

- **MAÍZ**
CONTRIBUCIÓN DE LAS NAPAS
- **COLZA-SOJA**
FERTILIZACIÓN BALANCEADA
- **CEBADA CERVECERA**
MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN
- **SOJA**
BALANCE DE NUTRIENTES

NOTAS TÉCNICAS
ENSAYOS A CAMPO
NUTRICIÓN
DE CULTIVOS
PRÁCTICAS
AGRONÓMICAS



Colza - Soja de segunda Fertilización balanceada.

INTRODUCCIÓN

La colza es un cultivo sembrado en Argentina desde la década del 30. Si bien la superficie sembrada no ha sido muy importante, recién alcanzó su máximo valor en la campaña 2008/09 con 70.000 hectáreas.

Las razones más importantes por las cuales la superficie sembrada no ha aumentado, son la falta de mercados fluidos y dificultades desde el punto de vista de la producción tales como problemas en la implantación, plagas, enfermedades y cosecha.

Desde el punto de vista productivo se han solucionado muchos de estos inconvenientes, de manera que en la actualidad, el productor cuenta con un paquete tecnológico que le permite alcanzar un alto nivel de producción.

Por otro lado, en las últimas campañas restricciones a la comercialización de trigo, han generado incrementos en la superficie sembrada con cultivos de invierno alternativos tales como la cebada, legumbres y colza.

En este sentido la colza presenta ventajas frente a otros cultivos:

- Posibilidad de liberar el lote antes, permitiendo adelantar las siembras de segunda.
- Diversificar la producción de cultivos de invierno con una especie oleaginosa que permita cortar el ciclo de plagas y enfermedades.
- Altos márgenes por hectárea.

REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LA SECUENCIA COLZA - SOJA DE SEGUNDA

Desde el punto de vista nutricional, se debe considerar al cultivo de colza dentro de una secuencia de cultivos, de manera tal que a los requerimientos de la colza hay que sumarle los requerimientos del cultivo de segunda. En este sentido en la mayoría de los casos el cultivo de segunda es soja, motivo por el cual en la tabla 1 se muestran los requerimientos de estas 2 especies para producir una tonelada de grano.

Requerimientos para 1 tonelada de grano				
	N	P	K	S
Colza	60	15	65	12
Soja	75	7	39	4,5

TABLA 1: CANTIDAD DE NUTRIENTE NECESARIO PARA PRODUCIR UNA TONELADA DE GRANO. FUENTE IPNI 2009.

Eficiencia en el uso de N - kg Colza / kg N aplicado				
Investigador	Sitio	Campaña	Sin S	Con S
Chamorro y col.	Centro de Buenos Aires	1993-94		9,8 - 11,2
Díaz Zorita	Oeste de Buenos Aires	1998	7	8,2
Scheiner	Venado Tuerto	2001		10,8
Bergh	Tres Arroyos	2003	6	8,5
M. Zamora	Sudeste de Buenos Aires	2007	8,3	11,6
R. Melchiori - P. Barbagelata	Entre Ríos	2009	5	10 - 13
H. Fontanetto	San Jerónimo - Santa Fe	2011	10	16

TABLA 2: EFICIENCIA EN EL USO DE N Y SU INTERACCIÓN CON S EN COLZA ENCONTRADA POR DIFERENTES INVESTIGADORES.

Los requerimientos de N-P-K y S del cultivo de colza son superiores al resto de los cultivos tradicionales (trigo, maíz o girasol), destacándose la alta demanda de azufre por parte de este cultivo. De aquí que la relación mínima entre el nitrógeno y el azufre que debe ser aportado en la fertilización se ubica cerca de 6 N - 1 S. Por este motivo la fertilización es una herramienta fundamental para alcanzar altos rendimientos.

RESPUESTA DEL CULTIVO COLZA A LA FERTILIZACIÓN

Diversos investigadores han estudiado la respuesta de este cultivo a la fertilización N-S remarcando en todos los casos las altas respuestas y eficiencias obtenidas en el uso de los fertilizantes (Tabla 2). Dichas experiencias arrojan umbrales de respuesta a N iguales o aún más altos que en trigo. Ejemplo de esto es el caso de las investigaciones realiza-

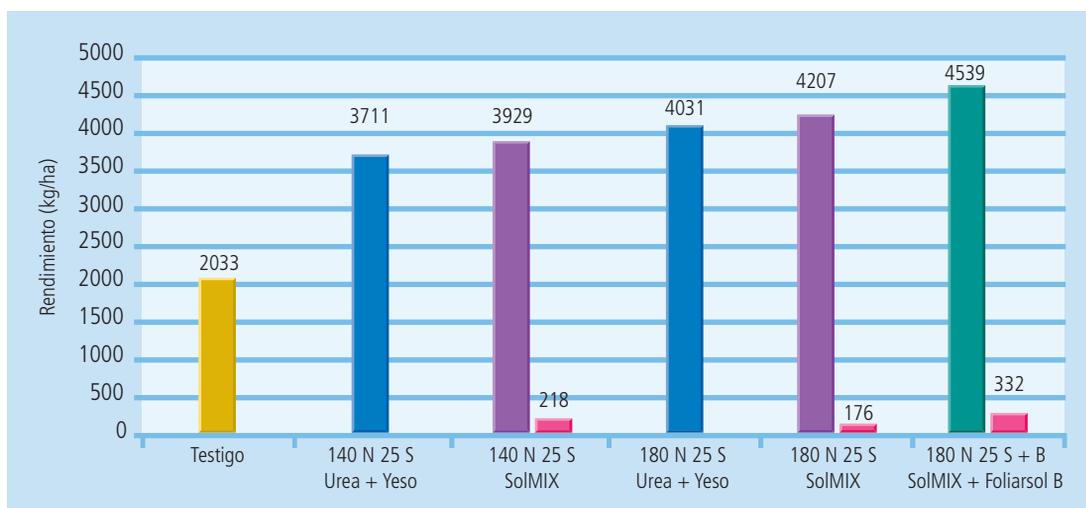
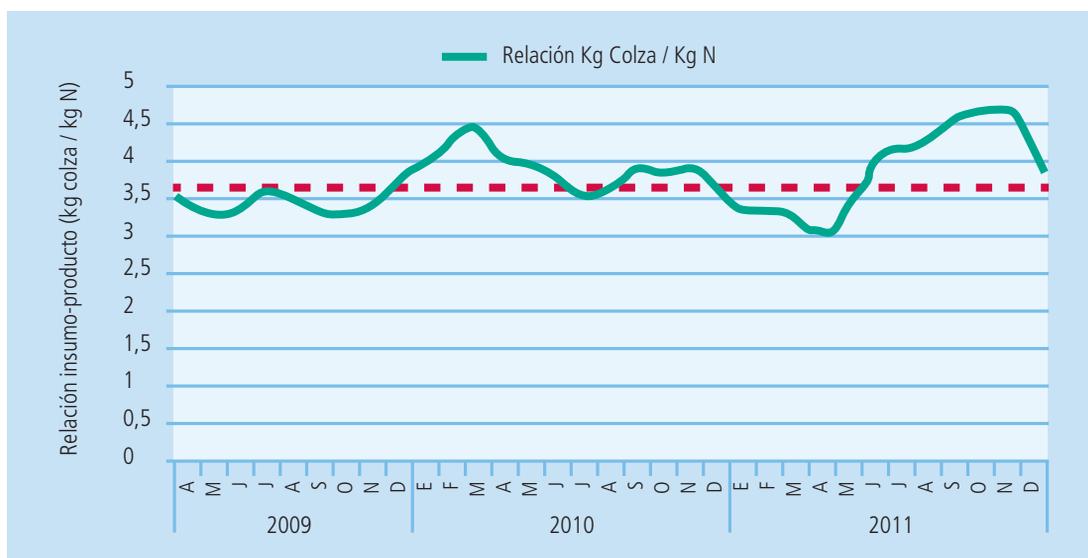


