

Respuesta de la cebada cervecera a la aplicación de N *

M. Rosa Landriscini, Liliana G. Suñer, M. Aurora Lázzari y Analía Rausch
Departamento de Agronomía, UNS. San Andrés 700. 8000 Bahía Blanca, Argentina.
mlandris@criba.edu.ar

La difusión de la cebada cervecera (CC) *Hordeum vulgare* L. en nuestro país, es una alternativa válida para lograr diversificar la producción. Sin embargo, ello dependerá de la posibilidad de obtener altos rendimientos de grano de buena calidad maltera, esto es adecuado tenor proteico (menor de 12% de proteína). En una publicación anterior (Echagüe et al., 2001), se destacó la importancia de la fertilización nitrogenada para lograr este objetivo. En esa experiencia se evaluaron los efectos de diferentes dosis de nitrógeno (N) como urea sobre el rendimiento y la proteína del grano de cebada, cultivar Quilmes Palomar. Dichos resultados se refirieron a los ciclos agrícolas 1999 y 2000.

En el presente trabajo, que es continuación del anterior, el objetivo fue generar modelos de respuesta al rendimiento y concentración de proteínas de los granos de cebada y relacionar estas variables con el nitrógeno disponible en el suelo al momento de la siembra. Se utilizó el mismo diseño experimental pero sólo se incluyeron, en los modelos, los tratamientos con dosis de N aplicadas a la emergencia del cultivo (0-120 kg N ha⁻¹). En todos los sitios se utilizó el cultivar *Quilmes Palomar* y los lugares seleccionados fueron:

1999: Bordenave, San Mayol, Coronel Suárez y Alberti.

2000: Bordenave, Puán, M. Cascallares y Alberti

2001: Bordenave, San Miguel, Criadero y Maltería Quilmes, Campo La Constancia y La Dulce.

En la Figura 1 se muestran las precipitaciones acumuladas durante los ciclos agrícolas de la CC (un mes previo a la siembra y hasta madurez fisiológica).

* Publicado en Informaciones Agronómicas del Cono Sur, N°22, Junio 2004

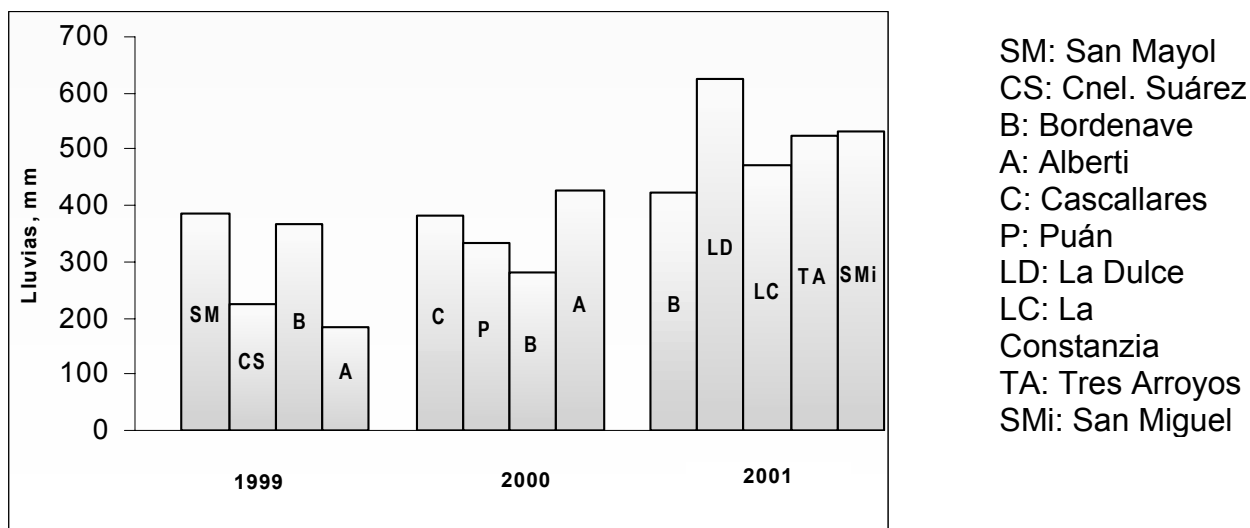


Figura 1. Lluvia acumulada durante el ciclo de la CC en cada sitio experimental, durante los años 1999, 2000 y 2001.

