

## FERTILIZACION DE CULTIVOS DE INVIERNO CAMPAÑA 2017/2018

### 1. Introducción

La presente campaña fina, que es la segunda en implantarse en el marco del nuevo gobierno, evoluciona en un contexto de gran incertidumbre climática asociada a la ocurrencia de precipitaciones intensas que están afectando diferentes zonas de producción, principalmente en el centro y norte de Buenos Aires y centro y sur de Santa Fe. En las áreas más afectadas, se evidencia una demora en el ritmo de cosecha de maíz y soja, debido a la falta de piso en los lotes y la dificultad para el transporte en caminos internos en los campos.

El clima también dejó una fuerte impronta en la evolución de los cultivos de verano de la campaña pasada, aún en gran parte sin cosechar, donde coexistieron dentro de la misma Región Pampeana zonas fuertemente afectadas por la sequía y golpes de calor (por ejemplo en el sud-oeste, sud-este de Buenos Aires y La Pampa) y otras afectadas por excesos hídricos e inundaciones (por ejemplo en el centro-sur de Santa Fe y centro-norte de Buenos Aires).

A pesar de la incertidumbre climática mencionada antes, existe optimismo en cuanto al área a sembrar con trigo y el nivel de adopción tecnológica en este cultivo. La última palabra la tendrá la evolución del clima en las próximas semanas....

### 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 no incluyen flete y son promedios elaborados en base a datos provistos por diferentes empresas, por lo tanto deben tomarse sólo como orientativos.

**Cuadro 1:** Precios de fertilizantes y de la unidad de nutriente

Producto	u\$/ton	Precio unidad nutriente (u\$/kg)
Urea granulada	357	0,77
UAN 32	308	0,96
Sol Mix (27-6,5)	284	0,84
FMA	493	0,78
FDA	487	0,76
SFT	460	1,00
SFS	245	0,74

En el Cuadro 2, se consignan los precios “estimados” de trigo disponible y futuro a enero de 2018. 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 26%.

**Cuadro 2:** Precios trigo (\*): MATBA

Disponible (*): 173 u\$/ton-26%= 128 u\$/ton
Enero 2018 (*):156 u\$/ton-26%= 115 u\$/ton

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 (%)
	2016	2017	
Urea granulada	362	357	-1,3
UAN 32	315	308	-2,2
Sol Mix (27-6,5)	310	284	-8,3
FDA/FMA	550	490	-10,9
SFT	500	460	-8,0
SFS	300	245	-18,3
Trigo disp.	156	173	+10,8%

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

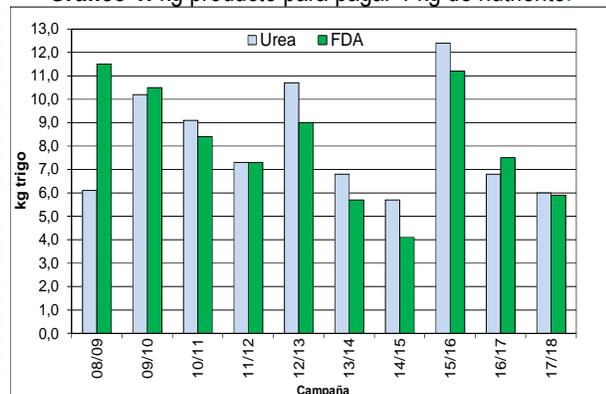
**Cuadro 4:** kg de trigo para pagar 1 kg de nutriente total

Producto	Disponible	Enero 2018
Urea granulada	6,0	6,7
UAN 32	7,5	8,3
Sol Mix (27-6,5)	6,5	7,3
FMA	6,0	6,8
FDA	5,9	6,6
SFT	7,8	8,7
SFS	5,8	6,4

Con la información de los cuadros anteriores, se preparó el Gráfico 1 en el que se pueden ver los kilogramos de trigo (disponible) necesarios para pagar un kilogramo de

nutriente de los fertilizantes considerados (suma de N + P2O5 para el FDA).

