características de cada sitio, existe una relación razonablemente constante entre el N-NO₃⁻ a siembra y Z 2.2. Un suelo que a siembra contiene un contenido elevado de N en suelo, puede en general mantenerlo durante 30 a 40 días posteriores a la siembra (Z 2.2). De igual forma una situación que por el tipo de antecesor y el manejo del barbecho, llegue con bajo contenido de N-NO₃⁻ a siembra, es probable que se mantenga en igual situación de deficiencia hasta Z 2.2. El valor absoluto de N-NO₃⁻ a Z 2.2 como se observa en la gráfica, finalmente 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-NO₃⁻ en suelo a Z 2.2, que para años fríos y húmedos como 1996 y 1997.

Zadoks 2.2(tres tallos / planta).

En este estadio, si bien la planta es muy joven y absorbe bajas cantidades de N, las deficiencias determinan pérdidas importantes de potencial. La 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.* 1993, Viega *et al.* 2001). El suministro de N en este estadio no sólo permite comenzar a construir un alto potencial de producción, sino que como parte del N agregado en este estadio se absorbe entorno a Z 3.0, se estaría asegurando que el cultivo no se vea sometido a deficiencias de N en el período de fijación del potencial. Dado que la absorción de N es baja, sigue existiendo un rango de N-NO₃⁻ en suelo que permite una buena relación entre este indicador y la respuesta del cultivo al agregado de N

El indicador que mejor se correlaciona con la respuesta al agregado de N en este momento es la concentración de N-NO_3^- en los primeros 20 cm del suelo. De estos trabajos, que en conjunto involucran a 200 experimentos, surge que es baja la probabilidad de respuesta al agregado de N por encima de las 12 a 14 ppm de N-NO_3^- en el suelo. Al igual que para el caso de la siembra, no existieron diferencias entre los cultivos sembrados con o sin laboreo, desapareciendo además la separación por grupos de respuesta (Perdomo *et al.* 1999, Bordoli, 1999). Este último resultado sería esperable, ya que el principal efecto del cultivo anterior, el factor más determinante del grupo de respuesta, es la inmovilización del N mineral del suelo. En el estadio de Z 2.2. la inmovilización pierde relevancia, ya que una parte importante del rastrojo ya se ha descompuesto.

La concentración de N como 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 y la absorción por parte el cultivo. Es por esto que el nivel crítico en este estadio es menor que a la siembra. Un mismo valor de N-NO_3^- en suelo a siembra en relación a Z 2.2, significa mayor capacidad de aporte del suelo en este último caso, ya que a la siembra es el resultado del acumulado sin la absorción por parte del cultivo. De igual forma, el nivel crítico tiende a variar levemente con el año. Perdomo *et al.* (1999), determinaron que para Cebada, cuando se consideraba sólo la respuesta en rendimiento, en un año seco el nivel crítico fue cercano a las 15 ppm de N-NO_3^- en suelo, mientras que en años húmedos el valor fue de 13 ppm.

Cuadro 2.- Dosis de N recomendada a Z 2.2 según la disponibilidad de N-NO_3^- en suelo(0-20cm). (Perdomo, Hoffman,Pons, Pastorini, 1999).

N-NO3- en suelo (ppm)	Dosis de N (kg/há)
≤ 6	40-50
7-10	20-40
11-13	5-15
≥ 14	0

Como puede observarse en el cuadro 2, por encima de 13 a 14 ppm de N-NO_3^- , no sería necesario adicionar N en este estadio. Por debajo de este rango, la respuesta al N es más importante por cada 1 ppm de N-NO_3^- por debajo del nivel crítico, que lo observado a la siembra. En Cebada cervecera no se recomienda agregar mas de 40 kg. de N, porque que se incrementa el riesgo de obtener granos con elevado contenido de N. Para el caso el trigo, existe un margen un poco superior. Hoffman, Ernst y Perdomo (1999), encontraron para trigo, respuesta hasta 50 kg. de N/ha en este estadio. Sin embargo como se verá más adelante, tampoco es recomendable usar cantidades superiores a las recomendadas. Bordoli (1999), reporta que para 35 experimentos realizados en trigo entre 1997 y 1999, se obtuvo igual rendimiento 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.

