

## FERTILIZACION DE CULTIVOS DE INVIERNO CAMPAÑA 2012/2013

### 1. Introducción

La campaña de cultivos invernales se desarrolla en un contexto de precios especialmente desfavorable para el trigo. A los menores precios internacionales se suma el complejo contexto local (intervención del mercado). La distorsión termina generando una retención "efectiva" del orden del 45% si se considera en forma global los derechos de exportación (retenciones) y la "quita privada" adicional realizada por molinos y exportadores. Este escenario desalienta la siembra del cereal, hecho que se evidencia en la reducción del área sembrada observada en las últimas campañas. En cuanto al panorama climático, existen pronósticos que indican precipitaciones menores a la media para el ciclo otoño-invernal, sobre todo en el sudeste de Buenos Aires, principal zona triguera de la Argentina.

Debido al contexto planteado para el trigo, continúa la tendencia de aumento del área sembrada con cultivos alternativos como cebada cervecera y colza, y más incipientemente arveja, lenteja y garbanzo. Estos cultivos permiten diversificar los planteos productivos, reduciendo el riesgo comercial.

### 2. Los precios relativos

En el cuadro 1, se muestran los precios de los principales fertilizantes utilizados en cultivos de invierno y el precio de la unidad de nutriente. Los mismos pueden variar en función de los costos de los fletes, de los volúmenes considerados y de la logística utilizada (granel, bolsa, etc.). Por lo tanto deben tomarse sólo como orientativos.

Cuadro 1: Precios de fertilizantes y precio de la unidad de nutriente.

Producto	u\$/ton	Precio unidad nutriente (u\$/kg)
Urea granulada	593	1,28
UAN 32	425	1,32
Sol Mix (27-6,5)	450	1,34
PMA	699	1,12
PDA	699	1,09
SPT	595	1,29
SPS	315	0,95

En el cuadro 2, se consignan los precios "estimados" de trigo disponible y futuro a enero de 2013. Los mismos deben ser tomados solamente como indicativos, al igual que los gastos de cosecha y comercialización, que varían de acuerdo a la logística y ubicación de cada establecimiento en particular. Para esta campaña se consideró un gasto de cosecha y comercialización del 20%.

Cuadro 2: Precios trigo

Disponible (*): 150 u\$/ton -20%=120 u\$/ton
Enero 2013 (**): 160 u\$/ton-20%=128 u\$/ton

(\*): disponible Rosario. (\*\*): condición cámara Rosario.

En el cuadro 3 se muestra la variación de los precios de los fertilizantes y del trigo en relación a la campaña anterior.

Cuadro 3: Variación del precio de los fertilizantes y del trigo

Producto	Precios (u\$/ton)		Variación (%)
	2011	2012	
Urea gran.	535	593	+11
UAN 32	435	425	- 2
Sol Mix (27-6,5)	424	450	+6
PDA/PMA	750	699	-7
SPT	600	595	-0,8
SPS	369	315	-17
Trigo disp.	200	150	-33

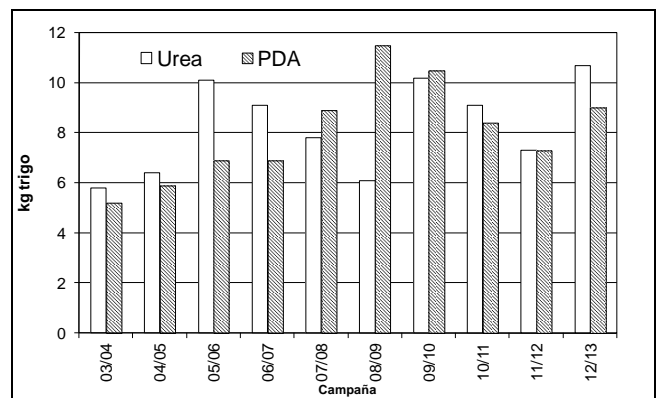
Finalmente en el cuadro 4 se incluye el cálculo de los kg de trigo necesarios para pagar cada kg de nutriente.

