

## **Fertilización Fosforada de Cebada Cervecera en la Región Pampeana**

*Autores: Pablo Prystupa y Raúl S. Lavado  
Cátedra de Fertilidad y Fertilizantes, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires  
Av. San Martín 4453, (1417) Buenos Aires, Argentina*

La producción de cebada cervecera de nuestro país ha crecido notablemente en los últimos años. A mediados de la década del 80, la producción oscilaba entre 100.000 y 200.000 toneladas por año mientras que en la última cosecha se superaron las 800.000 toneladas. Sin embargo, aún con estos incrementos la producción de cebada sigue siendo una pequeña proporción de la producción total de la cosecha fina. Consecuentemente, la información técnica disponible para el cultivo de cebada es mucho más acotada que la que se dispone para el trigo.

El crecimiento de la producción de cebada en los últimos veinte años estuvo acompañado por una ampliación de la distribución geográfica: además de la zona tradicional de cultivo del sudoeste de la provincia de Buenos Aires (Partidos de Puán, Adolfo Alsina, Saavedra, etc.) se incrementaron la superficie sembrada en el sur (Tres Arroyos, Dorrego) y centro-oeste de la provincia de Buenos Aires (Bragado, Lincoln, Trenque Lauquen, etc.). En gran parte del área de distribución actual de este cultivo existen deficiencias de fósforo determinados por el material original o la extracción ocasionada por la actividad agrícola (García, 2001). Sin embargo, la información disponible para realizar un diagnóstico de esta deficiencia y recomendar racionalmente una fertilización fosforada en cebada cervecera es todavía muy escasa.

En la Argentina, la cebada es utilizada casi exclusivamente para la fabricación de malta. Para este uso, debe tener un bajo contenido de proteínas y un tamaño (calibre) de grano grande. Los estándares de comercialización vigentes incluyen a estas características. Por consiguiente, en la producción de este cereal cobra una importancia fundamental cumplir con el doble objetivo de obtener el máximo rendimiento posible y una calidad industrial aceptable. Al analizar los efectos de la fertilización fosforada se debe entonces tener en cuenta ambos aspectos.

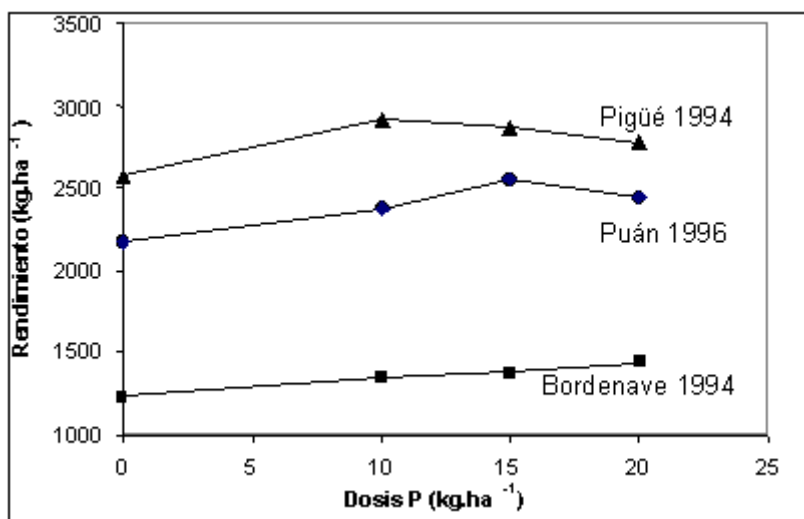
### **La fertilización fosforada y el rendimiento**

Todos los modelos para la fertilización fosforada del trigo y otros cereales que han sido desarrollados en la región pampeana emplean al fósforo extractable según el método de Bray y Kurtz como estimador de la disponibilidad de fósforo en el suelo. Es por ello que los estudios realizados en cebada también han empleado esta metodología. Los planes de investigación sobre este tema se han desarrollado en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, en el noreste de La Pampa y en el noroeste de Buenos Aires con distinto grado de profundidad.