Zadoks 3.0 (primer nudo a nivel del suelo).

En este estadio, tanto en trigo como en cebada se alcanza el máximo macollaje (Hoffman, 1993) y un valor cercano al 75-80% del número máximo de primordio de

espiga por tallo (Viega *et al.* 2000- Hoffman *et al* 2001). Por esto, el potencial está definido entorno a Z 3.0-Z 3.2, y el agregado de N en este estadio no permite corregir errores de manejo anterior. Es por esto, que desde el punto de vista del potencial de producción (granos/m²) este es el último momento a partir del cual se puede esperar respuesta al agregado de N. Esto lleva a que el potencial condicione la respuesta, y la adición de N por encima de lo requerido no determina incrementos de rendimiento, pudiendo elevar el contenido de N en grano (Hoffman y Ernst, 1995).

A diferencia de lo discutido anteriormente para siembra y Z 2.2, el mejor indicador reportado a Z 3.0, para trigo y cebada es la concentración de N total en planta (%N). Resultados en este sentido han sido reportados por Baethgen-Alley 1989, Roth *et al.* 1989, Vaughan *et al.* 1990, Baethgen 1992, García 1993, Hoffman y Ernst, 1995, Perdomo *et al.* 1999, Hoffman-Perdomo-Ernst, 1999. Para estos autores el nivel crítico varió entre 38 a 41 g de N / kg. de MS, independiente de si el cultivo sembrado fue trigo o cebada. En este estadio, la elevada tasa de crecimiento del cultivo determina que el rango de N-NO₃⁻ disponible en suelo sea estrecho, imposibilitando que exista un buen ajuste entre la respuesta al agregado de N y la concentración de N-NO₃⁻ en suelo. Como ya fue expresado anteriormente, salvo en casos de agregados recientes de importantes cantidades de N (por ej. en Z 2.2) o de situaciones especiales de suelo, en general es esperable que el N mineral en el suelo se reduzca en la medida que avanza el ciclo del cultivo (Perdomo *et al.* 1999).

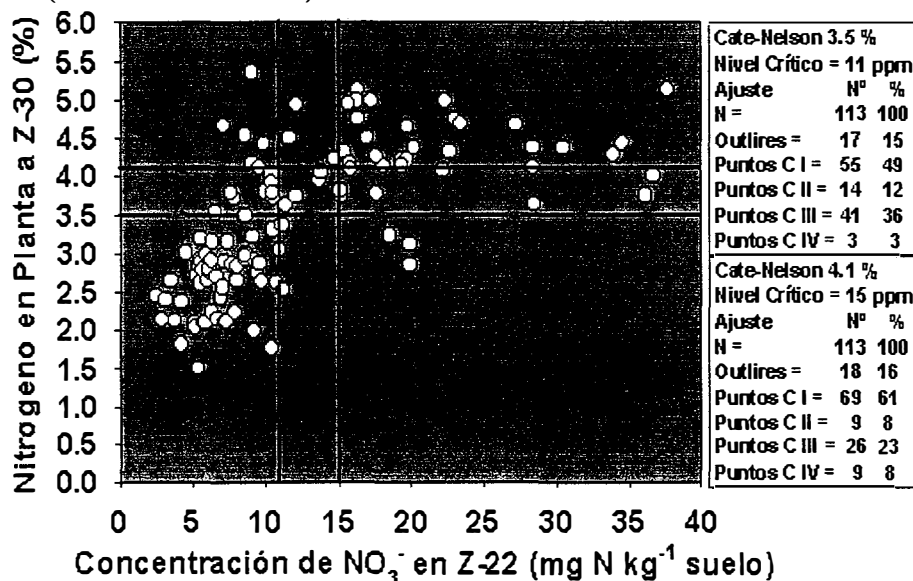


Figura 3.- Relación entre la concentración de NO₃⁻ en suelo a Z 2.2 y la concentración de N en planta a Z 3.0 para los testigos sin N (Red Manejo de N en Cebada 1995-1998)