Cuadro 4: kg de trigo para pagar 1 kg de nutriente total

Producto	Disponible	Enero 2013
Urea granulada	10,7	10,0
UAN 32	11,0	10,3
Sol Mix (27-6,5)	11,1	10,4
PMA	9,3	8,5
PDA	9,0	8,5
SPT	10,7	10,0
SPS	7,9	7,4

Con la información de los cuadros anteriores, se preparó el gráfico 1 en el que se pueden ver los kilogramos de trigo necesarios para pagar un kilogramo de nutriente de los fertilizantes considerados (suma de N + P2O5).

Gráfico 1: kg producto para pagar 1 kg de nutriente



Como resumen del análisis de los cuadros anteriores nos parece interesante destacar:

- Incremento moderado del precio de la urea granulada
- Reducción del precio del superfosfato simple de calcio
- Reducción significativa del precio disponible del trigo, que encarece la relación producto/insumo (más kilogramos de trigo para pagar una unidad de nutriente).

## 3. Fertilización de colza

### 3.1. Requerimientos nutricionales

La colza-Canola es un cultivo especialmente sensible a las deficiencias de azufre y presenta elevados requerimiento de nutrientes en comparación con los cereales de invierno como trigo o cebada (Cuadro 5). Sin embargo, debido a la composición de sus granos (principalmente aceite) y al igual que ocurre con cualquier oleaginosa en general, el rendimiento en grano es menor que el de los cereales.

Cuadro 5: Requerimientos nutricionales de la colza, trigo y cebada cervecera (Ciampitti & Garcia, 2007). Primer valor: absorción total (kg/ton de grano). Entre paréntesis: extracción (kg/ton de grano).

Cultivo	Nitrógeno	Fósforo	Azufre
Colza Canola	60 (38)	15 (11)	12 (7)
Trigo	30 (21)	5 (4)	5 (2)
Cebada	26 (15)	4(3)	4 (2)

Nota: valores de extracción en base seca.

### 3.2. Fertilización nitrogenada

La dosis de nitrógeno se define a partir del contenido de nitrógeno disponible en el suelo (nitratos hasta 60 cm) y el rendimiento objetivo. Algunos modelos de fertilización (e.g. sudeste de Buenos Aires), utilizan los mismos objetivos de nitrógeno (suelo + fertilizante) que en trigo aunque para rendimientos de la colza del 40% del trigo (González Montaner & Di Napoli, 2009). En la misma región del sudeste de Buenos Aires se han realizado ensayos que muestran que para maximizar el rendimiento del cultivo se debe mantener una relación entre el nitrógeno disponible (N suelo 0-60 cm + N del fertilizante) y el azufre disponible (S como sulfatos 0-20 cm + S aplicado) en el rango de 4 a 8. En cuanto a fuentes de nitrógeno, existen diversas alternativas en el mercado, tanto sólidas (e.g. urea) como líquidas (e.g. UAN, formulaciones de UAN con tiosulfato de amonio, etc.), presentando, en términos generales, similar efectividad agronómica. Para las condiciones del sudeste de Buenos Aires, la mejor alternativa de momento de aplicación es fraccionando la dosis de nitrógeno entre siembra y estado de roseta de 4-6 hojas. Esta estrategia permite sincronizar la demanda del cultivo con la oferta de nitrógeno disponible, evitando un excesivo crecimiento vegetativo en estadios tempranos del cultivo.

### 3.3. Fertilización azufrada

La colza es un cultivo especialmente sensible a las deficiencias de azufre y existen evidencias de respuestas al agregado de este nutriente en diversos sitios de la Región Pampeana. Las dosis mínimas que se manejan para las condiciones del sudeste de Buenos Aires (donde se ha generado la mayor parte de la información experimental reciente) son de 15 kg S/ha, pero puede ser mayor dependiendo de diversos factores evaluados como el status de azufre del suelo (disponibilidad de sulfatos), relación N/S y rendimiento esperado. En cuanto al tipo de fertilizante azufrado a aplicar, no son esperables diferencias en efectividad agronómica (respuestas) entre fuentes contengan el azufre en

forma de sulfato, que son de inmediata disponibilidad (e.g. yeso, sulfato de amonio, etc.). En los últimos años han comenzado a comercializarse algunas fuentes de azufre elemental micronizado, en general formando parte de mezclas químicas que incluyen nitrógeno, fósforo y azufre. Si el tamaño de partícula del azufre elemental es menor a 200 µm, el material se lo considera reactivo y con una alta velocidad de oxidación en el suelo. Sin embargo, granulometrías más gruesas de azufre elemental aplicado en regiones con bajas temperaturas, pueden requerir aplicaciones anticipadas a la siembra.