Se probaron diferentes modelos de regresión, de todos éstos el que mostró el mejor ajuste de los resultados ($P < 0,05$) fue el que correspondió a una ecuación cuadrática (Colwell *et al.*, 1988; Loewy y Ron, 1995) para la evaluación de los parámetros de rendimiento y calidad.

Rendimiento de Granos

Se analizaron los resultados obtenidos para cada año individualmente y se seleccionaron, para el análisis, aquellos sitios donde se observó respuesta positiva a la aplicación de N.

Año 1999. En las localidades de San Mayol y Bordenave, la aplicación de N incrementó significativamente ($P < 0,05$) los rendimientos de granos (Figura 2). Las dosis para obtener un máximo rendimiento (DMR), calculadas a partir de la ecuación de regresión, fueron 102 y 92 kg N ha⁻¹ respectivamente. En Cnel. Suárez, la aplicación de dosis crecientes de N no explicó la variación de los rendimientos.

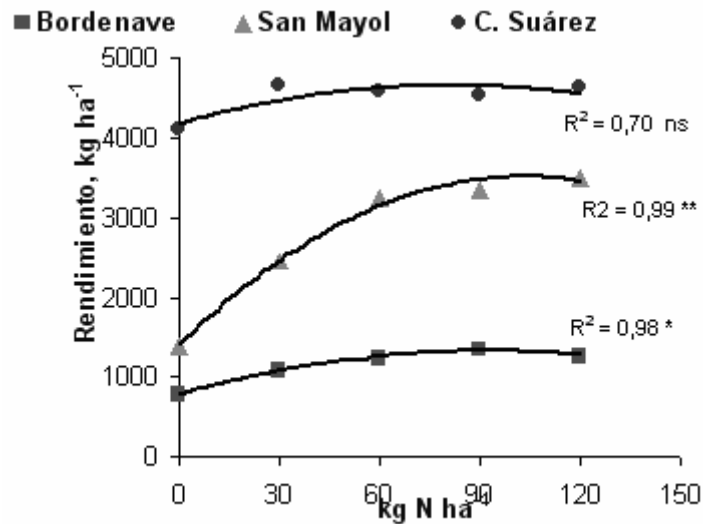


Figura 2. Rendimientos de CC con aplicación de diferentes dosis de N, año 1999.

Año 2000. En Bordenave y Cascallares (Figura 3) se obtuvieron respuestas significativas ($P < 0,05$) a las dosis crecientes de N. Las DMR calculadas fueron 111 y 81,5 kg N ha⁻¹, respectivamente. En Alberti y Puán otros factores, ya sean edáficos o climáticos, no permiten asegurar que el aumento de los rendimientos se deba a las aplicaciones de N.

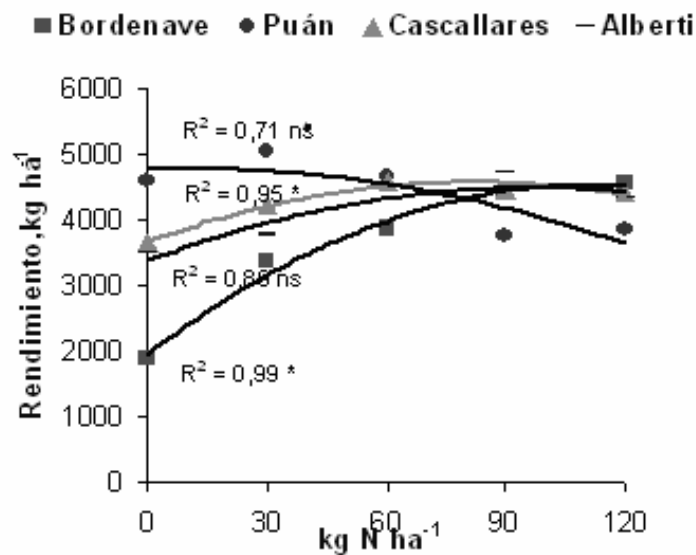


Figura 3: Rendimiento de CC con aplicación de diferentes dosis de N, año 2000.