En la figura 3 podemos observar que aquellas situaciones que a Z 2.2 mostraban un contenido alto de N-NO₃⁻ en suelo (> 15ppm) lograron mantener una concentración de N en planta por encima del nivel crítico a Z 3.0. Como puede observarse, frente a valores muy bajos de N-NO₃⁻ en suelo existe una dispersión muy importante en el estado nutricional del cultivo a Z 3.0. En este sentido Hoffman y Ernst, (1995), reportan para cebada variaciones de N en planta a Z 3.0 desde 2.5 a 5.5 %, cuando el contenido de N-NO₃⁻ varió de 3 a 7 ppm en los primeros 20 cm del suelo.

En algunos años el ajuste de N a siembra y a Z 2.2, no asegura que no existan deficiencias a Z 3.0. Hoffman, Perdomo y Ernst (1999), encontraron que más del 70% de los experimentos en trigo de ese año (25 sitios), con ajuste a siembra y Z 2.2, respondieron al agregado de N a Z 3.0. Durán y Cha (sin publicar), trabajando también en trigo en un año con déficit hídrico severo durante el período de encañado (1999), encontraron que el 50% de los sitios respondieron al N en Z 3.0. Resultados de ensayos de dos años en trigo de Perdomo y Bordoli, (1999), en cambio, no mostraron ventajas de fertilizar a Z 3.0 además de hacerlo en Z 2.2, y concluyeron que para estos ensayos los dos momentos se comportaron como intercambiables.

Baethgen (1992), desarrolló un modelo para el ajuste de N a Z 3.0 en Cebada cervecera. El mismo supone que el N no es limitante a la siembra, lo que según este autor se logra en el 67 % de los casos agregando 30 kg. /ha de N en este estadio. 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.

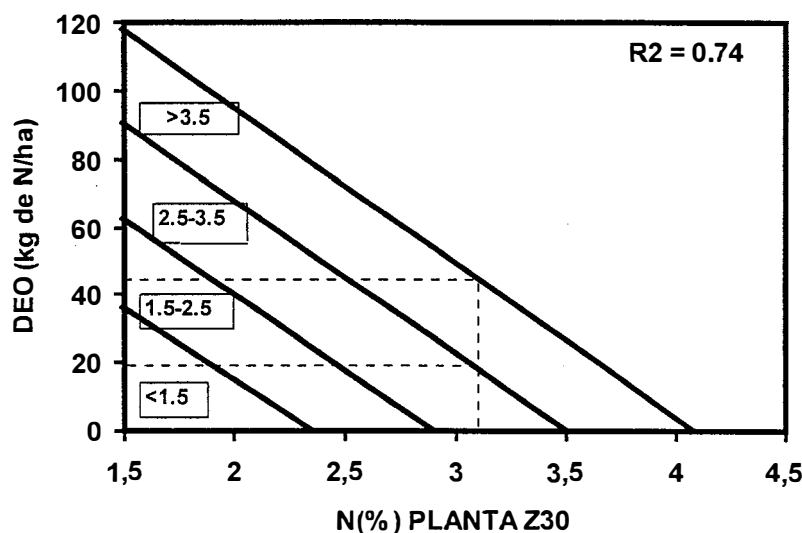


Figura 4.- Dosis de N recomendada para el cultivo de Cebada cervecera, según el N en planta y el rendimiento potencial a Z 3.0 (Baethgen 1992).

En forma independientemente del potencial a concretar, por encima de 41 g de N/ kg. no se espera respuesta al agregado de N. 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.

Minimizar los riesgos de afectar el contenido de N en grano depende de considerar algunos aspectos claves en el manejo del N en este estadio. Un importante factor a considerar es la exactitud en el momento 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 pasen 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. Esto se debe a que en ellas es mayor la probabilidad de encontrar deficiencias en Z 3.0. 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, en la medida que para estas situaciones, por el menor potencial y el escaso tiempo que media entre ambos estadios, es poco probable que presenten respuesta al agregado de N.

Los trabajos realizados por Hoffman y Ernst, (1995) y Benítez y Lecuona, (1996) en Cebada y por Hoffman, Perdomo y Ernst, (1999) en trigo, mostraron un ajuste preciso de este modelo para detectar las situaciones de respuesta, que no responden y en las que no habría que adicionar N.