**Gráfico 1: kg producto para pagar 1 kg de nutriente.**



Como resumen del análisis de los cuadros anteriores se destaca:

- ✓ Incremento del precio del trigo
- ✓ Reducción generalizada de los precios de los fertilizantes
- ✓ Se destaca la disminución del precio de los fertilizantes fosfatados y del Sol Mix
- ✓ Moderada disminución del SFT
- ✓ Significativa caída del precio de SFS

También se observa un mejoramiento generalizado en las relaciones insumo/producto, destacándose la mejora para la fertilización con Sol Mix, fosfatos de amonio (FMA, FDA) y superfosfatos (SFS, SFT).

### 3. ¿Cómo alcanzar altos rendimientos de trigo sin perder calidad?

Uno de los aspectos que quedaron claramente manifestados en la cosecha de trigo de la campaña 2016/2017 se vincula con la dificultad de sostener altos niveles de productividad sin perder calidad. En este contexto, presentamos a continuación algunas premisas y recomendaciones específicas para planteos de alta productividad de trigo.

#### 3.1. ¿Cómo estimar adecuadamente el rendimiento?

El principal desafío que enfrenta el productor agropecuario no se relaciona con el modelo de fertilización nitrogenada a utilizar (ya que hay abundante información disponible en las principales zonas trigueras), sino en la dificultad para estimar con exactitud el rendimiento a obtener. Esto es razonable considerando la gran cantidad de factores e interacciones que inciden en la generación del rendimiento

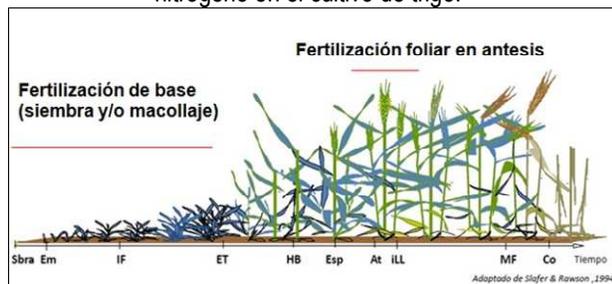
del cultivo. Algunos de ellos son la condición hídrica en el momento de realizar la implantación, las temperaturas o el cociente fototermal en floración (período crítico del rendimiento), entre otros. Cuanto más exacta sea la estimación del rendimiento, mayores serán las posibilidades de ajustar la fertilización nitrogenada considerando tanto el nivel de productividad estimado como la calidad del grano (contenido de proteína). En este contexto, se debe evitar considerar rendimientos “objetivo” fijos como 4 o 5 toneladas, que es lo usual, sino analizar la información disponible de rendimientos en el campo. Un análisis simple de los rendimientos alcanzados en cada lote según condición climática y la obtención de curvas de probabilidad acumulada, son herramientas de costo cero que ayudan en la planificación del uso de tecnologías, en particular de la fertilización nitrogenada. También es importante considerar tendencias climáticas de corto y mediano plazo para la campaña en curso, aunque se debe tener en cuenta que la variabilidad climática es muy elevada en la Región Pampeana y por consiguiente los pronósticos de mayor alcance presentan en general bastante error de predicción. Otra herramienta práctica es medir el contenido de humedad edáfica a la siembra del cultivo, variable de gran relevancia para estimar el rendimiento potencial del cultivo de trigo, como así también considerar la compra de estaciones meteorológicas portátiles que han bajado mucho de precios en los últimos años, y permite generar bases de datos propias sobre la evolución de variables de interés como precipitación y temperatura, entre otras.

#### 3.2. El diagnóstico extendido en el ciclo del cultivo

En situaciones en donde se espera alcanzar rendimientos muy elevados (por ejemplo superiores a 6 o 7 ton/ha) en planteos de secano, el manejo de la fertilización nitrogenada se debería enmarcar en un nuevo “paradigma”, en donde tanto el diagnóstico de las deficiencias como la fertilización propiamente dicha debería extenderse más allá del momento de siembra. Así, además del muestreo y análisis de la disponibilidad de nitrógeno inicial, se debería considerar la evaluación del status de nutrición nitrogenada del cultivo tanto en estadios vegetativos como en instancias previas a la floración (Gráfico 2).