FIGURA 1: RENDIMIENTO DE COLZA PARA DISTINTAS DOSIS Y FUENTES DE N-S. REGIÓN CENTRO DE SANTA FE. CAMPAÑA 2011. FUENTE: H. FONTANETTO. INTA RAFAELA.



FIGURA 2: RELACIÓN INSUMO - PRODUCTO (COLZA / N DE UREA).
 LA LÍNEA PUNTEADA REPRESENTA LA RELACIÓN INSUMO - PRODUCTO
 PROMEDIO DE LAS ÚLTIMAS 3 CAMPAÑAS. FUENTE: PROPIA.
 *AL PRECIO FAS DE LA COLZA SE LE DESCONTÓ UN 30%
 DE GASTOS DE COMERCIALIZACIÓN Y FLETE.
 ** EL PRECIO DE LA UREA ESTÁ CALCULADO SOBRE LA BASE DEL PRECIO DE LA UREA
 PERLADA, CONTEMPLANDO FLETE A CAMPO Y APLICACIÓN.



das por R. Melchiori y P. Barbagelatta en la campaña 2009 en Entre Ríos en los cuales encontraron respuestas al agregado de N en colza hasta los 143 Kg/ha de N (suelo + fertilizante), mientras que para el caso de trigo dicho umbral se encontró en 135 Kg/ha de N. Por su parte, H. Fontanetto en la campaña 2010 en la zona centro de Santa Fe encontró respuestas en rendimiento hasta los 180 Kg/ha N (suelo + fertilizante). En la zona sur de Santa Fe, M. Carignano en 5 sitios durante 2 campañas encontró umbrales de respuesta hasta los 175 Kg N/ha suelo + fertilizante.

Como se mencionó anteriormente un aspecto interesante que se observa en los diferentes ensayos es la alta respuesta que tiene la colza a la aplicación de S y su interacción con el N, la cual permite alcanzar eficiencias en el uso del Nitrógeno muy superiores cuando se

aplican en forma conjunta. Desde el punto de vista productivo, estas respuestas al agregado de fertilizante y su eficiencia de uso son muy importantes, ya que nos permiten estimar hasta qué punto es rentable fertilizar al cultivo.

NUEVAS TENDENCIAS EN LA FERTILIZACIÓN DE COLZA

En la campaña 2011, Hugo Fontanetto de INTA Rafaela realizó ensayos en la secuencia colza/soja de segunda, comparando la respuesta de la colza a la aplicación de N y S con fuentes sólidas (Urea + Yeso) y líquidas (SolMIX). En este trabajo además, se cuantificó la respuesta residual al S aplicado en el cultivo de soja siguiente. Por último, se evaluó la respuesta al agregado de Boro en inicios de floración, utilizando como fuente al FoliarSol B (Figura 1).

En este ensayo se puede observar la mayor eficiencia que presenta el SolMIX frente a otras fuentes más tradicionales. En este caso se obtuvieron diferencias de 218 y 176 kg/ha para los tratamientos 140 y 180 kg/ha de N (suelo + fertilizante) respectivamente.

Dichas diferencias se pueden adjudicar a una mejor distribución del producto, como así también a la menor volatilización e inmovilización que presenta la fuente líquida.

Otro aspecto a destacar en este ensayo fue la respuesta a la aplicación de Boro, la cual superó los 300 Kg/ha. Si bien en la bibliografía internacional la colza es un cultivo que presenta respuestas positivas a este nutriente, en Argentina no se habían obtenido resultados de esta magnitud.

Habiéndose comprobado respuestas positivas a la fertilización, otro aspecto a considerar es la relación insumo-producto que presenta el cultivo. Es por ello que al comparar los precios históricos del grano de colza frente al precio

histórico de la urea (los valores contemplan fletes y gastos de comercialización), en los últimos años se ha observado una relación insumo/producto muy favorable, lo cual justifica ampliamente la fertilización en este cultivo (Figura 2).

Podemos observar que en las últimas 3 campañas la relación insumo-producto promedio fue de 3,6. Si comparamos las eficiencias en el uso de N encontradas por los investigadores con la relación insumo-producto, comprobamos que las mismas superan ampliamente al costo de la fertilización.

En este contexto los fertilizantes líquidos SolMIX presentan una gran ventaja ya que sumado a todas las ventajas logísticas ya conocidas, permiten realizar mezclas con una relación N-S variable que se ajuste a los requerimientos de N y S de la colza junto con el azufre que necesita la soja de segunda. 

► CONSIDERACIONES FINALES

- La colza es un cultivo adaptado a muchas zonas productivas del país y presenta varias ventajas con respecto al trigo:
 - Diversificación de la producción.
 - Libera el lote antes que el trigo para la siembra de un cultivo de segunda.
 - Permite cortar el ciclo de plagas y enfermedades.
- Es un cultivo a escala mundial y se producen cerca de 60 millones de toneladas.
- La fertilización presenta respuestas muy altas que justifican la práctica. Los mejores resultados se logran cuando la misma se realiza en forma balanceada.
- Se han observado respuestas al agregado de B, lo cual coincide con los resultados enunciados en la bibliografía internacional.
- Los fertilizantes líquidos han demostrado tener una mayor eficiencia agronómica respecto a las fuentes sólidas. Además se deben considerar las ventajas logísticas que presentan estos productos y la posibilidad de realizar ajustes N-S a medida contemplando las necesidades de ambos cultivos.