Año 2001. Como se observa en la Figura 4, en San Miguel existió respuesta significativa y la DMR fue 103 kg N ha⁻¹. En Tres Arroyos, no hubo respuesta a la fertilización debido a que la parcela sin fertilizar presentó un valor de rendimiento

más alto que las fertilizadas. En La Dulce tampoco hubo respuesta a la fertilización. En los sitios de Bordenave y La Constancia, si bien las curvas mostraron respuesta a la fertilización, no puede asegurarse que la variación de los rendimientos se deba a la aplicación de dosis crecientes de N.

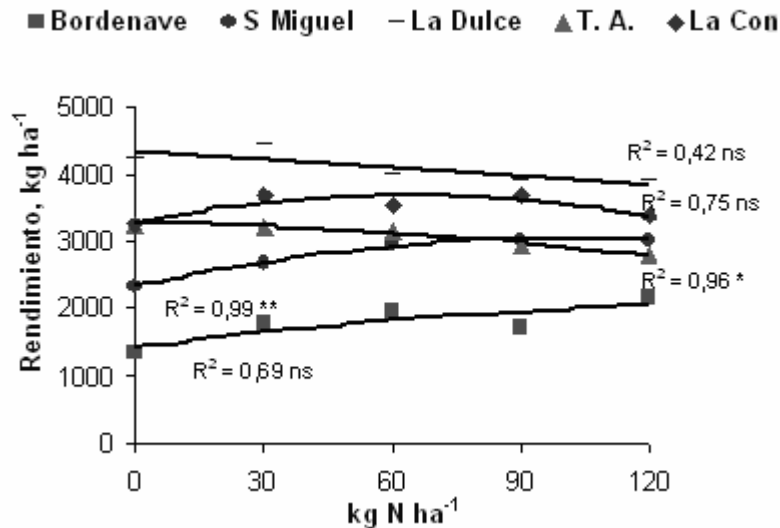


Figura 4: Rendimiento de CC con aplicación de diferentes dosis de N, año 2001.

Cuando se analizaron todos los sitios de estudio en forma conjunta, surgió que para el año 1999, el modelo utilizado explicó, en promedio, un 92% de los resultados, pero la falta de significación estadística del mismo no permitió aseverar que las dosis de N fueran las responsables de la variación de los rendimientos. La variabilidad de las precipitaciones (Figura 1) entre sitios y la escasez de las mismas en la etapa de llenado de granos, influyó sensiblemente en el comportamiento del cultivo.

El año 2000 fue más estable desde el punto de vista climático y en cada sitio se observaron precipitaciones acordes con su zona agroecológica. El modelo de regresión cuadrática utilizado en el análisis conjunto explicó, en promedio y significativamente un 98% de la variación de los rendimientos. En el año 2001, con precipitaciones que superaron ampliamente las medias históricas, el modelo de regresión no explicó el comportamiento del cultivo. Salvo en algunos sitios ya mencionados, los rendimientos de las parcelas testigo superaron a las fertilizadas. Cabe destacar que cuando se utilizaron dosis elevadas de N, el cultivo sufrió importantes pérdidas por vuelco.

Efecto del N del suelo y del N del fertilizante

Para analizar el efecto del N disponible para el cultivo ($N-NO_3^-$ a la siembra y N del fertilizante), sobre el rendimiento de la CC, se usó la variable rendimiento relativo (%Y) para cada tratamiento dentro cada sitio estudiado, calculada de la siguiente forma: $\%Y = Y/Y_{max} \cdot 100$

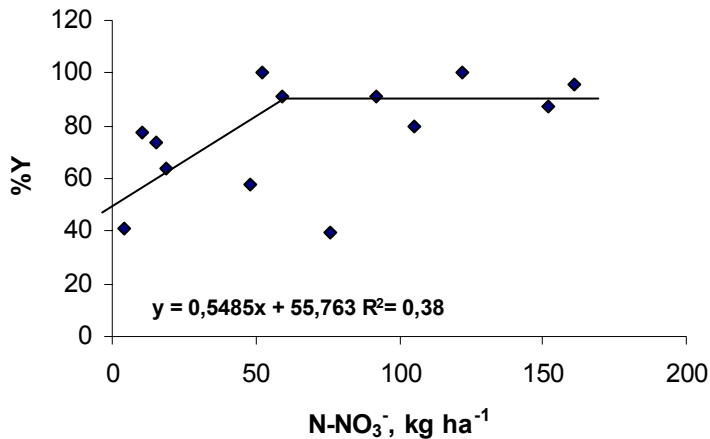


Figura 5. Relación entre el rendimiento relativo de la CC y el N disponible a la siembra en las parcelas control.

