

FERTILIZACION DE CULTIVOS DE VERANO CAMPAÑA 2017/2018

1. Introducción

La campaña gruesa 2017/18 se está iniciando en un contexto complicado debido a las extensas zonas afectadas por excesos hídricos. Si bien algunas proyecciones preliminares muestran un aumento del 6% en la intención de siembra, otros reportes sugieren que el área sembrada con maíz a nivel nacional podría no aumentar o inclusive reducirse. Esto podría ocurrir en importantes zonas maiceras como las del sur de Córdoba o el norte y oeste de Buenos Aires en donde la situación es muy crítica.

Por otro lado, como aspecto favorable, los precios de los fertilizantes y las relaciones de precios (grano/fertilizante) se siguen ubicando en niveles favorables, lo que estimula la inversión en fertilización, aspecto que puede mejorar la productividad y rentabilidad de los cultivos.

En esta edición de nuestro boletín de “Fertilización de cultivos de verano” les ofrecemos una mirada detallada de la problemática de los excesos hídricos y también sobre un tema de gran interés como lo son los estabilizadores de nitrógeno utilizados para mejorar la eficiencia de uso de este importante nutriente en el cultivo de maíz.

2. Precios relativos

En el cuadro 1 se consignan los precios orientativos de los fertilizantes más comunes (sin IVA). Se observa una reducción en los precios en relación a la última campaña.

Cuadro 1: Precios fertilizantes (en u\$/tn)

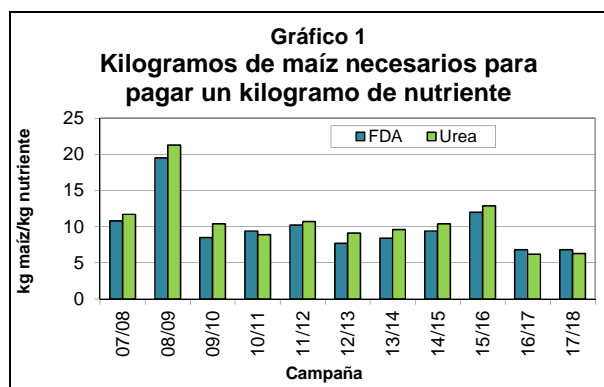
Fertilizante	Precio en agosto (u\$/tn)			
	2014	2015	2016	2017
Urea gran.	510	467	318	320
UAN 32	383	345	297	257
Sol mix® (28N, 5S)	368	330	255	240
FDA	630	600	485	478
FMA	648	608	478	478
SFT	545	495	450	460
SFS	313	295	250	230

En el cuadro 2, se consignan los precios netos del maíz y la soja para el momento de cosecha. Se tomó un precio lleno de 142 U\$S para el maíz y 250 U\$S para la soja, con gastos de cosecha y comercialización del 24% y del 16%, respectivamente.

Cuadro 2: Precios netos de productos (en u\$/tn)

Producto	2016	2017	2018
Maíz abril	78	110	108
Soja mayo	173	214	210

Con los datos de los cuadros anteriores, se elaboraron el gráfico 1 y cuadro 3, en el que podemos ver los kg de maíz o soja necesarios para pagar 1 kg de nutriente, de los diferentes fertilizantes.



Cuadro 3: kg producto para pagar 1 kg de nutriente

Fertilizante	Maíz			Soja		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017
Urea	12,9	6,2	6,3	---	---	---
UAN	13,8	8,6	7,4	---	---	---
Sol mix® (28N, 5S)	12,8	7,0	6,6	---	---	---
FDA	12,0	6,8	6,8	5,4	3,5	3,5
FMA	12,3	6,8	6,9	5,6	3,5	3,5
SFT	13,7	8,8	9,2	6,2	4,5	4,7
SFS	11,8	6,8	6,3	5,4	3,5	3,2

De acuerdo a la información presentada en el Cuadro 3 y Gráfico 1, en maíz las relaciones de precios con urea son similares a las de la campaña pasada, mientras que para el UAN y las mezclas de UAN y tiosulfato de amonio (Sol Mix®), la relación de precios es más favorable que la del año pasado. En cuanto a los fertilizantes fosfatados, no se observan cambios significativos en relación a la campaña 2016 para los fosfatos de amonio. Por el contrario, se evidencia un aumento de la relación de precios en relación al SFT y una disminución para el SFS.