Fertilización de soja

Mejora de rendimientos y del balance de nutrientes del suelo con una fertilización balanceada.

El cultivo de soja responde en menor medida a la fertilización que los cultivos de trigo y maíz. Esto puede explicar por qué en nuestro país el cultivo de soja se fertiliza con muy bajas dosis.

Sin embargo resultados de los últimos años confirman que la respuesta a la fertilidad acumulada en lotes con gramíneas (trigo y maíz) como antecesores, es muy alta.

INTRODUCCIÓN

Los ensayos convencionales de fertilización en cultivos anuales, registran resultados de un solo período de producción. Estos ensayos son

muy útiles para medir el efecto de la fertilización en el corto plazo, pero no captan el efecto residual de los fertilizantes en el suelo.

La soja responde en forma marcada a la calidad del ambiente y por lo tanto al manejo previo que recibió el lote. Un ejemplo de fertilidad acumulada son los ensayos realizados por IPNI y AACREA, donde se midió el rendimiento de una rotación bajo diferentes aportes de nutrientes a lo largo de 10 años.

Las diferencias en rendimiento a la fertilización acumulada son muy importantes (Figura 1).

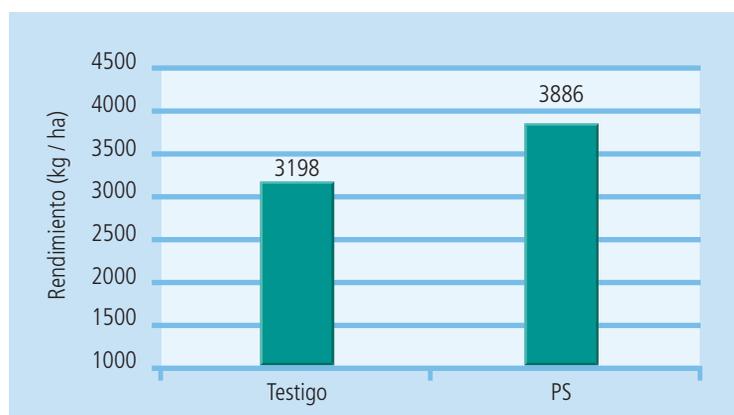


FIGURA 1: RENDIMIENTO DE SOJA PARA PARCELAS TESTIGO Y FERTILIZADAS CON FÓSFORO Y AZUFRE (PS). ADAPTADO DE ENSAYOS DE LA RED DE NUTRICIÓN DE LA REGIÓN CREA SUR DE SANTA FE. F. GARCIA Y COL. PROMEDIO DE LA CAMPAÑA 2007 DE LOS ENSAYOS QUE ESTABAN POR DEBAJO DEL UMBRAL DE RESPUESTA DE P (LA BLANCA, LA HANSA, SAN ANTONIO, Y SANTO DOMINGO).

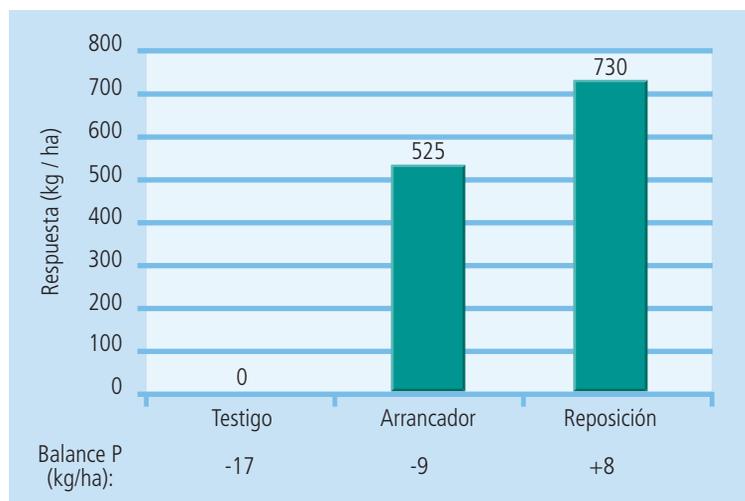


FIGURA 2: RESPUESTA EN RENDIMIENTO DE SOJA PARA LAS DISTINTAS DOSIS DE FERTILIZACIÓN CON FÓSFORO. (PROMEDIO DE TRES ENSAYOS EN CARCARAÑA, 9 DE JULIO Y PERGAMINO). CAMPAÑA 2010/11. ADAPTADO DE L. VENTIMIGLIA (INTA 9 DE JULIO), G. FERRARIS (INTA PERGAMINO) Y F. SALVAGIOTTI (INTA OLIVEROS) RESPECTIVAMENTE.

LA FERTILIZACIÓN EN EL MONOCULTIVO DE SOJA

En el ensayo anteriormente citado, el cultivo de soja se beneficia con los fertilizantes aplicados en los cultivos antecesores. Esto es frecuente en muchas situaciones de campo ya que en las secuencias de cultivos, las gramíneas suelen recibir altas dosis de fertilizante, mejorando el balance de nutrientes. Sin embargo, los suelos que mantienen un sistema soja-soja durante un largo período, sufren un doble desgaste por los bajos aportes de materia orgánica que realiza el cultivo y la muy baja reposición de nutrientes que genera la baja utilización de fertilizantes en este cultivo

En la última campaña, Bunge realizó una serie de ensayos de fertilización fosfatada en el sistema soja-soja, trabajando con diferentes dosis y formas de aplicación, buscando conocer el efecto que puede producir una fertilización de mediano plazo. El trabajo explora dosis de reposición de fósforo y azufre, que permitan mantener el nivel de estos nutrientes en el suelo a lo largo de los años. Para lograr las dosis de reposición (>100 kg/ha de fosfato) se utilizan aplicaciones al voleo, anticipadas a la fecha de siembra.

MEJORAR EL MARGEN BRUTO Y MEJORAR EL BALANCE DEL SUELO

Los resultados del primer año son muy alentadores, ya que demuestran que es rentable trabajar con altas dosis de fósforo, que permi-

ten lograr resultados positivos en el balance de nutrientes del suelo.