Las evaluaciones durante el estadio de 1 nudo visible, por ejemplo mediante el uso de clorofilómetros como el Spad Minolta 502 o también de índices espectrales como el NDVI u otros, son herramientas útiles para definir la probabilidad y magnitud de respuesta a la re-fertilización nitrogenada. Asimismo, el fraccionamiento de la dosis de nitrógeno entre la siembra y el macollaje permite reducir el riesgo asociado a la fertilización nitrogenada. También puede aumentar la eficiencia de uso del nitrógeno aplicado cuando se presentan condiciones ambientales predisponentes a las pérdidas de nitrógeno por lavado.

**Gráfico 2:** Principales momentos de fertilización con nitrógeno en el cultivo de trigo.



Por otro lado, la fertilización foliar con nitrógeno en el estadio de floración (antesis) es una herramienta poco utilizada y de gran impacto sobre el contenido de proteína del grano. Si bien existen pocos estudios regionales que permitan predecir consistentemente el incremento del contenido de proteína según el estatus de nutrición nitrogenada del cultivo y dosis de nitrógeno aplicada, existe abundante información experimental que muestra que, en promedio, se puede aumentar 1 punto porcentual la concentración de proteína del grano con dosis de 25-30 kg de nitrógeno/ha. Por ello, debería estimularse la adopción de esta herramienta de manejo que debería ser especialmente considerada en planteos de alta productividad de trigo o cebada.

## 4. ¿Cómo diagnosticar deficiencias de azufre?

El azufre, junto con el nitrógeno y el fósforo son los nutrientes que limitan con mayor frecuencia la productividad del cultivo de trigo en la Región Pampeana. Asimismo, la fertilización azufrada ha demostrado ser una práctica rentable ya que las respuestas (aumentos de rendimiento) superan marcadamente los costos de la fertilización, aspecto que debería estimular la adopción de la aplicación de azufre.

En la actualidad se dispone de varias herramientas de diagnóstico de deficiencias de azufre. Algunas de ellas son:

### Análisis del “ambiente” de deficiencia

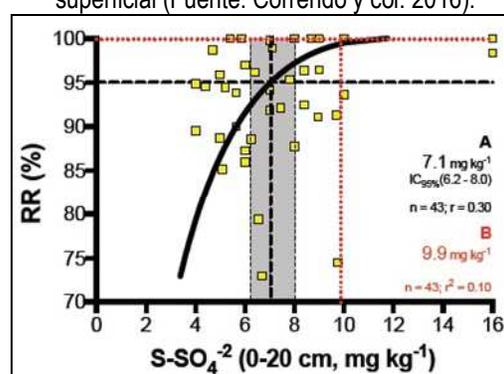
Existen varios indicadores que pueden ser de utilidad para evaluar la probabilidad de obtener respuestas significativas a la fertilización azufrada como atributos del suelo y del sistema de producción, como por ejemplo:

- ✓ Bajos contenidos de materia orgánica (MO)
- ✓ Bajo potencial de mineralización de nitrógeno, por ejemplo bajos valores de IMO ((MO/arcilla+limo) x 100) o Nan (nitrógeno incubado anaeróbico)
- ✓ Evidencia de degradación (e.g. erosión, prolongada historia agrícola, entre otros)
- ✓ Antecedentes de respuesta a nitrógeno y fósforo
- ✓ Bajos contenidos de sulfatos a la siembra

### Análisis de sulfatos en el suelo

Los análisis de suelos son herramientas muy efectivas y de bajo costo por ha para evaluar deficiencias de azufre. Además del análisis de los atributos del ambiente mencionados antes, la determinación del contenido de azufre en forma de sulfatos ( $S-SO_4^{2-}$ ) en pre-siembra es uno de los más utilizados a nivel internacional para diagnosticar deficiencias. Recientemente se ha generado una calibración regional para el diagnóstico de azufre en el centro-norte de la Región Pampeana basado en este indicador, que se muestra en el gráfico 3.

**Gráfico 3.** Relación entre el rendimiento relativo y el contenido de azufre en forma de sulfatos en la capa superficial (Fuente: Correndo y col. 2016).



De acuerdo con esta calibración, se alcanza el 95% del rendimiento relativo con 7,1 ppm de  $S-SO_4^{2-}$  (0-20 cm), con un rango de 6,2-8 (intervalo de confianza del 95%).