En cuanto a las relaciones de precios en soja, no se observan cambios significativos en comparación con la campaña pasada.

Considerando la serie histórica, las relaciones de precios de esta campaña son favorables y deberían aprovecharse para optimizar la productividad de los cultivos a través de una correcta fertilización.

3. Los excesos hídricos y el manejo de cultivos

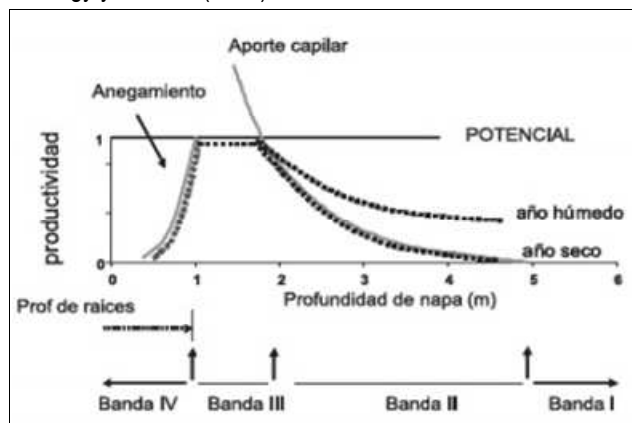
3.1. Erosión hídrica

La erosión hídrica es uno de los principales procesos de degradación de tierras que deben ser evaluados en contextos de excedentes hídricos. Aún en sistemas de siembra directa bien manejados se observan frecuentemente procesos de erosión laminar y en surcos, inclusive en lotes con poca pendiente. Existen diferentes prácticas de conservación y sistematización que se pueden establecer para reducir los escurrimientos y disminuir el efecto de este proceso de degradación (e.g. cultivos en contorno, terrazas, etc.). La viabilidad de implementación de este tipo de sistemas depende de diversos factores tanto agronómicos como económicos.

3.2. ¿Cómo influye la napa freática?

La napa freática puede representar un recurso hídrico valioso contribuyendo positivamente sobre el rendimiento o bien puede ser un problema cuando la misma se encuentra cerca de la superficie, causando fenómenos de anoxia y alteraciones en el crecimiento de los cultivos. El Gráfico 2 representa el modelo conceptual de la influencia de la napa sobre la productividad de los cultivos para las condiciones de la Región Pampeana.

Gráfico 2. Modelo conceptual del funcionamiento de las napas en relación al rendimiento del cultivo. Fuente: Jobbágy y Nosetto (2009).



El rango óptimo de profundidad de la napa freática se ubica en la banda III. En maíz y soja se ubica en 1,4-2,45 y 1,2-2,2 m, respectivamente. Cuando la napa se ubica a menor profundidad (banda IV) ocurre anoxia y peligro de anegamiento, mientras que cuando se localiza en niveles intermedios (banda II), el efecto positivo sobre el rendimiento será más favorable cuanto menor sea la profundidad.

El monitoreo de napas freáticas requiere de la instalación de freatómetros, que permiten también medir la calidad del

agua freática. El análisis de la calidad del agua freática es importante tanto para evaluar el riesgo de salinización/sodificación como así también para determinar la concentración de nutrientes como nitrógeno o azufre que pudieran significar un aporte para los cultivos.

3.3. ¿Cómo es la dinámica temporal de la capa freática?

Algunas investigaciones locales llevadas a cabo por el grupo GEA (San Luis) muestran un patrón característico de la variación de la profundidad de la napa freática, el cual se resume en el cuadro 4.

Cuadro 4. Variación temporal de la profundidad de napa. Fuente: adaptado de Jobbágy y Nosetto, 2009 y Nosetto y col (2009).