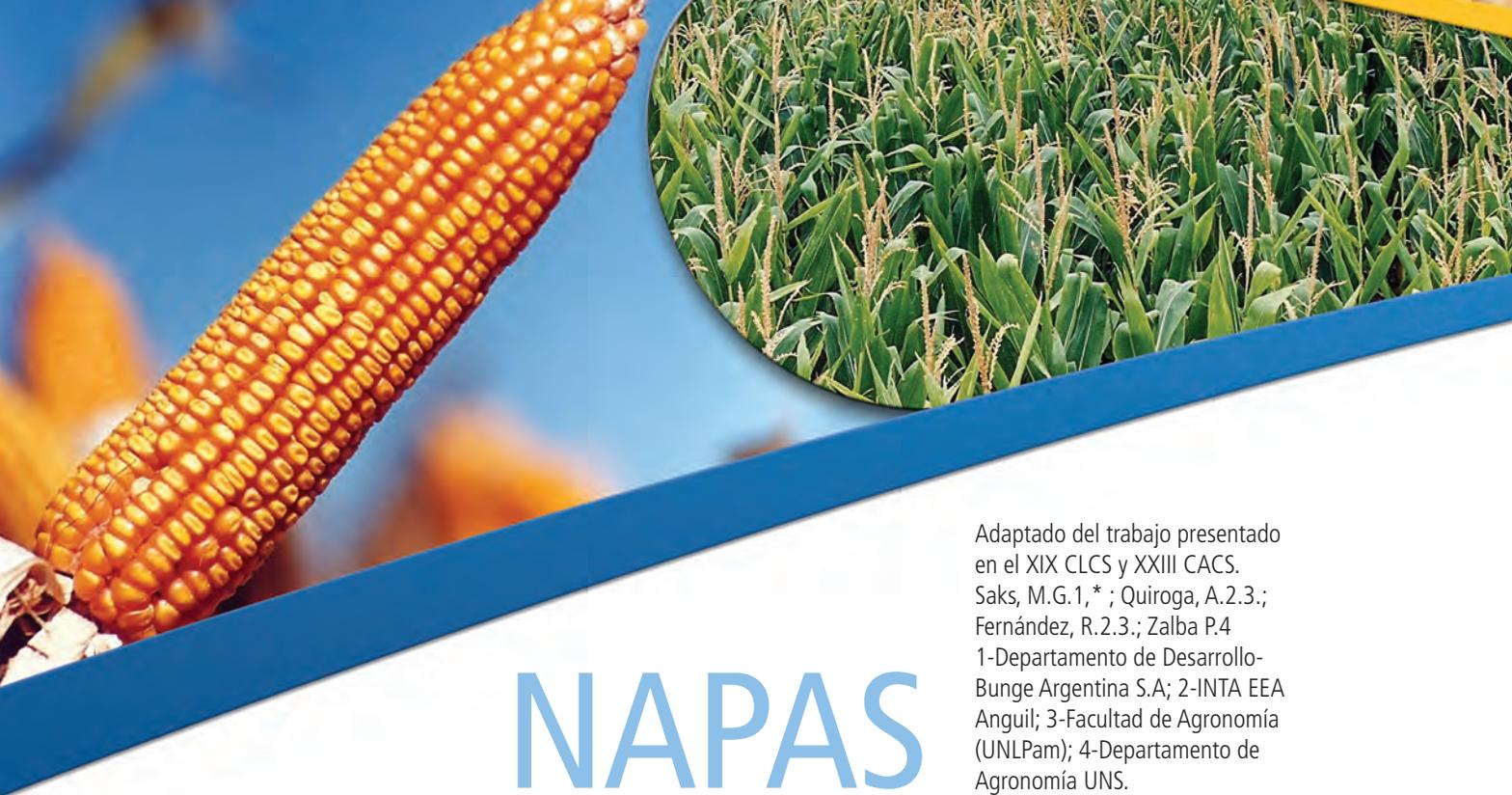
Las dosis de reposición de fósforo, fueron mayores a 700 kg/ha, trabajando en lotes sin limitantes de azufre. Este rendimiento fue a su vez superior al logrado con arrancadores aplicados por debajo y al costado de la línea de siembra (Figura 2). Las aplicaciones anticipadas al voleo tuvieron, a dosis de reposición, resultados iguales o mejores a las aplicaciones anticipadas con un refuerzo durante la siembra, por lo que se posicionan como una excelente herramienta para mejorar los rendimientos en lotes destinados a soja.

CONSIDERACIONES FINALES

Implementar la reposición de nutrientes como P y S en soja es vital para mejorar el balance de nutrientes en la región pampeana, ya que muchos suelos tienen una alta repetición de soja de primera en la secuencia de cultivos. Si bien los resultados de estos ensayos son preliminares, demuestran que la aplicación anticipada de nutrientes en soja es una herramienta muy interesante para lograr aumentos de rendimiento y mantener o mejorar los niveles de nutrientes del suelo.

Al ser un ensayo de larga duración, se podrá medir el efecto de la fertilidad acumulada en las próximas campañas.





Adaptado del trabajo presentado en el XIX CLCS y XXIII CACS. Saks, M.G.1, * ; Quiroga, A.2.3.; Fernández, R.2.3.; Zalba P.4
 1-Departamento de Desarrollo-Bunge Argentina S.A; 2-INTA EEA Anguil; 3-Facultad de Agronomía (UNLPam); 4-Departamento de Agronomía UNS.

NAPAS

Contribución al rendimiento de maíz en suelos de la planicie medanosa.

INTRODUCCIÓN

En regiones semiáridas y subhúmedas, el aporte de los recursos hídricos subsuperficiales puede ser muy valioso para atenuar la falta de precipitaciones en períodos críticos de los cultivos. Las napas pueden contribuir significativamente, con valores que pueden alcanzar el 70% del total de agua evapotranspirada (Sepaskhah et al., 2003).

Garnero y Quiroga (2003), indicaron que la profundidad efectiva de la napa, durante el período crítico del cultivo de soja, condicionó de manera diferencial el rendimiento.

En estudios realizados en la Pampa Ondulada, Portela et al. (2009) comprobaron, a través de una toposecuencia cultivada, que las posiciones bajas del paisaje pueden contribuir al intercambio de agua y nitrógeno con el suelo cuando la napa se encuentra a menos de 2,5 m de profundidad. El objetivo del trabajo fue evaluar la contribución de agua y de nutrientes de la napa freática, estableciendo relaciones con la productividad y respuesta a la fertilización nitrogenada en maíz.