El correcto manejo del barbecho (Ernst y Siri, 2000), y el ajuste del N a siembra y Z 2.2, debería permitir, que el cultivo no presente deficiencias a Z 3.0. El muestreo de planta en este estadio entonces, debería proporcionar la información para detectar las situaciones en las que se espera que el suelo aporte el N demandado durante el encañado(figura 6). Benítez y Lecuona, (1996), compran aplicar una dosis fija de N a Z 3.0 (35 kg. de N/ha)(figura 5).

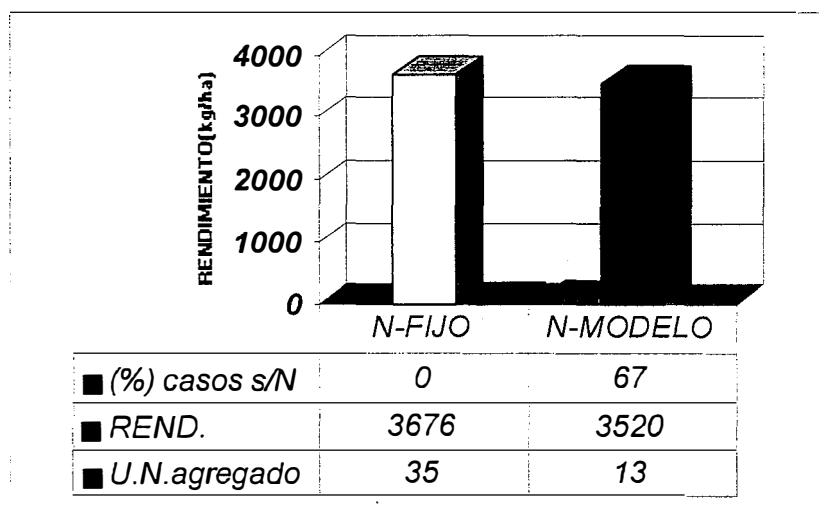


Figura 5.- Respuesta al agregado de N en Z 3.0 en Cebada Cervera sembrada sin laboreo. Benítez-Lecuona (1996).

Independientemente del N usado en estadios anteriores, frente al agregado de N utilizando el modelo propuesto por Baethgen (1992). Manejar el modelo en relación a utilizar una misma cantidad de N, no determinó reducciones en el rendimiento medio. Esto permitió un ahorro significativo en N, ya que en la mayoría de las situaciones no se detectaron deficiencias de este nutriente. A su vez la cantidad promedio fue sustantivamente menor comparada con la dosis fija, para los sitios con respuesta.

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, (1992), es baja.

El nivel de proteína está en primer lugar determinado por el efecto año y las condiciones de producción. 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).

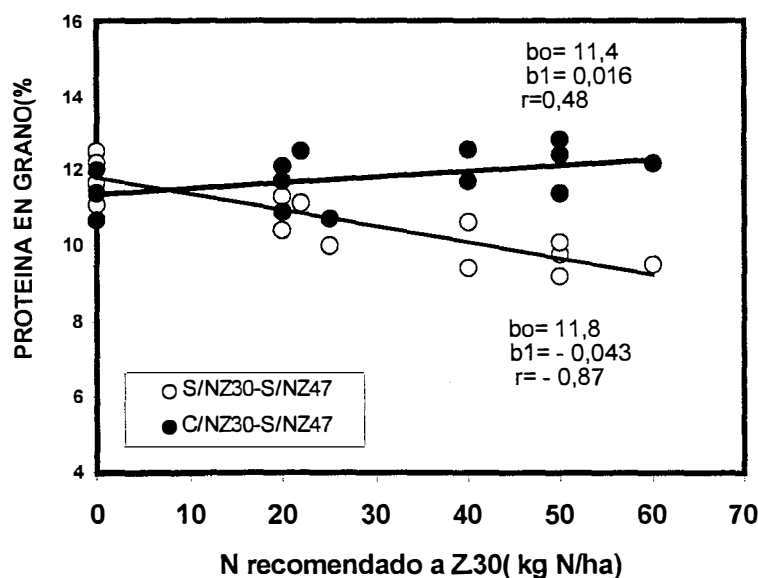


Figura 6.- Concentración de proteína en el grano de trigo, para los tratamientos con y sin agregado de N a Z 3.0 en función del modelo de Baethgen, (1992). (Hoffman-Perdomo-Ernst 1999).