*a) Sudoeste de la provincia de Buenos Aires*

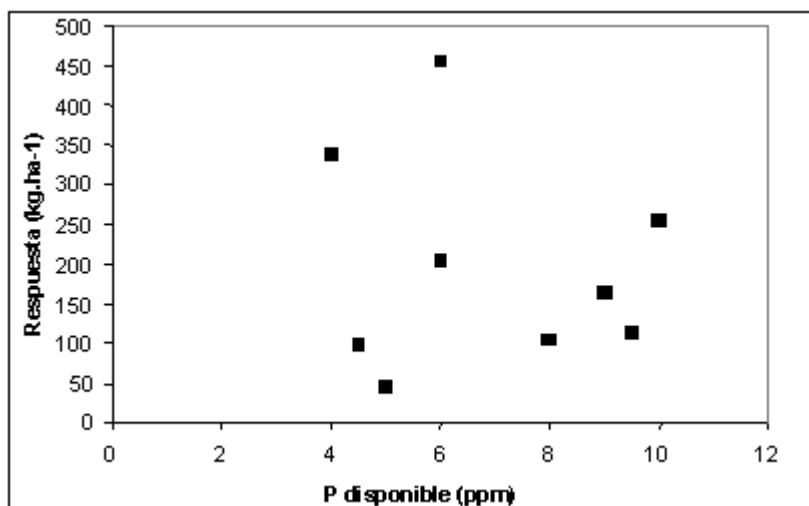
Entre los años 1993 y 1996 investigadores del INTA Bordenave y del Depto. de Agronomía de la U.N.S. condujeron una red de once ensayos estudiando los efectos de la fertilización fosforada y nitrogenada en los Partidos de Puán y Saavedra (Loewy y Ron, 1994; Ron y Loewy, 1996; Loewy y Ron, 2000; Ron y Loewy, 2000). Los niveles de fósforo disponible en los lotes empleados variaron entre 5 y 10 ppm. En siete ensayos, la fertilización fosforada determinó incrementos significativos en los rendimientos. En la Figura 1 se puede observar el incremento en el rendimiento a medida que aumenta la dosis de fertilizante aplicado en 3 ensayos de esta red.

Figura 1: Rendimiento de cebada cervecera en función de la dosis de fertilizante fosforado en tres ensayos realizados en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires. Datos obtenidos de Loewy y Ron (2000).



Se ajustaron ecuaciones para describir la respuesta a la fertilización fosforada. Es interesante destacar que las variables que explicaron la respuesta a la fertilización fosforada fueron el uso agrícola previo del lote y la textura y no el contenido de fósforo extractable del suelo o el contenido de materia orgánica. En la Figura 2 puede observarse que la respuesta del rendimiento a la fertilización fosforada no varía con el nivel de fósforo extractable a la siembra. Los autores propusieron que este hecho se debió al estrecho rango de valores de fósforo extractable observado en los lotes empleados. La falta de correlación entre la respuesta y el nivel de fósforo extractable también puede adjudicarse a los bajos niveles de fósforo explorados.

Figura 2: Respuesta a la fertilización fosforada (dosis de 10 u 11 kg de P.ha<sup>-1</sup>) en función del fósforo disponible a la siembra en nueve ensayos realizados en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires. Datos obtenidos de Loewy y Ron (2000).



En forma paralela a estos ensayos en cebada, se realizaron similares con trigo. Se observó que la respuesta a la fertilización fosforada de ambos cultivos coincidió. Por ello, estos autores sugieren emplear los modelos de fertilización fosforada existentes para trigo en el diagnóstico de los cultivos de cebada, mientras no se dispongan de herramientas más ajustadas.

*b) Noreste de la provincia de La Pampa*

Un grupo de investigadores del Depto. de Agronomía de la U.N.S. y del I.N.T.A. Anguil condujo una red de cuatro ensayos con el objetivo principal de evaluar la precisión del método Bray-Kurtz I para predecir el rendimiento del cultivo de cebada en condiciones de baja disponibilidad de este nutriente (Zalba *et. al.*, 2000). Los experimentos incluían tratamientos con y sin fosfato diamónico (PDA) combinados con tratamientos de fertilización sulfonitrogenada. Los valores de P extractable a la siembra eran bajos, entre 1.4 y 4.4 ppm. La respuesta al PDA varió entre el 5 y el 65%. En uno de los ensayos no hubo respuesta a la aplicación de PDA, a pesar de tener bajos valores de disponibilidad de P a la siembra (4,4 ppm de P). A partir de estimaciones del total de fósforo disponible a la siembra, los autores concluyeron que el método de Bray y Kurtz subestima el fósforo realmente disponible para el cultivo en esta zona