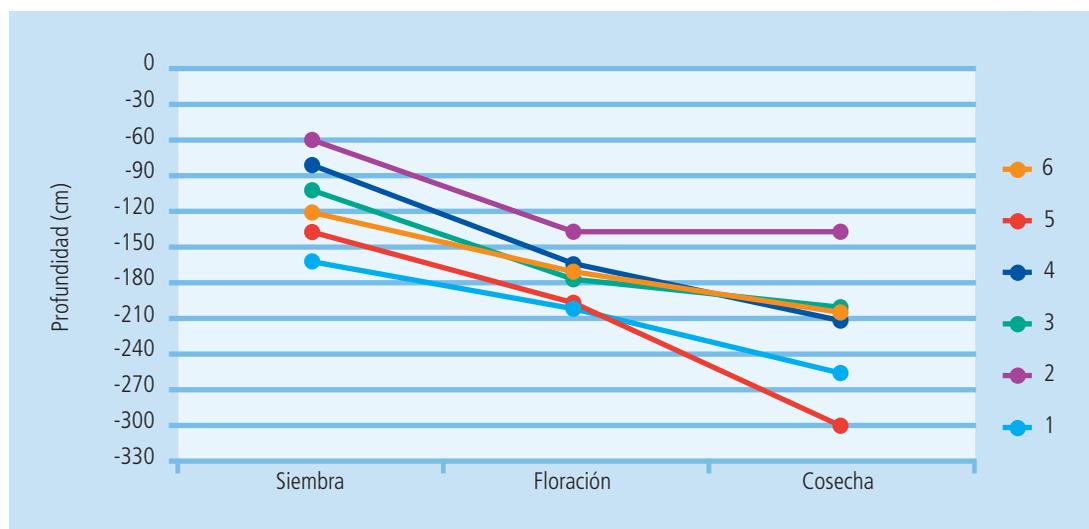
RESULTADOS

El trabajo se realizó en 12 sitios con y sin influencia de napas al momento de la siembra (6 sitios sin napa y 6 sitios con napa) ubicados en Este de La Pampa y Oeste de Buenos Aires. La profundidad promedio de la napa al momento de la siembra fue de 110 cm. El agua

Sitios	Presencia de napa	Precipitaciones históricas	Octubre-Febrero 2007/2008
1	Con napa	431	454
2	Con napa	431	454
3	Con napa	449	605
4	Con napa	458	395
5	Con napa	458	395
6	Con napa	458	395
7	Sin napa	449	605
8	Sin napa	391	540
9	Sin napa	391	580
10	Sin napa	391	580
11	Sin napa	391	476
12	Sin napa	449	438
Promedio	Con napa	448	450
	Sin napa	410	537

TABLA 1: PROPIEDADES EDÁFICAS EVALUADAS EN LOS 12 SITIOS CON PRESENCIA DE NAPAS Y SIN NAPA DONDE SE CONDUJERON LOS ENSAYOS DE FERTILIZACIÓN DE MAÍZ. MO (MATERIA ORGÁNICA).

FIGURA 1:
PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREÁTICO EN LOS SITIOS CON PRESENCIA DE NAPA DURANTE LA SIEMBRA, FLORACIÓN Y COSECHA DE MAÍZ.



útil a la siembra era muy diferente en ambos casos. En los sitios con napa, el agua útil a la siembra varió entre 289 y 501 mm, mientras que en los sitios sin napa, estos datos fueron considerablemente menores, variando entre 89-172 mm. Similar tendencia se observó con los contenidos de agua útil al momento de flo-

ración, donde el rango de variación fue entre 127 y 479 mm y entre 13 y 145 mm, en los sitios con y sin napa, respectivamente (Tabla 1).

La calidad de agua de las napas presentaron un amplio rango de conductividad eléctrica, RAS y contenidos S, B y Mg.

Tipo de suelo	MO (%)	Arcilla + Limo (%)	P extractable (ppm)	Agua útil siembra (mm)	Agua útil floración (mm)	N-NO ₃ (kg/ha. 60 cm)
Hapludol Éntico	2,5	31	9,6	274	155	99
Hapludol Éntico	1,8	52	10,1	497	395	110
Haplustol Éntico	2,2	59	15,6	501	479	103
Haplustol Éntico	2,3	35	8,2	338	213	97
Haplustol Éntico	1,7	25	9,7	289	127	92
Haplustol Éntico	1,6	20	6,3	378	216	101
Haplustol Éntico	1,8	22	9,3	141	83	104
Haplustol Éntico	2,1	25	9,6	105	41	88
Haplustol Éntico	2,0	30	9,3	139	145	105
Haplustol Éntico	1,2	18	14,4	96	13	92
Haplustol Éntico	1,6	30	7,9	172	103	92
Haplustol Éntico	0,7	12	31,2	89	31	86
	2,0	37	9,9	380	264	101
	1,6	23	13,6	124	69	94



Sin embargo, las diferencias en las propiedades físico-químicas y profundidad del acuífero no condicionaron el desarrollo del cultivo, contribuyendo de igual manera al rendimiento. La profundidad del nivel freático se incrementó durante el desarrollo del cultivo (Figura 1) coincidiendo con los antecedentes y las observaciones de campo.

En los sitios con napa, la contribución hídrica de la misma estuvo significativamente asociada a la profundidad del acuífero freático al momento de la siembra. Las napas aportaron desde 15,7 % hasta 66,6 % de la evapotranspiración del cultivo, cuando la napa se encontró entre los 160 y 60 cm respectivamente.