### 3.4. Fertilización fosfatada

Si bien no se han desarrollado modelos de fertilización fosfatada calibrados a nivel regional para esta oleaginosa, se utiliza como referencia un límite crítico de 15 ppm de P Bray 1 (0-20 cm). Es decir, esperaríamos respuesta a la fertilización en suelos con contenidos menores a 15 ppm de P Bray 1, mientras que por encima de estos valores las probabilidades de obtener respuestas significativas serían bajas. En base al criterio o "filosofía" de manejo del fósforo, se pueden definir diferentes estrategias de manejo de la fertilización fosfatada: criterio de suficiencia (económico), reposición (aplicar el equivalente a la extracción de fósforo), enriquecimiento y mantenimiento del fósforo (incrementar el P extractable del suelo hasta el umbral y mantenerlo en contenidos levemente superiores al mismo). Al igual que en otros cultivos de ciclo invernal, el fósforo se puede aplicar a la siembra (por debajo y al costado de la línea de siembra) o al voleo, en forma anticipada. Este último método de aplicación, presenta similar eficiencia que las aplicaciones a la siembra cuando se aplican dosis elevadas de fósforo (cercanas o mayores que la reposición) en lotes que se manejan en siembra directa de varios años.

## 4. Fertilización de cebada cervecera

### 4.1. Nitrógeno y calidad industrial

La fertilización nitrogenada juega un rol central en el manejo de las variedades actuales de cebada cervecera, por su influencia en el contenido de proteína del grano. La fertilización de cebada cervecera debe cumplir dos metas simultáneas: 1- maximizar y/o optimizar el rendimiento en grano, 2-lograr un contenido de proteína que cumpla con las bases de comercialización. Los genotipos modernos, debido a sus elevados potenciales de rendimiento tienden a presentar contenidos de proteínas en grano intermedios a bajos. De acuerdo a Savin y Aguinaga (2011), las bases de comercialización de cebada cervecera en la Argentina son las siguientes:

- ✓ Capacidad germinativa: mínimo: 98%.
- ✓ Proteína mínima (sustancia seca): 10%
- ✓ Proteína máxima (sustancia seca): 12%
- ✓ Humedad: máximo 12,0%.

En los últimos años se han realizado modelos de fertilización que permiten aproximar dosis de nitrógeno para cumplir con los requerimientos de proteína que establece la base de comercialización. Estos modelos consideran:

- i. nitrógeno objetivo (suelo + fertilizante) por tonelada de rendimiento
- ii. contenido de proteína objetivo

La mayor dificultad en la aplicación de estos modelos de fertilización nitrogenada en cebada es el error en la estimación del rendimiento objetivo. Cuanto mejor se pueda estimar el mismo, mayor será el valor predictivo de estos modelos.

En cuanto a fuentes de nitrógeno, no se han observado grandes diferencias en respuestas a la fertilización entre tipos de fertilizantes cuando éstos son incorporados en el suelo. La aplicación de nitrógeno se hace frecuentemente a la siembra. Cuando la dosis de nitrógeno es elevada, se puede fraccionar la misma entre siembra y macollaje (garantizando siempre una alta proporción a la siembra). La fertilización foliar en anthesis es una alternativa de manejo para incrementar el % de proteína. Para ello, se puede utilizar urea foliar de bajo biuret.

## 4.2. Fertilización fosfatada

Si bien hay evidencias de respuesta a la fertilización con fósforo en cebada cervicera, no se han desarrollado calibraciones regionales específicas para este cultivo. Por ello, en general, se utilizan como referencia los modelos de fertilización de trigo, hasta que no se disponga de información experimental específica de cebada. En cuanto a los tipos de fertilizantes, no son esperables diferencias en respuesta entre fertilizantes fosfatados "solubles", que son los más utilizadas en el país (e.g. MAP, DAP, SPS). El momento de aplicación tradicional del fósforo es a la siembra, aunque en los últimos años presenta cierta difusión la aplicación al voleo, anticipada a la siembra (30-40 días), sobre todo en planteos de siembra directa de varios años y cuando se aplican dosis elevadas (reposición o más).

## 4.3. Fertilización azufrada

De acuerdo a la información experimental reciente, no se han observado respuestas generalizadas a azufre en este cultivo.