En la Figura 5 se observa la relación entre el rendimiento relativo de los tratamientos control (0N) de cada sitio y la concentración de $N-NO_3^-$ del suelo, previo a la siembra, a la profundidad de 0-60 cm del perfil. Se ajustó un modelo lineal y meseta, obteniéndose la ecuación: $\%Y = 0,5485 N-NO_3^- + 55,763$, si los valores de $N-NO_3^-$ se sitúan entre 0 y 55 $kg\ ha^{-1}$; cuando los valores de $N-NO_3^-$ a la siembra fueron mayores de 55 $kg\ ha^{-1}$, el rendimiento relativo se mantuvo constante en valores cercanos al 91%.

De forma similar, cuando se analizó la relación entre el %Y y el N disponible a la siembra ($N-NO_3^-$ del suelo a la siembra + N del fertilizante) de todos los tratamientos (Figura 6), nuevamente el modelo ajustado fue lineal y meseta. La ecuación obtenida mostró que valores de N disponible cercanos a 90 $kg\ ha^{-1}$, dieron los máximos rendimientos relativos. Por lo tanto, el conocimiento del $N-NO_3^-$ hasta 60 cm de profundidad podría usarse para predecir la amplitud de la respuesta al fertilizante nitrogenado y ubicar los posibles sitios aptos para el cultivo de la CC.

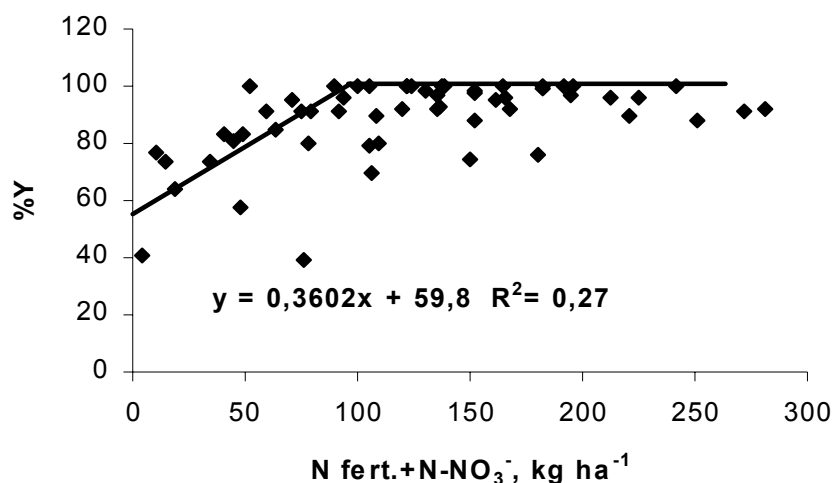


Figura 6. Relación entre el rendimiento relativo de la CC y el N disponible a la siembra, en tratamientos control y fertilizados.

Proteína

Año 1999. En San Mayol, con 34 kg N ha⁻¹ se alcanzó el mínimo de 10% de proteína requerido para el malteo. En Cnel. Suárez, el testigo también alcanzó ese valor, pero superó el 12% a partir de la aplicación de 40 kg N. En Alberti y Bordenave la proteína de las plantas control sobrepasó el máximo. El modelo cuadrático explicó más del 97% la variación del porcentaje de proteína debido a la aplicación de dosis crecientes de N (Figura 7).

Año 2000. Para alcanzar el mínimo de 10% de proteína, en Puán fue suficiente fertilizar con una dosis de 30,5 kg N ha⁻¹. Dosis mayores de 70 kg N ha⁻¹ superaron el rango de proteínas adecuado. En Bordenave, se alcanzó el mínimo sólo con altas dosis de N, usualmente no aplicadas. En Alberti, el testigo produjo granos dentro del rango, pero a partir de 16 kg N ha⁻¹ se superó el valor máximo aceptado para el malteo. Salvo en Bordenave, donde la regresión fue no significativa, en las restantes localidades la ecuación de regresión usada explicó la variación del porcentaje de proteína (Figura 8).