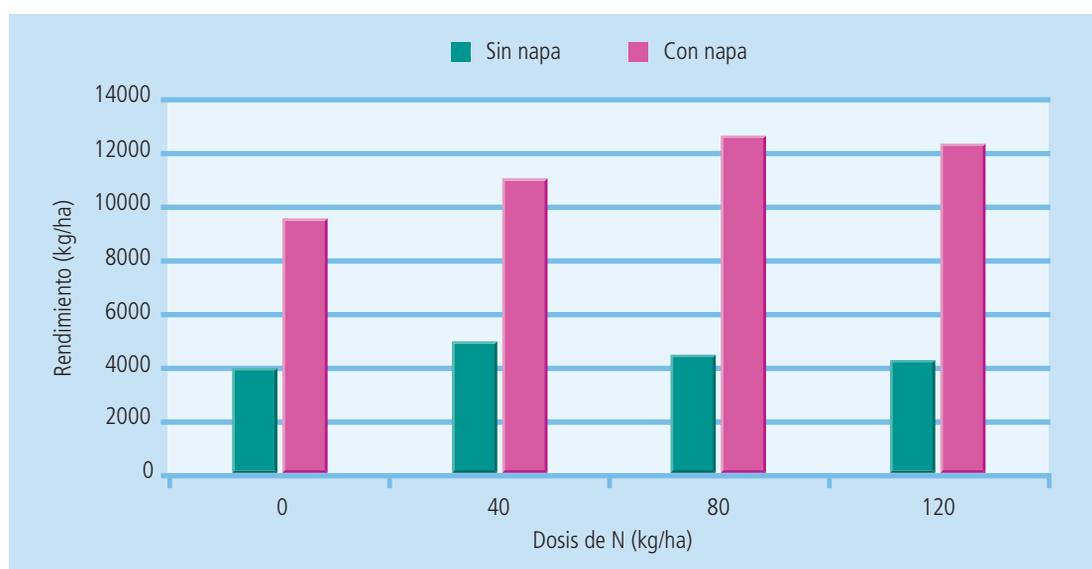


FIGURA 2: RENDIMIENTO DE MAÍZ (PROMEDIOS DE SITIOS) PARA LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS DE FERTILIZACIÓN.

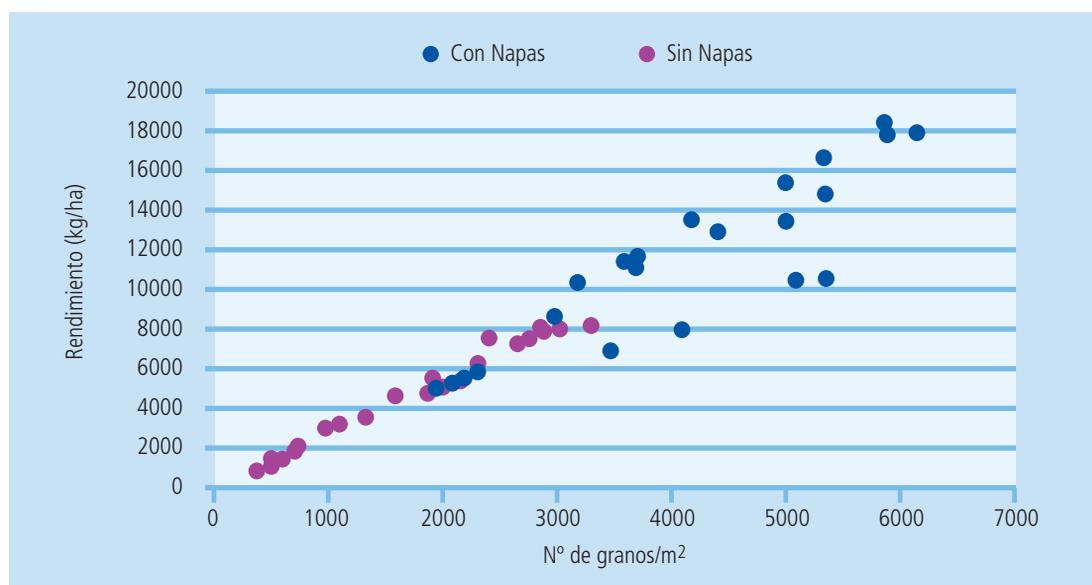


FIGURA 3: RELACIÓN ENTRE EL RENDIMIENTO Y EL NÚMERO DE GRANOS M² EN SITIOS CON Y SIN INFLUENCIA DE NAPAS.

Los rendimientos promedio de los tratamientos sin fertilizar variaron entre 4.012 (sin napa) y 9.454 kg/ha (con napa).

La respuesta a la fertilización en los sitios con napa fue de 3.060 kg/ha, muy superior a los 360 kg/ha, de los lotes sin napa (Figura 2).

Además la napa generó aportes netos de nutrientes. En los sitios con napa, el agua gravitacional aportó entre 4,2 y 21,3 kg de N/ha, siendo mayor el aporte de N cuanto mayor fue el aporte hídrico de la napa.

El número de granos promedio fue el componente más afectado por la presencia de la napa (Figura 3).

Cuando se evaluaron la totalidad de los sitios, la respuesta a la fertilización nitrogenada se relacionó positivamente con el agua útil a floración ($R^2 = 0,76$). La disponibilidad hídrica durante períodos críticos afectó al número de granos/m², principal componente de rendimiento del cultivo. Según Andrade y Sadras (2000), se encuentran correlacionados la tasa de crecimiento del cultivo de maíz con en el período crítico y el número de granos fijados.

La napa contribuyó de manera significativa al uso consuntivo del cultivo (16 a 67%). Estos valores de extracción de agua requerida por el cultivo de maíz, se ubican dentro del rango mencionado en la bibliografía. 

► CONSIDERACIONES FINALES

- En los suelos de la planicie medanosa la profundidad de las napas es un factor a incorporar al momento de evaluar el potencial de rendimiento del lote de maíz.
- La distinta calidad del agua de las napas del estudio no generó diferencias significativas en el rendimiento de los cultivos, siendo la profundidad de la napa el factor decisivo.
- La respuesta a la fertilización nitrogenada estuvo asociada al agua útil a floración. A su vez, para el año estudiado, esta variable fue fuertemente afectada por profundidad de la napa.
- Estos resultados muestran la importancia de incorporar el factor napa al planificar el uso de tecnología en manejos sitio-específico en Molisoles de la Planicie Medanosa.

BIBLIOGRAFÍA

Andrade, F. H.; & V. O. Sadras. 2000. Efectos de la sequía sobre el crecimiento y rendimiento de los cultivos. Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. 1º Ed. Editorial Médica Panamericana S.A. pag. 173-206.

Garnero, G. & A. Quiroga. 2003. Caracterización de ambientes para el cultivo de soja y la influencia de la napa de agua. Cultivos de cosecha gruesa. Actualización 2003. Boletín de Divulgación Técnica N° 77. 230-235.

Portela, S. I.; A. E. Andriulo; E. G. Jobbágy & M. C. Sasal. 2009. Water and nitrate exchange between cultivated ecosystems and groundwater in the Rolling Pampas. Agriculture, Ecosystems and Environment, 134: 277-286.