Similares resultados son reportados por Hoffman y Ernst, (1995), para Cebada Cervecera. Durán y Cha (sin publicar) en trigo, no observaron incrementos de N en grano por encima de los testigos sin N a Z 3.0, por adicionar N en este estadio. Estos resultados confirman lo afirmado anteriormente para el potencial de producción, “el agregado de N permite concretar y no aumentar los niveles de proteína en grano”.

Cuando el N agregado está por encima de los requerimientos, el rendimiento no cambia y una muy baja o nula proporción del excedente se acumula en el grano (Perdomo y Bordoli, 1999, Bordoli, 2000, Durán-Cha s/p) (figura 7).

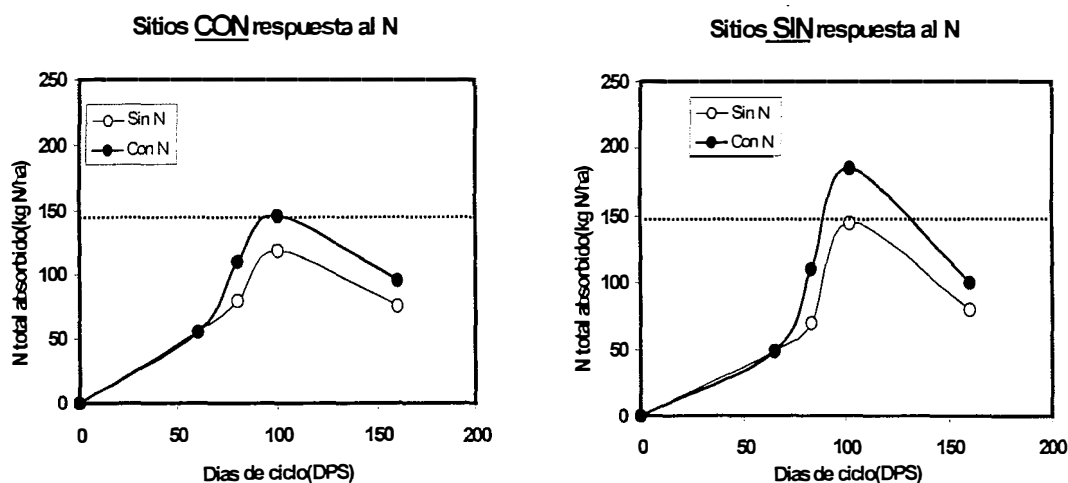


Figura 7. Absorción de N en el ciclo del cultivo de trigo, en función del N a Z 3.0, para el promedio de los sitios con y sin respuesta al agregado en este estadio (Tomado de Durán y Cha, s/p).

Para las situaciones de no respuesta a Z 3.0, el testigo sin N 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. Esto explica en parte la baja eficiencia encontrada por los trabajos realizados por la Facultad de Agronomía, para lograr incrementar la proteína en grano agregando N en situaciones de suficiencia (Hoffman, Perdomo, Ernst, 1999, Bordoli, 2000).

Algunas consideraciones finales.

La propuesta de manejo del N para cultivos de invierno, considera que el ajuste a siembra, Z 2.2 y Z 3.0 debe manejarse en forma conjunta. Los niveles críticos, así como el agregado propuesto a la siembra supone la evaluación de la situación nitrogenada del cultivo a Z 2.2. Lo mismo se aplica para Z 2.2 en relación a Z 3.0.

Los modelos de N presentados para los tres momentos ofrecen seguridad particularmente en aquellas situaciones del cultivo en que se estima que la probabilidad de respuesta al agregado es baja. Por esto debe evitarse el agregado de cantidades de N por encima de las necesidades estimadas por estos modelos.