Período	Comportamiento de napa
Marzo-septiembre	Profundidad estable
Octubre-diciembre	Ascenso o descenso dependiendo de las precipitaciones
Diciembre-enero	Descenso aunque depende del consumo y precipitaciones
Febrero-mayo	Momento de mayor variabilidad y menor predictibilidad de la profundidad de la napa. Es frecuente el ascenso de la capa freática

Como se observa, la medición de la profundidad de la napa temprano en el otoño, tiene un valor diagnóstico importante en términos del riesgo hídrico, mientras que a medida que nos ubicamos en la primavera o el verano, la dinámica de las napas tienen mayor interacción con el contexto hidrológico, sobre todo consumo de agua de los cultivos y precipitaciones.

3.4. ¿Qué información tener en cuenta para la planificación de los cultivos?

3.4.1. Campos que no se encuentran afectados por anegamientos

Como se mencionó antes, el seguimiento de la profundidad y calidad del agua freática permite prevenir eventuales procesos de anegamiento y/o de salinización asociada al ascenso capilar. También es recomendable seguir de cerca información meteorológica confiable (e.g. pronósticos climáticos de corto plazo).

La selección de fechas de siembra y de genotipos son herramientas agronómicas importantes en contextos de excedentes hídricos. Así, cuando la profundidad de la capa freática lo permita, la inclusión de cultivos de cobertura y los

planteos intensificados (más cultivos en las rotaciones) aumenta la demanda evapotranspirativa, contribuyendo al descenso de la napa freática durante la estación primavero-estival.

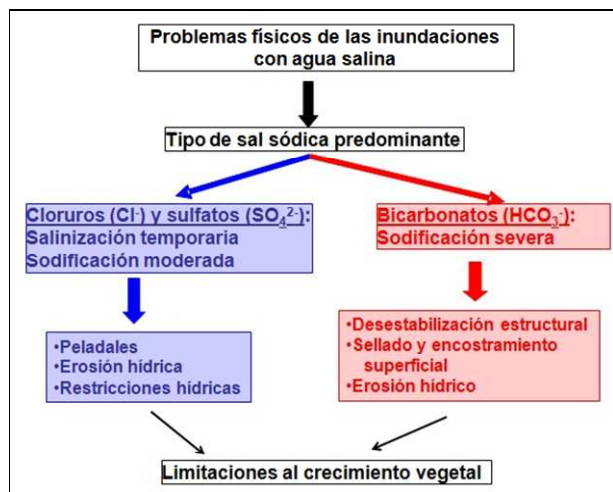
También es relevante comenzar a considerar información sobre la resistencia al anegamiento de diferentes cultivos y genotipos, información que no siempre está disponible o directamente no se ha estudiado. Asimismo, la selección de híbridos de maíz con mejor performance de secado de grano también debería tenerse en cuenta cuando se decide la compra de semilla de un determinado híbrido.

3.4.2. Campos afectados por fenómenos de anegamiento/inundación

En situaciones en donde el campo presenta situaciones de anegamiento y/o inundación, la posibilidad o no de transitar por los lotes y el estado de los caminos internos, son determinantes importantes para analizar estrategias de manejo en cada ambiente. Los análisis de imágenes pueden ser valiosas herramientas para diagnosticar la situación, determinando con precisión las áreas afectadas.

El otro aspecto a considerar es el efecto del agua de inundación sobre el suelo, cuando el agua se retira. El principal factor que incide sobre los procesos de salinización y/o sodificación posteriores a las inundaciones es la composición química del agua inundante. Así, el mayor deterioro de la calidad física de los suelos ocurren cuando el agua de inundación es de origen subterráneo (capa freática) especialmente cuando hay presencia significativa de bicarbonatos, frecuente en extensas áreas agrícolas de la Región Pampeana (Gráfico 3).

Gráfico 3. Influencia de la calidad del agua inundante sobre la calidad física de los suelos. Fuente: adaptado de Taboada y col. (2017)



4. ¿Qué son los estabilizadores de nitrógeno y qué beneficio aportan?

En los últimos años se observa un incremento en la utilización de estabilizadores de nitrógeno tanto a nivel internacional como así también en la Argentina. Dentro de los estabilizadores de nitrógeno se encuentran los inhibidores de la ureasa como el NBPT (que se aplican junto a la urea o fertilizantes que tienen urea en su composición) y los inhibidores de la nitrificación (que se aplican junto con fertilizantes amoniacales y/o generadores de amonio).