Sepaskhah, A. R.; A. Kanooni & M. M. Ghasemi. 2003. Water table contributions to corn and sorghum water use. Agricultural Water Management 58, 67-79.



Cebada Cervecera

Manejo de la Fertilización en Cebada Cervecera de Alta Producción en el Sur de la provincia de Buenos Aires.

GENERALIDADES

El cultivo de cebada es un cultivo ancestral cuyos orígenes se remontan a casi 10.000 años A.C y cuya principal particularidad es su amplia adaptación a diferentes condiciones climáticas y edáficas.

En el mundo se siembran 51 millones de hectáreas de cebada que generan una producción de 135 millones de toneladas, siendo este cultivo dentro de los cereales, el cuarto en importancia detrás del maíz, trigo y el arroz. A pesar de la importancia del mismo (9% del total de granos), la producción de cebada en el mundo en la última década, se redujo en un 20% como consecuencia del avance de otros cultivos forrajeros, principalmente el maíz.

Los países de la Unión Europea y de la ex Unión Soviética concentran el 60% de la producción mundial, siendo Alemania y Francia quienes hacen el mayor aporte en Europa. Australia participa con el 7,5%, Canadá aporta el 6,0% y Estados Unidos el 3.1%.

A nivel mundial el principal destino que se le da a este grano es su utilización como forrajero (70%). En cambio, en Argentina hasta hace 2 años atrás, prácticamente el 100% de la siembra tenía destino maltero. Actualmente esto fue cambiando, y podemos decir que en la última campaña, el 30% de la cebada es utilizada por las malterías locales para producción de malta, mientras que el resto se exporta, ya

sea como grano para forraje (40%) o como cebada cervecera (30%).

La producción de cebada cervecera en Argentina ha crecido alrededor de un 210% en los últimos 5 años, siendo la superficie sembrada en la campaña 2011/12 de 1.100.000 hectáreas con una producción aproximada de 4.100.000 toneladas. Se destaca la provincia de Buenos Aires, como la región de mayor producción de este cultivo, aportando aproximadamente el 90% de la producción del país. Los factores que han contribuido considerablemente a este incremento en la producción de las últimas campañas fueron la incorporación de nuevos cultivares con alto potencial de rendimiento, la introducción del doble cultivo cebada/soja de segunda como una mejor alternativa respecto al trigo, el mayor consumo y mejor utilización de los fertilizantes, como así también un incremento en la demanda interna y externa de cebada.

En lotes de prolongada historia agrícola, donde el objetivo es maximizar los rendimientos y tener la mejor bonificación por calidad, no sólo hay que pensar en el agregado de nitrógeno (N) y fósforo (P), sino también en el azufre (S). Además hay que organizar un plan de fertilización acorde a cada ambiente.

FÓSFORO, DISPONIBILIDAD Y ABSORCIÓN POR EL CULTIVO

La disponibilidad de fósforo en los suelos de la región pampeana ha disminuido notablemente

en las últimas décadas, siendo muy frecuente encontrar deficiencias de este nutriente en las distintas zonas de Argentina donde se cultiva cebada.

La fertilización fosforada en cebada aumenta el área foliar, principalmente porque determina un mayor número de macollos. Por lo tanto, cultivos bien nutridos con P interceptan más radiación, acumulan más biomasa y generan un mayor número de espigas y granos.

La recomendación de la fertilización fosforada se puede realizar siguiendo diversos criterios. El más conocido y difundido, al igual que en trigo, es hacer un análisis de P en los primeros 20 cm y correlacionar el nivel de P con el rendimiento objetivo que se persiga. Para esto, existen tablas de recomendación ajustados a cada región. La otra forma es usar los criterios de suficiencia, de enriquecimiento y mantenimiento. Si se sigue el modelo de suficiencia se debe aplicar la dosis de fertilizante que asegure el máximo beneficio económico. En el caso de enriquecimiento y mantenimiento, o también llamado de reposición y enriquecimiento, el objetivo es elevar la disponibilidad de fósforo del suelo hasta un rango de valores que no limiten el rendimiento de las distintas especies cultivadas durante la rotación de un lote, y una vez alcanzado, fertilizar para mantener esta disponibilidad. Para esto también hay que emplear distintos modelos y validarlos para cada zona.

Por otro lado, no debemos olvidarnos, que cuando hablamos de cebada, estamos hablando de cebada más un cultivo de soja de segunda en un mismo ciclo agrícola. En ese contexto cobra relevancia hacer una fertilización fosforada o NPS al cultivo de invierno para lograr buenos efectos residuales en la soja de segunda. Puede ocurrir algo similar cuando el cultivo de segunda es maíz.

NITRÓGENO Y AZUFRE, DISPONIBILIDAD Y ABSORCIÓN POR EL CULTIVO

La absorción de N por el cultivo está regulada por la disponibilidad en el suelo y por la propia demanda del cultivo. En el caso de la cebada, la absorción de N es lenta durante el inicio de macollaje aunque acelera considerablemente

durante la última etapa del mismo y toda la encañazón, llegando a sus valores máximos durante la espigazón y llenado de granos.

Los cultivos de cebada deficientes de N producen un menor número de macollos y tienen hojas más pequeñas, por ende interceptan menos radiación. Como consecuencia tienen limitado su crecimiento, acumulando menos biomasa y generando un menor número de granos.

La fertilización nitrogenada, además de incrementar los rendimientos, puede afectar marcadamente el contenido proteico de los granos. La concentración de proteínas en el grano es el resultado de la relación entre la acumulación de nitrógeno y de biomasa en el grano. Cualquier factor ambiental que incremente en mayor medida la acumulación de biomasa, respecto a la de nitrógeno, determinará una reducción en la concentración de proteína de los granos. La respuesta del contenido proteico a la fertilización nitrogenada depende de la disponibilidad edáfica de nitrógeno, de la dosis aplicada y del momento de la fertilización.

Considerando todos estos puntos, durante los últimos años, el Departamento de Desarrollo de Bunge Fertilizantes con el apoyo de la Chacra Experimental - INTA Barrow y las Malterías





locales, realizó una amplia red de ensayos en el sur de la Provincia de Buenos Aires con el fin de evaluar y estudiar las distintas estrategias de fertilización para maximizar la producción y calidad de la cebada cervecera.