El correcto muestreo de las situaciones en cada uno de los momentos planteados, condiciona todo el modelo de manejo de N propuesto. La representatividad de los distintos indicadores, no sólo depende de la calidad del muestreo, sino también de que el cultivo esté realmente en los estadios que se quieren muestrear.

PUBLICACIONES RELACIONADAS A LA PROBLEMÁTICA
DEL NITROGENO

1. **Baethgen, W. 1992.** Fertilización nitrogenada de cebada cervecera en el litoral oeste del Uruguay. INIA La Estanzuela. Serie Técnica N° 24.
2. **Benítez A. y 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. 90p.
3. **Bentancur, O. y Calero, A. 1990.** Manejo del aporte de N-NO₃ en el suelo para el cultivo de trigo. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Montevideo.
4. **Bordoli M, Quinke A, y Marchesi A. 2000.** Fertilización de Trigo en Siembra Directa. In: 7ª jornada nacional de siembra directa. AUSID. Resumen de trabajos. pp 26-35.
5. **Bordoli M, Quinke A, y Marchesi A. 2000.** Fertilización de Trigo en Siembra Directa. In: 8ª jornada nacional de siembra directa. AUSID. Resumen de trabajos. pp 14-29.
6. **Capurro E., Baethgen W., Trujillo A, y Bozzano A., 1982.** Rendimientos y respuesta a NPK de cebada cervecera. Miscelánea 43, CIAAB, La Estanzuela. 21p.
7. **Casanova, O. 1988.** Uso eficiente de nitrógeno en trigo. Revista del Plan Agropecuario Año XVI. N° 44: 19-21.
8. **Castro A., 1997.** Fertilización. In: Cebada. Cátedra de cereales y cultivos industriales. Facultad de Agronomía. Montevideo. Uruguay. Repartido 437.
9. **Ernst O, Siri G, Bologna J, y Rincón F. 1998.** Nitrato de amonio y Urea como fuentes de Nitrógeno en cultivos de invierno. EEMAC. Facultad de Agronomía. Revista Cangüé No. 12. 19-21p.
10. **Ernst O. 1999.** Siembra sin laboreo de cultivos de invierno...¿y la época de arada?. EEMAC. Facultad de Agronomía. Revista Cangüé No. 15. 20-23p.

11. **Ernst O. 2000.** Siembra Sin Laboreo. Manejo del período de barbecho. EEMAC. Facultad de Agronomía. Revista Cangüé No. 20. 19-25 p
12. **Ernst O. 2000.** Siembra sin laboreo: Importancia del manejo del barbecho. In: 8ª jornada nacional de siembra directa. AUSID. Resumen de trabajos. pp 35-41.
13. **Ernst O. y Hoffman E. 1995.** Refertilización en cebada cervecera. In: VI Reunión nacional de investigadores de cebada. Montevideo. Uruguay.
14. **Ernst, O y Hoffman, E. 1995.** Efecto de las prácticas de manejo sobre el rendimiento y calidad de cebada cervecera. In: VI reunión nacional de investigadores de cebada. Montevideo.
15. **Ernst, O.; Balmelli, D.; Bentancur, O.; Calero, A.; Dellazopa, R.; Rivoir, R. y Rodríguez, D. 1992.** Sistemas de laboreo para trigo. Serie Documentos N° 2. Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni". Facultad de Agronomía.
16. **García A. 2000.** Manejo del nitrógeno y otros nutrientes para mantener o aumentar la proteína del grano en trigo pan. In: Jornada de cultivos de invierno. Serie actividades de difusión N° 219. INIA E.E.L.A.
17. **Garín, E.; Guigou, M.; Klassen, E. 1991.** Efecto del exceso hídrico en trigo bajo laboreo convencional, laboreo vertical y siembra directa. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Montevideo. Uruguay.
18. **Guido y Ieudikow. 1989.** Alternativas técnicas para la producción de trigo. Relevamiento.. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Montevideo. Uruguay. Oudri, N, et al, 1976. Guía para fertilización de cultivos, CIAAB, D.S.P, M.A.P.
19. **Hoffman E, Ernst O y 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: Resúmenes de la Primer Jornada sobre Rendimiento y Calidad de Trigo. Mesa Nacional de Trigo. Mercedes. pp 19-27.
20. **Hoffman E, Ernst O y Siri G. 1997.** Cultivos de invierno: Variables de manejo a considerar frente a una coyuntura desfavorable. EEMAC. Facultad de Agronomía. Revista Cangüé No. 9. 26-28p.