4.1. Inhibidores de la ureasa

Los inhibidores de la ureasa reducen las pérdidas de nitrógeno por volatilización de amoníaco ya que inactivan o bloquean la enzima que cataliza la hidrólisis de la urea en el suelo (pasaje de urea a amonio). El principal inhibidor de la ureasa comercializado a escala global es el NBPT producido por Koch Agronomic Services, quien lo licencia a diferentes empresas de fertilizantes. En la Argentina varias empresas de fertilizantes comercializan urea tratada con este estabilizador. De acuerdo con la información nacional y/o internacional disponible, la aplicación del NBPT incrementa el rendimiento de maíz en 5-10% como promedio de numerosos trabajos y reducen marcadamente las emisiones de amoníaco luego de la aplicación. El período de “protección” usualmente es de 10-15 días, dependiendo de las condiciones ambientales, particularmente temperatura y humedad edáfica.

La aplicación de inhibidores de la ureasa aporta beneficios principalmente cuando ocurren condiciones predisponentes para la volatilización de amoníaco. Para las condiciones de la Región Pampeana argentina, la mayor probabilidad de obtener respuestas significativas al agregado de urea o UAN con NBPT se presentan en maíces tardíos. En estas condiciones, las pérdidas por volatilización con urea aplicada al voleo en cobertura total pueden alcanzar o superar el 40-45%. Por otro lado, si bien la incorporación de la urea en el momento de la siembra permite minimizar las pérdidas, es necesario separar muy bien el fertilizante de la línea de siembra para evitar efectos fitotóxicos.

Es importante tener presente que durante el “período de estabilización” en donde actúa el NBPT debe ocurrir una lluvia o riego de 15 mm o superior para lograr la incorporación del fertilizante en el suelo. Si ello no ocurre luego de 10 o 15 días posteriores a la aplicación, la urea comienza a hidrolizarse, emitiendo amoníaco, comportándose como una urea convencional.

El tiosulfato de amonio (TSA), que en la Argentina se comercializa mezclado con el UAN en diferentes proporciones (típicamente 90-10 u 80-20%, UAN-TSA, respectivamente) también funciona como un inhibidor de la

ureasa, reduciendo las pérdidas de nitrógeno por volatilización de la urea que forma parte de la composición de este fertilizante líquido.

4.2. Inhibidores de la nitrificación

Como su nombre lo indica, los inhibidores de la nitrificación bloquean el proceso de conversión de amonio a nitrato (conocido como nitrificación). Por ello, este tipo de estabilizadores reducen las pérdidas de nitrógeno por lixiviación de nitratos y por desnitrificación. Los inhibidores más utilizados a nivel global son el DCD (desarrollado por Showa Denko y con licencias en diversas empresas y formulaciones en EE.UU, Canadá, Europa y Asia) y el Nitrapyrin (patentado por Dow AgroSciences en 1974).

4.3. ¿Cuándo puede ser un beneficio el uso de inhibidores de la nitrificación?

En la actualidad no se utilizan inhibidores de la nitrificación en cultivos extensivos de la Región Pampeana, a pesar de que por la prevalencia de excesos hídricos, podrían jugar un rol importante para mitigar parcialmente las eventuales pérdidas por lavado/desnitrificación. Estas pérdidas se suelen subestimar en los planteos de producción de maíz en donde, cada vez con mayor frecuencia, se evidencian fenómenos de precipitaciones extremas, que traen aparejado no solo pérdidas por lixiviación de nitratos, sino también por desnitrificación durante la fase de anegamiento. Es importante tener presente que la premisa frecuentemente considerada que las pérdidas por lavado y desnitrificación son bajas en maíz, se basa en estudios llevados a cabo hace varios años, en contextos hidrológicos y climáticos muy diferentes, con mucho menor incidencia en magnitud y distribución geográfica de los eventos de anegamiento/inundación.