FERTILIZACIÓN N-S EN ESTADIOS TEMPRANOS DEL CULTIVO Y COMPLEMENTARIA CON N FOLIAR EN ETAPAS AVANZADAS

En las últimas 7 campañas se realizaron catorce ensayos de microparcels con cuatro repeticiones, que se ubicaron en lotes de productores distribuidos en el sudoeste, centro sur y sudeste de la provincia de Buenos Aires. Los

sitios fueron elegidos con la finalidad de contar con información en zonas climática y edáfica-mente diferentes. En cada lugar se instaló un ensayo con la variedad Scarlett.

En todos los casos se usaron 3 niveles de N: testigo y ajuste a 120 y 160 kg/ha de N (N total = N suelo + N fertilización). Cada uno de estos niveles se combinó con 0 y 15 kg/ha de azufre (S). Para completar el trabajo, se incluyeron 2 dosis de N foliar de 0 y 25 kg/ha de N.

Los productos utilizados fueron UAN: 32-0-0; SolMIX: 12-0-0-26(S) y Foliarsol U (N foliar): 20-0-0.

La fertilización de base se realizó entre 3 y 5 hojas del cultivo, dependiendo el año y la zona. Las aplicaciones complementarias de N se hicieron a fines de octubre, entre espiga embuchada e inicios de espigazón. Se realizó una lectura de índice de verdor (valores SPAD)

Tratamientos	Rendimiento kg / ha	Proteína %	1° Cal. %
1. Testigo sin N y sin S	3653 e	8.8 f	95.3 a
2. Ajustado a 120 kg/ha de N	5061 d	9.6 e	93.6 ab
3. Ajustado a 120 kg/ha de N + 15 kg/ha de S	5173 cd	9.8 de	93.5 ab
4. Ajustado a 160 kg/ha de N	5521 c	10.7 b	91.5 f
5. Ajustado a 160 kg/ha de N + 15 kg/ha de S	5659 ab	10.8 b	91.3 def
6. Ajustado a 120 kg/ha de N + 25 N Foliarsol U	5331 cd	10.1 cd	92.9 bc
7. Ajuste a 120 kg/ha de N + 15 S + 25 N Foliar	5426 c	10.3 c	92.5 cde
8. Ajustado a 160 kg/ha de N + 25 N Foliarsol U	5714 ab	11.2 a	90.4 ef
9. Ajuste a 160 kg/ha de N + 15 S + 25 N Foliar	5864 a	11.4 a	90.3 ef
ANOVA	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
CV (%)	5.36	5.12	4.20
DMS	175	0.32	2.3

CUADRO 1: RENDIMIENTO, PROTEÍNA Y PRIMER CALIBRE. PROMEDIO DE 14 ENSAYOS EN EL SUR DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES, CAMPAÑA 2005/06 A 20011/12¹.



en cada sitio antes de las aplicaciones sobre 30 hojas con un equipo Minolta 502 en el estado de hoja bandera expandida (Zadoks 39).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este análisis se están integrando distintas zonas agroecológicas en 7 campañas, con diferentes registros de precipitaciones y temperaturas durante el llenado de los granos, encontrando sitios con rendimientos máximos de 4.400 kg/ha y 7.500 kg/ha. Los niveles de N-NO₃ (0-60 cm), promedio de todos los sitios fue de 62 kg/ha, variando entre 34 y 75 kg/ha.

Las aplicaciones de base ajustando a 120 kg/ha de N produjeron un incremento de rendimiento de 1408 kg/ha y de 1520 kg/ha cuando se agregó azufre (Cuadro 1). Cuando estos tratamientos se complementaron con el agregado de 25 kg/ha de N como Foliarsol U, el aumento adicional de rendimiento fue de 270 y 253 kg/ha respectivamente. Por su parte, la proteína aumentó 0.8% y 1.0% por el agregado de N y NS de base y 0.5% adicionales al agregado de N complementario. En todos los casos no se alcanzó el máximo de bonificación requerido por las malterías (rango óptimo de proteínas: 10.5 a 12%).

Cuando el ajuste de N se llevó a 160 kg/ha, el incremento de rendimiento llegó a 2006 kg/ha

y 2.0% de proteína. En este nivel de N, la respuesta al agregado de S fue de 138 kg/ha de grano y 0.1% de proteína. Cuando estos tratamientos se complementaron con el agregado de 25 kg/ha de N como Foliarsol U, el aumento adicional de rendimiento fue de 199 kg/ha y 0.55% de proteína, alcanzando el máximo de bonificación requerido, tanto por la industria Maltera como por la exportación de cebada para malteo.

Cuando analizamos el calibre, otro de los componentes que hacen la calidad comercial en cebada, observamos que a medida que aumenta el agregado de fertilizantes, aumenta el número de granos, por ende disminuye el tamaño de los mismos. En resumen, vemos una reducción de un 5% en el primer calibre comparando el tratamiento de máxima (trat. N° 9 vs. el testigo), superando los valores exigidos por los estándares de calidad, ya sea para la industria como para la exportación. Este efecto sobre el calibre también se observó en los demás tratamientos de fertilización. En 4 de los 14 ensayos, las altas temperaturas y las bajas precipitaciones condicionaron el llenado de granos, afectando en mayor medida el calibre de aquellos tratamientos donde las dosis de N eran más altas. 

CONCLUSIONES

- El ajuste de N de base a un nivel de 160 kg/ha (suelo + fertilizante) permitió alcanzar los mayores rendimientos y niveles de proteínas, con diferencias significativas sobre el nivel de 120 kg/ha (suelo + fertilizante).
- La fertilización azufrada mostró respuestas positivas (104 y 143 kg/ha) cuando se ajustó a un balance de 120 y 160 kg/ha de N respectivamente. De la misma manera, la aplicación de S aumentó la proteína en 0.2%.
- La fertilización complementaria en forma foliar permitió obtener incrementos de rendimiento (262 y 199 kg/ha) para cada ajuste. Sólo en el tratamiento ajustado a 160 kg/ha de N como base + el agregado de 25 kg/ha de N complementario se alcanzó el máximo de bonificación requerido por la exportación de cebada cervecera.
- El calibre se vio modificado en forma inversamente proporcional al incremento de las dosis de fertilizante, aunque en la mayoría de los casos, superó el límite exigido.

En el camino del crecimiento. Junto a nuestros clientes. Produciendo.



Siempre con un mismo objetivo. Producir más y mejor.
Ofreciendo más productos. Más servicios. Más tecnología.
Investigando y desarrollando. Fortaleciendo nuestro
liderazgo como productores en la Argentina de fertilizantes
sólidos y líquidos N, P, K, S y Micronutrientes.



Más de 100 años produciendo juntos.

BUNGE