21. **Hoffman E, Perdomo C y Ernst O. 1997.** Fertilización nitrogenada en cultivos de invierno. EEMAC. Facultad de Agronomía. Revista Cangüé No. 10. 33-36p.
22. **Hoffman E., Ernst O., Brassetti D., Siri G. y Espasandín A., 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 Cervequera. Minas, junio de 1993. Mesa Nacional de la Cebada. p 124-133.
23. **Hoffman E., Ernst O. 1996.** Refertilización en cebada cervecera.. EEMAC. Facultad de Agronomía Revista Cangüé No. 6. 15 p.
24. **Hoffman E.; Borghi E.; Perdomo C.; Pons C. 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 Reunião Anual de Pesquisa de Cebada. Guarapuava. Paraná. Brasil.
25. **Luizzi y Torres, 1982.** Fertilización en cultivo de trigo. In: Trigo. Tomo 2. Facultad de Agronomía. Uruguay.
26. **Morón A.; Sawchik J.; 1999.** Potencial de Mineralización de Nitrógeno en Suelos del Area Agrícola para Cebada Cervequera, III Congreso Latinoamericano de Cebada, Colonia, Uruguay.
27. **Öudri, N. et al. 1976.** Guía para fertilización de cultivos, CIAAB, D.S.P, M.A.P.
28. **Pastorini M, Hoffman E, y Bentacur O. 2000.** Efecto de la localización del nitrógeno en cebada. EEMAC. Facultad de Agronomía. Revista Cangüé No. 18. 11-13p.
29. **Perdomo C.; Hoffman E.; Pastorini M.; Pons C. 1999.** Indicadores de Manejo de la Fertilización Nitrogenada en Cebada Cervequera; XIX Reunião Anual de Pesquisa de Cevada; Passo Fundo, Brasil..
30. **Perdomo C.; Hoffman E.; Pons C.; Pastorini M. 1999.** Relación entre la concentración de NO₃⁻ del suelo en siembra y Z-22 y la respuesta al N en Cebada Cervequera; III Congreso Latinoamericano de Cebada, Colonia, Uruguay.

31. **Perdomo C.; Hoffman E.; Pons C.; Pastorini M. 1999.** Soil Nitrate Critical Levels and Nitrogen Requirements for Malting Barley in Uruguay; ASA, CSSA, SSSA Annual Meetings; Salt Lake City, Utah, USA.
32. **Perdomo, C.; Hoffman, E.; Pastorini, M.; Pons, C. 1999.** Fertilización nitrogenada en el cultivo de cebada cervecera. *In: VIII Jornadas de Investigación en Cebada Cervequera. Mesa Nacional de Entidades Maltera. Minas. (en prensa).*
33. **Perdomo, C. 1997.** Fertilización N en cultivos de invierno. *In: Manejo de la fertilidad en producciones extensivas (Cereales y pasturas). Facultad de Agronomía. Universidad de la República.*
34. **Perdomo, C. y Ciganda, V. 1998.** Evaluación del test de NO_3^- en suelo de primavera tardía para las condiciones de producción de maíz en Uruguay. Póster presentado en el Congreso Fertbios. Caxambu, Brasil, 1998. Resumen en p.340.
35. **Perdomo, C.; Hoffman, E.; Pastorini, M. y Pons, C. 1999.** Fertilización en Cebada Cervequera. *In: www.fagro.edu.uy/eemac/web/investig.html.*
36. **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.*
37. **Viega L.; Kemanian A.; González S.; Olivo N.; Meroni G. 2001.** Factores que afectan el número de granos por espiga en cebada cervecera. *In: XXI Reunião Anual de Pesquisa de Cebada. Guarapuava. Paraná. Brasil.*