## 5. Fertilización en la rotación trigo/soja de segunda.

La mayor parte de los lotes de trigo sembrados en la Región Pampeana central forman parte de secuencias con soja de segunda (doble cultivo). De allí la importancia de conocer los principales criterios de fertilización para optimizar la productividad del doble cultivo.

## 5.1. Nitrógeno

Los modelos de fertilización nitrogenada más utilizados en trigo en el norte de la Región Pampeana definen objetivos de nitrógeno disponible (suelo + fertilizante) para un determinado rendimiento estimado. Existen diferentes modelos o curvas disponibles. En esta región, la fertilización a la siembra garantiza una temprana disponibilidad del nitrógeno. La aplicación fraccionada (siembra y macollaje), no constituye una ventaja en términos de eficiencia agronómica. En otras regiones como en el sudeste de Buenos Aires, la eficiencia de uso del nitrógeno (kg de grano/kg de nitrógeno aplicado) son mayores en aplicaciones en macollaje debido a la ocurrencia de lluvias durante la siembra, que ocasionan pérdidas por lavado y desnitrificación. En la soja de segunda, la provisión de nitrógeno se logra a través de la fijación biológica de nitrógeno (FBN) que realiza la soja en sus nódulos. En lotes con antecedentes de soja, la respuesta a la inoculación es del orden del 7-8% promedio, y en general, resulta una práctica recomendable por su bajo costo.

## 5.2. Fósforo

La fertilización con fósforo en trigo se puede realizar a la siembra (por debajo y al costado de la línea de siembra) o al voleo, en forma anticipada a la siembra (30-40 días). Como se verá en el subcapítulo 5.4, es posible manejar la necesidad total de fósforo del doble cultivo (trigo + soja 2º) aplicando el fertilizante fosfatado en el trigo. En cuanto al tipo de fertilizantes fosfatado, caben las mismas consideraciones efectuadas en colza o cebada.

## 5.3. Azufre

En términos generales, no se han observado diferencias entre tipo de fertilizantes azufrados cuando éstos presentan el azufre en forma de sulfatos. Tampoco se han reportado diferencias en rendimiento entre métodos de aplicación del azufre. Con lo cual las preferencias logísticas y económicas son las que regirán la decisión de la fuente y método de aplicación utilizado.

## 5.4. ¿Cómo aprovechar la residualidad de la fertilización con fósforo y azufre?

De acuerdo a números ensayos realizados en la Región Pampeana, no se han observado diferencias en eficiencia de uso de fósforo o azufre entre aplicar estos nutrientes a la siembra de cada cultivo (trigo y soja) o aplicar toda la necesidad de fósforo y azufre del doble cultivo (trigo + soja 2º) en el trigo, aprovechando los efectos residuales de la fertilización. Así, aplicando la necesidad de fósforo y azufre en el trigo (a la siembra o al voleo anticipada a la misma), se evita el manipuleo de fertilizantes en la soja de segunda, mejorando la eficiencia de siembra.

# PARA COMUNICARNOS MEJOR

Nuestro Tel/Fax: (011) 4553-2474 (líneas rotativas)

email: [tecnoagro@tecnoagro.com.ar](mailto:tecnoagro@tecnoagro.com.ar)

Aprovechamos la oportunidad para invitarlos a visitar nuestra página: [www.tecnoagro.com.ar](http://www.tecnoagro.com.ar). En la misma encontrarán una descripción sobre los servicios que prestamos, como así también información técnica de interés, con nuestros boletines informativos y con notas que iremos renovando periódicamente. También encontrarán instrucciones para efectuar muestreos de suelos y foliares para distintos cultivos.

Desde ya agradeceremos su visita y serán bienvenidos comentarios y consultas.

## Instrucciones para el muestreo de suelos para diagnóstico de fertilización

En el siguiente cuadro se presenta criterios de muestreo de referencia para diferentes variables edáficas.