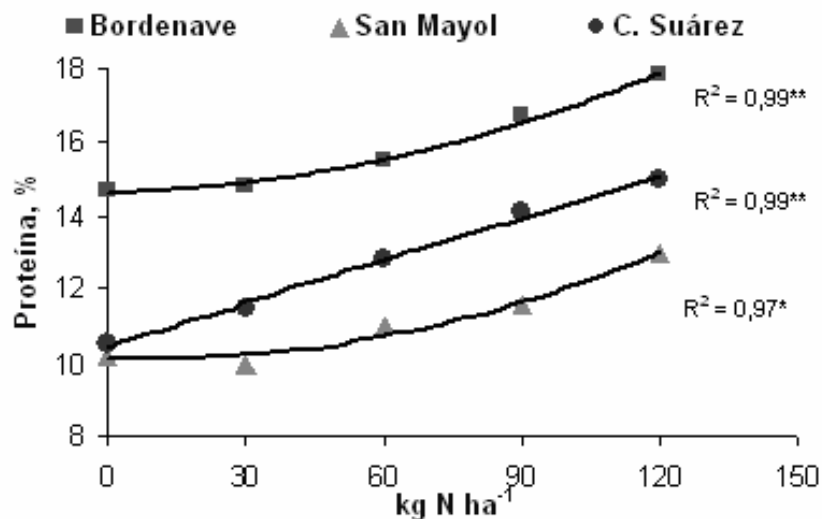


Figura 7: Relación entre las dosis de N y el porcentaje de proteína en CC, año 1999.

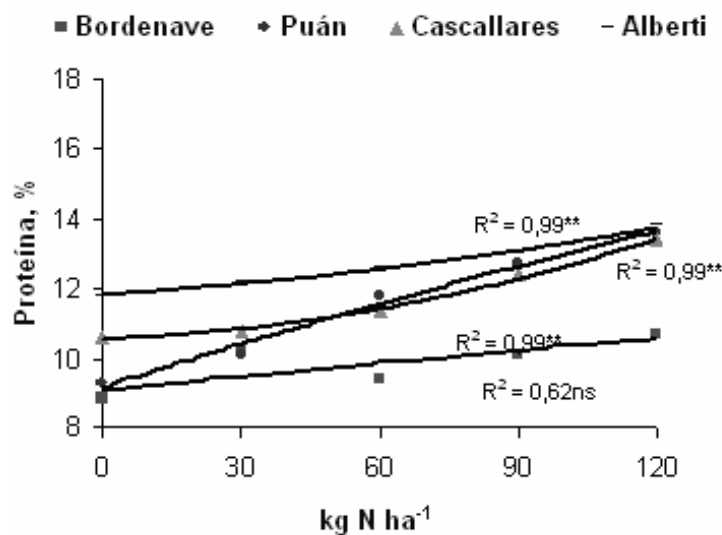


Figura 8: Relación entre las dosis de N y el porcentaje de proteína en CC, año 2000.

Año 2001. Este año, con precipitaciones superiores a las históricas, todos los sitios en estudio alcanzaron el mínimo requerido por las malterías, sin la aplicación de nitrógeno. En La Constancia y La Dulce, el testigo superó el rango, coincidiendo con la falta de respuesta en los rendimientos. En Tres Arroyos, con 28 kg N ha⁻¹ se superó el máximo de 12% (Figura 9).

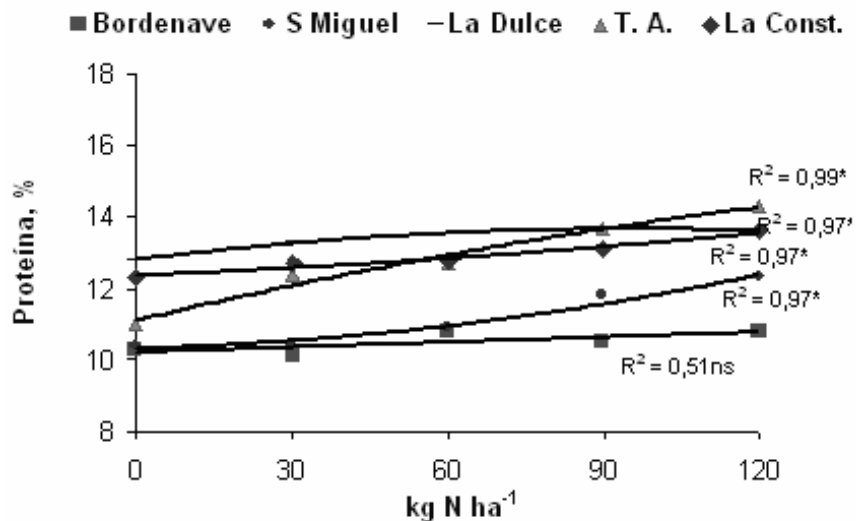


Figura 9. Relación entre las dosis de N y el porcentaje de proteína en CC, año 2001.