Si bien los inhibidores se utilizan en diversos países del mundo (EE.UU, Inglaterra, España, Italia, Australia, China, entre otros) el principal mercado en cultivos extensivos es EE.UU. Así, en este país más del 90% del Nitrapyrin utilizado en el área del Midwest se utiliza en el cultivo de maíz, aunque el producto está registrado también para otros cultivos de grano como trigo o sorgo. En la actualidad alrededor del 10% del área sembrada con maíz en EE.UU recibe aplicaciones de Nitrapyrin, mercado que continúa creciendo. Este inhibidor se aplica en EE.UU principalmente junto con el amoníaco anhidro o bien mezclado con fertilizantes líquidos, principalmente UAN. La principal ventaja para el productor americano radica en la posibilidad de realizar la fertilización en otoño, momento preferido en términos logísticos ya que evita la aplicación durante la primavera. La misma a veces se demora cuando las condiciones invernales se prolongan demasiado, complicando las operaciones logísticas en los campos. Por otro lado, para aquellos productores que fertilizan con

nitrógeno en primavera, el uso de estos inhibidores permite realizar aplicaciones a la siembra o pre-siembra, evitando la fertilización en post-emergencia (sidedress application).

De acuerdo con diferentes revisiones y meta-análisis (análisis de un gran número de experimentos) realizados en los últimos años a nivel mundial, se observa que el agregado de inhibidores de la nitrificación generan aumentos de rendimiento de maíz del orden del 10%. Asimismo, en la mayor parte de los experimentos se encontraron reducciones muy significativas en las emisiones de óxido nitroso (e.g. 50-60%) y disminuciones variables en las pérdidas por lixiviación de nitratos. La magnitud de la reducción en las pérdidas por lavado dependen del momento de aplicación, dosis y sobre todo de la intensidad y distribución de las precipitaciones durante los estadios tempranos del cultivo de maíz.

4.4. Uso de inhibidores de la nitrificación como “seguros” contra el lavado y desnitrificación

Debido a la dificultad para predecir cuándo y con qué intensidad ocurren las pérdidas por lavado/desnitrificación, es muy habitual que este tipo de estabilizadores se los utilice como “seguros” para reducir pérdidas de N en situaciones de excesos hídricos. Para las condiciones del Midwest de EE.UU, tanto las universidades como algunas empresas que comercializan estos estabilizadores consideran en las recomendaciones un incremento del rendimiento del 10%, y en algunos casos como en el estado de Iowa sugieren bajar la dosis de N en 15 kg/ha de N manteniendo la eficiencia de uso de nitrógeno. Debemos recordar que las dosis medias de aplicación en maíz en esas regiones supera los 150 kg de N/ha, situación muy diferente a la de la Región Pampeana de Argentina. El costo del inhibidor es de 15 U\$S/ha, siendo el retorno a la inversión atractivo cuando se presentan años con moderadas a altas pérdidas de nitrógeno durante el otoño. Para las condiciones de la Región Pampeana, el principal uso que se le podría dar a los inhibidores es en planteos de maíz temprano, en donde ocurre con frecuencia eventos de precipitaciones elevadas y/o fenómenos de anegamiento transitorio en estadios tempranos del cultivo.

Por el contrario, las respuestas al uso de inhibidores de la nitrificación serían menores en maíces tardíos, ya que en general los balances hidrológicos suelen ser más bien deficitarios (evapotranspiración > precipitaciones). El rápido crecimiento del cultivo en siembras de diciembre provoca un significativo consumo de agua, secando las capas superficiales del suelo. Esto en general evita la ocurrencia de percolación de agua y por ello es menor el riesgo de lavado en esta época del año.

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, boro y zinc	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.	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 *et al.* (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.

PLANILLA A COMPLETAR PARA EL ENVIO 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.

TECNOAGRO S.R.L.

LABORATORIO INAGRO

Girardot 1331 – Buenos Aires (C1427AKC) Tel/Fax: (011) 4553-2474

e-mail: tecnoagro@tecnoagro.com.ar www.tecnoagro.com.ar

ANALISIS DE SUELOS, AGUAS, FERTILIZANTES Y FOLIARES
 RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION - 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