*c) Noroeste de la provincia de Buenos Aires*

En la Cátedra de Fertilidad y Fertilizantes de la Facultad de Agronomía (U.B.A.) se realizó un estudio exploratorio sobre las variables edáficas y de manejo que regularon el rendimiento de la cebada cervecera en los partidos de Junín, Gral. Arenales y Gral. Viamonte durante 1997 (Prystupa *et al.*, 2000). Se tomaron muestras de suelo de 62 lotes destinados a la producción de cebada. El contenido de P extractable a la siembra varió entre 6 y 24 ppm. Los productores condujeron los cultivos de acuerdo a su criterio, incluso decidieron la dosis y el fertilizante aplicado. Se realizó un análisis de regresión múltiple considerando como variables independiente: contenido de nitratos, de P extractable y de carbono del suelo a la siembra, el pH del suelo, las dosis de nitrógeno y de fósforo aplicadas y el antecesor soja. Las ecuaciones que mejor explican el rendimiento (seleccionado según el coeficiente Cp de Mallows) fueron:

$$\text{Rend. (kg/ha)} = -1519 + 7.47 \text{ FertN} + 226.65C + 596.8 \text{ pH} \quad (r^2 = 33.89\%)$$

$$\text{Rend. (kg/ha)} = -1524 + 5.31 \text{ FertN} + 246.59C + 582 \text{ pH} + 14.12 \text{ FertP} \quad (r^2 = 35.95\%)$$

Donde

FertN : dosis de N en los fertilizantes aplicados (kgN/ha)  
FertP : dosis de P en los fertilizantes aplicados (kgP/ha);  
pH: pH del suelo (1:2,5);  
C: carbono total en el suelo de 0 a 20 cm antes de la siembra.

La fertilización fosforada tuvo una importancia marginal y la disponibilidad inicial de fósforo del cultivo no fue seleccionada como una variable importante para describir el rendimiento. Teniendo en cuenta la amplia variabilidad en la disponibilidad inicial de fósforo explorada, es llamativo que no haya resultado una variable clave en la definición del rendimiento. Dado que los productores decidieron en cada caso la necesidad o no de fertilizar, pudo haber ocurrido que se haya aplicado fertilizante fosforado siempre que la disponibilidad inicial de fósforo fue baja. En tal caso, una posible explicación a la falta de asociación entre rendimientos y disponibilidad inicial sería que, como consecuencia de la fertilización fosforada, fueron pocos los casos de deficiencia de este nutriente en los cultivos estudiados.

#### *Situación general*

La información descrita en estos tres programas de investigación con distinto grado de avance dista mucho de proveer herramientas suficientes para la toma de decisiones adecuadas al momento de decidir la dosis para fertilizar con fósforo. Es interesante destacar que en algunos casos no se observaron respuesta a la fertilización fosforada con niveles iniciales de P extractable muy bajos (menor a 5 ppm). Puede ser que en este cultivo la medición por Bray y Kurtz I no represente fielmente la disponibilidad de fósforo del suelo tal como lo sugerido por Zalba *et al.* (2000).

No existiendo aún un método de diagnóstico específico para la cebada, la sugerencia de utilizar los métodos de diagnóstico empleados para trigo parece ser la mejor opción. Las respuestas concordantes de los ensayos realizados en trigo y cebada en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires (Loewy y Ron, 2000) dan un respaldo racional a este criterio.

Dada la gran importancia de obtener un cereal de buena calidad industrial en esta especie, se analiza a continuación la información disponible acerca del impacto de la fertilización fosforada sobre este aspecto.