Haciendo un análisis de los resultados obtenidos en todos los tratamientos de los sitios experimentales, se observó que el porcentaje de proteína de la mayoría de los testigos, se ubicó dentro del rango aceptado para maltería (10-12%) y con rendimientos relativos no mayores del 80%. Estos datos coinciden con los obtenidos por otros autores (Birch et al., 1997). Con la aplicación de N, se alcanzaron valores del 100% de %Y, pero en muchos casos superaron el 12% de proteína (Figura 10).

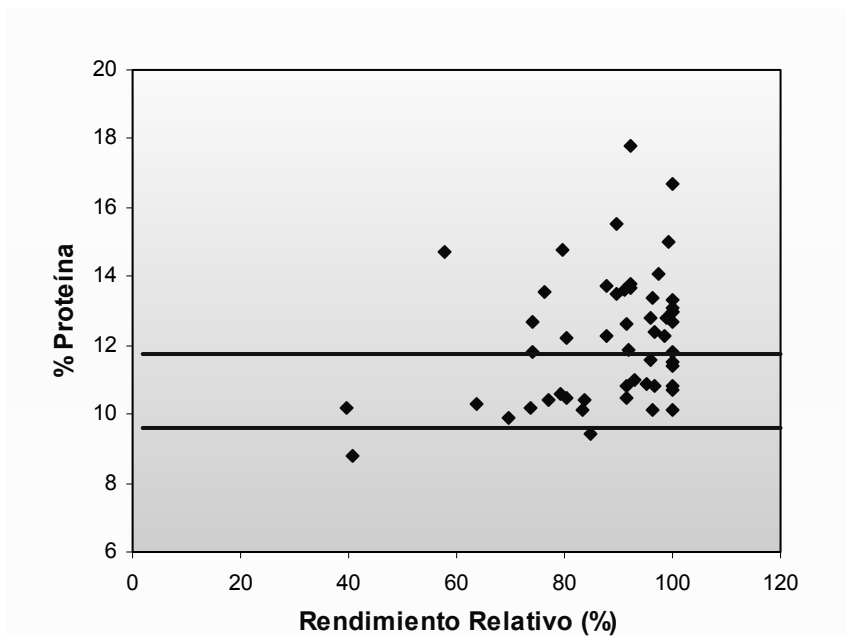


Figura 10. Relación entre el rendimiento relativo y la concentración de proteína del grano de CC, obtenida en 13 experimentos en la provincia de Bs.As. Cultivar Quilmes Palomar.

La variabilidad interanual del clima, además de las diferencias en la dinámica del N de los suelos estudiados, serían las causas principales del comportamiento heterogéneo en la respuesta al rendimiento y proteína de los granos de CC. Esto demuestra la imposibilidad de obtener, hasta el momento, conclusiones que puedan aplicarse a todas las zonas cultivadas con CC. Una alternativa a explorar es el uso de variedades de buena respuesta a N en rendimiento, sin un aumento significativo en la concentración de proteína.

Referencias

- Birch C.J., Fukai S. y Broad I.J. 1997. Estimation of responses of yield and grain protein concentration of malting barley to nitrogen fertiliser using plant nitrogen uptake. *Aust. J. Agric. Res.*, 48, 635-48.
- Colwell J.D., Suhet A.R. y van Raij B. 1988. Statistical procedures for developing general soil fertility models for variable regions. CSIRO Division of Soils. Division Report N° 93. Australia.
- Echagüe M., Landriscini M.R., Venanzi S. y Lázzari A. 2001. Fertilización nitrogenada en cebada cervecera. *INPOFOS del Cono Sur* N° 10: 5-8.
- Loewy T. y Ron María M. 1995. Nitrogen fertilization recommendations for wheat in southwestern Buenos Aires, Argentina. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 26: 2041-2049.