### Otras herramientas

En los últimos años se vienen evaluando diferentes herramientas de diagnóstico que incluyen mediciones sobre el cultivo, como el uso de clorofilómetros (e.g. Minolta Spad 502) para medir el índice de verdor y determinar el índice de suficiencia de azufre (relacionando los valores medidos en los lotes y en franjas sin limitación de azufre) y sensores remotos multiespectrales, entre otros. Estas metodologías requieren de calibración y validación local para ser utilizadas a nivel de campo.

Independientemente del método de diagnóstico utilizado, una gran cantidad de trabajos experimentales que se han llevado a cabo en la Región Pampeana indican que, en situaciones de deficiencias de azufre, la respuesta a la fertilización azufrada en trigo y otros cereales tiende a estabilizarse en dosis de 15-20 kg de S/ha, que como se dijo antes, implica una baja inversión en relación al retorno esperado.

## 5. Mitos y verdades de la fertilización fosfatada líquida

En los últimos años, algunas empresas del ámbito local comenzaron a ofrecer "fósforo líquido" (fertilizantes fosfatados líquidos) utilizando argumentos agronómicos que no se condicionan con el estado del conocimiento científico vigente en este tema a nivel internacional. Por ello, para evitar confusiones y poder interpretar y analizar de un modo correcto las opciones de producto disponibles en el mercado, se presentan a continuación información que puede ser de utilidad para evaluar este tipo de productos:

### Verdades (basadas en evidencia científica):

Las plantas no se dan cuenta si el fósforo proviene de un fertilizante sólido o líquido, y además, una vez que el nutriente reacciona con el suelo, los procesos de insolubilización son universales al fósforo en general, y no al "fósforo líquido"

- ✓ La cantidad de fósforo que un cultivo anual puede absorber en relación al fósforo aplicado (eficiencia de recuperación aparente) se ubica en el rango de 15-35% en el primer año de aplicación, pudiendo existir o no residualidad dependiendo de las dosis aplicadas, método de aplicación y características del suelo (en especial tipo y cantidad de arcillas). En los suelos de la Región Pampeana, cuando las dosis de fósforo son elevadas, se observa frecuentemente residualidad inclusive más allá del segundo cultivo de la secuencia.
- ✓ En suelos no calcáreos (como los dominantes en la porción húmeda de la Región Pampeana), el fósforo aplicado mediante fertilizantes líquidos presenta similar efectividad agronómica que los fertilizantes sólidos

cuando se los compara a igual dosis de fósforo aplicado y forma de colocación

- ✓ En suelos extremadamente calcáreos (con elevados contenidos de carbonatos en la masa de suelo en el horizonte superficial) investigaciones realizadas en Australia indican que los fertilizantes fosfatados líquidos presentan mayor efectividad agronómica relativa que los fertilizantes sólidos, independientemente de la forma química del fósforo aplicado (ortofosfato o polifosfato). Esto se debe a la menor formación de precipitados calcio-fósforo cuando el fósforo se aplica en forma líquida
- ✓ En suelos genéticamente ácidos (ampliamente distribuidos en zonas tropicales) los fertilizantes fosfatados líquidos presentan menor efectividad que los fertilizantes sólidos, ya que aparentemente se fijan más en las arcillas y óxidos.

### Mitos (y frecuentes argumentos de venta)

- ✓ "El fósforo, por estar en forma líquida se aprovecha en un 100%"
- ✓ "El fósforo líquido es mucho más eficiente que el aplicado con sólidos"
- ✓ "El mayor costo de la unidad del fósforo líquido se compensa por la reducción de dosis derivada de su alta eficiencia en comparación con los sólidos"

Para obtener más información sobre este tema se puede descargar gratuitamente el *Manual de Fertilizantes Líquidos* (Fluid Fertilizer Foundation, 2014) editado por R.J. Melgar y M. Torres Duggan del siguiente link:

<http://www.fertilizar.org.ar/subida/Investigar/LIBROFERTILIZADORES.pdf>

# PARA COMUNICARNOS MEJOR

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

e-mail: [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	40-50	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 rastrojos, 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 - Ignacio Etchegaray