Variable	Intensidad (submuestras)	Profundidad y época	Observaciones
MO, pH, C.E.	20-25	0-20 cm. Época variable según objetivo.	En suelos afectados por sales, las intensidades pueden ser mayores y también puede ser útil medir a diferentes profundidades.
Nitratos, sulfatos	20-25	0-20, 20-40 y 40-60 cm. Presiembra.	Es posible estimar la capa 40-60 cm midiendo el contenido de nitratos de 0-20 y 20-40 cm.
Fósforo Bray 1	30-40	0-20 cm. Presiembra u otros momentos.	En los últimos años se ha observado una elevada variabilidad del P en el suelo.
Humedad gravimétrica	10	0-100 cm (mínimo).	La intensidad consignada corresponde a unidades de muestreo homogéneas en cuanto a tipo de suelo y cobertura. En caso de observarse diferencias en distribución de rastros, tipo de suelo, etc. puede ser necesario muestrear en diferentes partes del lote.

Fuente: Adaptado de Torres Duggan y col (2010).

Las muestras de suelo deben extraerse a través de un sistema de muestreo compuesto a una, dos o tres profundidades por separado (0-20 cm, 20-40 cm y 40-60 cm). Para obtener la muestra compuesta de cada profundidad, deben recorrerse las dos diagonales del potrero en "zig-zag" tomando una submuestra cada 2 ha (20 submuestras como mínimo). Si la superficie del lote es mayor de 50 ha y/o presenta sectores con distintos suelos, diferencias de relieve o cualquier aspecto que considere que puede diferenciar las distintas partes del lote, se deben tomar muestras compuestas por separado. Evite el muestreo de antiguos comederos, bebederos, tinglados, etc. Cuando se requiera la determinación de fósforo, es necesario realizar un muestreo de suelos más intensivo (40 submuestras por muestra compuesta) ya que se observa una mayor variabilidad en este nutriente. Con el conjunto de submuestras de cada profundidad se hace la muestra compuesta final para enviar al laboratorio. Esta muestra compuesta debe homogeneizarse y posteriormente cuartearse hasta llegar a una cantidad de suelo de no más de un kilogramo. Luego se guardan en bolsas de polietileno que se cierran y se rotulan exteriormente, detallando nombre del establecimiento, potrero, sector y profundidad de extracción. Estas muestras se acondicionan en un envase aislante, enfriado con el sistema de transporte usado para las vacunas. Se recomienda especialmente que en ningún caso pasen más de 72 h entre el momento de la extracción y la llegada de las muestras al laboratorio. Si se solicita la recomendación de fertilización, se debe completar la planilla de información adjunta indicando la zona, los años de agricultura, cultivo antecesor, lluvias de los 90 días anteriores (si fuera para maíz o girasol), sistema de labranza, rendimiento esperado y en el caso del trigo indicar el genotipo (cultivar) utilizado. En todos los casos se debe aclarar si el sistema de producción es en seco o riego.

# TECNOAGRO S.R.L.

## LABORATORIO INAGRO

Girardot 1331 – Buenos Aires (C1427AKC) Tel/Fax: (011) 4553-2474  
e-mail: [tecnoagro@tecnoagro.com.ar](mailto:tecnoagro@tecnoagro.com.ar) [www.tecnoagro.com.ar](http://www.tecnoagro.com.ar)

ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS, FERTILIZANTES Y FOLIARES  
RECOMENDACIONES DE FERTILIZACIÓN - MAPAS DE SUELOS  
SUBDIVISION DE CAMPOS  
MANEJO Y CONSERVACION DE SUELOS Y AGUAS

Ings. Agrs.: Luis A. Berasategui - Martín R. Weil - Alberto R. Ongaro - Luis A. Taquini  
José A. Lamelas - Brenda Lüders - Alberto Sánchez - Martín Torres Duggan

## PLANILLA A COMPLETAR PARA EL ENVÍO DE MUESTRAS

Nombre y ubicación del establecimiento:

Dirección postal para el envío de los resultados y facturación:

Nombre a quien facturar y CUIT:

Teléfono/fax y/o e-mail para adelantar los resultados:

Lluvias en los 90 días anteriores (mm):

Potrero	Análisis requerido por profundidad (cm)			(**) Datos complementarios						
	0-20	20-40	40-60	Cultivo a implantar (variedad)	Sup. ha	Años de agric. (*)	Cultivo anterior	Sistema de labranza	Riego	Rendimiento esperado (qq/ha)

(\*) Nos referimos aquí a cantidad de años consecutivos con agricultura, anteriores a esta campaña.

(\*\*) Completar en caso de requerir diagnóstico de fertilización.