#### **La fertilización fosforada y la calidad industrial**

El contenido proteico de los granos de cebada debe ser menor al 12%. Las partidas de cereal que superan este umbral suelen ser rechazadas y vendidas luego como forrajera con un precio muy inferior. Dentro del marco del plan de investigación realizado en sudoeste de la provincia de Buenos Aires, que ya fue descrito previamente, se presentaron las medidas de calidad correspondientes a tres ensayos realizados durante 1993 (Loewy y Ron, 1994). En dos ensayos la fertilización fosforada determinó disminuciones del contenido proteico de los granos. Particularmente las parcelas que recibieron fertilización nitrogenada sin fertilización fosforada fueron las que tendieron a tener los mayores valores de proteínas. El contenido proteico de los granos surge de la relación entre la cantidad de nitrógeno y la biomasa acumulada en los granos. La fertilización fosforada puede incrementar la biomasa de los granos sin afectar en forma marcada la cantidad de nitrógeno acumulado. Por consiguiente, siempre que haya respuesta del rendimiento a la fertilización fosforada puede haber disminuciones en el contenido proteico.

El tamaño de los granos de cebada debe ser grande. Esta característica se evalúa pasando muestras por tamices calibrados. La fracción que queda retenida sobre un tamiz de 2.5mm (Fracción I-II) debe ser mayor que 85% y la fracción que no queda retenida en un tamiz de 2.2mm (Fracción IV) debe ser menor que 5%. Las partidas que no cubren estos requisitos deben ser zarandeadas en la planta de

silo y por lo que sufren importantes descuentos en el precio. En el relevamiento de campos de productores realizado en el noroeste de la provincia de Buenos Aires descripto previamente se lograron detectar los factores relacionados a la Fracción IV (Prystupa *et al.*, 2000). La ecuación que mejor la explicó fue:

$$\text{Fracción IV (\%)} = -2.06 + 0.047 \text{ FertN} + 0.212 \text{ FertP} + 0.157 \text{ Pe} + 2.677 \text{ S} \quad (r^2 = 58.8\%)$$

donde

FertN : dosis de N en los fertilizantes aplicados (kgN/ha)  
FertP : dosis de P en los fertilizantes aplicados (kgP/ha)  
Pe: concentración de P extractable en el suelo de 0 a 20 cm antes de la siembra;  
S: variable "dummy" indicando antecesor soja (1) u otro antecesor (0)

La alta disponibilidad de fósforo, ya sea inicial o por la fertilización, determinó un incremento de la fracción de granos más pequeños. Esto podría deberse a que una mayor disponibilidad de fósforo haya determinado un mayor macollaje. Los granos de los macollos suelen ser más pequeños que los del vástago principal.

#### *Conclusiones*

La información disponible confirma la relevancia de la fertilización fosforada como una herramienta para mejorar los rendimientos de la cebada. Falta avanzar mucho aún para alcanzar el objetivo de disponer de un método de diagnóstico confiable para la fertilización fosforada específico para cebada. La respuesta del rendimiento se podría asociar a las muy deseables disminuciones del contenido proteico.

#### **Bibliografía**

García F. 2001. Balance de fósforo en los suelos de la región pampeana. *Informaciones Agronómicas del Cono Sur* 9: 1-3.

Loewy T. y M.M. Ron. 1994. Fertilización de cebada cervecera en el S.O. bonaerense. Características de la respuesta (Campaña 1993). *I Jornada de Actualización Técnica en Cebada Cervecera*. Buenos Aires: 90-99

Loewy T. y M.M. Ron. 2000. Fertilización de cebada cervecera con nitrógeno y fósforo en el S.O. bonaerense. *I Comparación directa con el trigo*. XVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata.

Prystupa P., D. Martínez, J.D. Scheiner y R.S. Lavado. 2000. Disponibilidad de nitrógeno y fósforo, rendimiento y calidad industrial de cebada cervecera en lotes de producción. XVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata.

Ron M.M. y T. Loewy. 1996. Análisis de la respuesta de cebada cervecera a nitrógeno y fósforo en tres suelos del Sudoeste Bonaerense (Argentina). *Ciencia del Suelo* 14: 47-49.

D:\Mis Documentos\Mirta\Inv y Des\papers\cebada\Fertilización Fosforada de Cebada Cervecera en la Región Pampeana.doc

Ron M.M. y T. Loewy. 2000. Fertilización de cebada cervecera con nitrógeno y fósforo en el S.O. bonaerense. II Factores de rendimiento y respuesta. XVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata.

Zalba P., A. Quiroga, M.B. Villamil y N. Peinemann. 2000. Subestimación de las disponibilidades de fósforo utilizando la metodología habitual. XVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata.