

# FERTILIZACION DE LOS CULTIVOS DE MAIZ Y SOJA CAMPAÑA 2008/2009

## 1. Introducción

Iniciamos una nueva campaña de cosecha gruesa, con un elevado nivel de incertidumbre. Podemos mencionar, algunos motivos:

- Conflicto campo gobierno, no resuelto definitivamente.
- Comercio de granos, especialmente el mercado de futuros, intervenido por la ONCCA, en forma poco feliz.
- Muy importantes aumentos de los precios de los insumos.
- Falta de financiamiento, ante la imposibilidad de concretar canjes insumo-producto.
- Economía mundial, con algunas luces amarillas.

Con este escenario, intentaremos dar alguna orientación relativa a los precios de los fertilizantes vs. el precio de los productos maíz y soja.

## 2. Precios relativos

En el cuadro 1, se consignan los precios de los fertilizantes más comunes, orientativos al productor, sin IVA. Como pueden ver, el incremento en relación a la campaña pasada, para todos los fertilizantes considerados (excepto UAN), se ubica en el orden del 140-150%.

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

Fertilizante	Precio en agosto (u\$s/tn)			
	2005	2006	2007	2008
Urea	360	320	455	1.100
UAN	255	240	380	650
Solmix	---	---	---	630
PDA	360	370	570	1.400
PMA	350	370	570	1.400
SPT	300	305	510	1.300
SPS	---	195	280	700

Merece un comentario el acuerdo anunciado por la Secretaría de Comercio Interior, con la empresa Profétil, fijando un precio para la urea de 450 u\$s/tn.

Comunicados con la empresa, se nos informó que:

- El cupo mínimo por productor es de 30 tn.
- Mercadería puesta en las terminales de Bahía Blanca, Necochea o San Nicolás.
- Hay que cumplimentar algunos requisitos previos a la autorización de la venta
- Actualmente la planta está parada y no tienen mercadería.

Estiman que las entregas podrían normalizarse a partir de los primeros días de octubre. Saque el lector sus conclusiones.

En el cuadro 2, se consignan los precios netos del maíz y la soja, a mayo del 2009. Se tomó un precio lleno de 150 u\$s/tn para el maíz, y 285 u\$s/tn para la soja, con gastos de cosecha y comercialización del 25% y del 15%, respectivamente para cada cultivo. El incremento en relación a la campaña pasada, es del 36% para el maíz y del 30% para la soja.

**Cuadro 2: Precios productos (en u\$s/tn)**

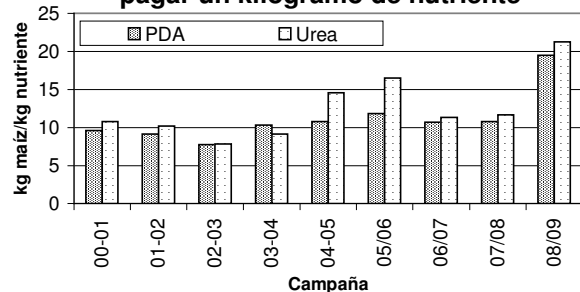
Producto	2007	2008	2009
Maíz abril	56,55	82,60	112,50
Soja mayo	132,00	185,30	242,25

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

**Cuadro 3: kg producto para pagar 1 kg de nutriente**

Fertilizante	Maíz			Soja		
	2006	2007	2008	2006	2007	2008
Urea	11,3	11,7	21,3	---	---	---
UAN	11,8	14,0	18,0	---	---	---
Solmix	---	---	17,5	---	---	---
PDA	10,7	10,8	19,5	4,1	4,8	9,04
PMA	10,7	10,8	19,5	4,1	4,8	9,04
SPT	---	---	25,0	4,7	6,0	11,6
SPS	---	---	19,0	4,2	4,7	8,75

**Gráfico 1  
Kilogramos de maíz necesarios para pagar un kilogramo de nutriente**



Las cifras nos muestran relaciones de precios nunca vistas, en las últimas campañas. Podemos resumir diciendo simplemente que se necesita un 80% más de maíz y/o de soja, para pagar un kg de nitrógeno y/o de fósforo, que en la campaña pasada.

Hoy más que nunca, consideramos que un buen diagnóstico de necesidad de fertilización, puede influir en la definición de la rentabilidad final del cultivo, especialmente maíz. En este cultivo, el rubro fertilizantes, supera el 50% del costo de producción, pensando en esquemas de altos rendimientos.

## 3. Balance de nutrientes

En los cuadros 4 y 5, se estimaron los balances de nutrientes, de una rotación de 2 años con 3 cultivos, y de 3 años con 4 cultivos, para los macronutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio), nutrientes secundarios (calcio, magnesio y azufre), y algunos micronutrientes (zinc y boro). Para las estimaciones se tuvieron en cuenta la extracción en grano (IPNI, 2008), y dosis promedio frecuentes de aplicación de nitrógeno, fósforo y azufre, vía fertilización. Finalmente se establecieron las diferencias entre salidas y entradas de nutrientes y se estimó una valoración económica del balance

final. El objetivo de este apartado es simplemente tratar de cuantificar, y valorizar la exportación de nutrientes que salen del suelo con los granos.

**Cuadro 4 - Balance de nutrientes en rotación de 2 años**

Cultivo	Extracción				Aporte Fertiliz.	Balance	Valor (u\$s/ha)	
	Trigo	Soja 2	Maíz	Total extr.				
Rend. (qq/ha)	40	35	100					
Nutriente (kg/ha)	N	72,0	84,0	131,0	287,0	180	-107	-257
	P	14,0	18,7	26,4	59,1	40	-19	-105
	K	14,0	58,4	34,7	107,2	0	-107	-129
	Ca	1,5	9,2	1,8	12,5	20	8	3
	Mg	8,8	10,7	14,0	33,4	0	-33	-23
	S	6,0	9,8	12,2	28,0	20	-8	-8
Nutriente (g/ha)	B	---	24,0	43,7	67,7	0	-68	-4
	Zn	80,0	128,0	231,4	439,4	0	-439	-9
								-531
Sin N								-274

**Cuadro 5 - Balance de nutrientes en rotación de 3 años**

Cultivo	Extracción					Aporte Fertiliz.	Balance	Valor (u\$s/ha)	
	Trigo	Soja 2	Maíz	Soja 1	Total extr.				
Rend. (qq/ha)	40	35	100	45					
Nutriente (kg/ha)	N	72,0	84,0	131,0	108,0	395,0	180	-215	-516
	P	14,0	18,7	26,4	24,1	83,2	60	-23	-128
	K	14,0	58,4	34,7	75,0	182,2	0	-182	-219
	Ca	1,5	9,2	1,8	11,8	24,3	20	-4	-2
	Mg	8,8	10,7	14,0	13,8	47,2	0	-47	-33
	S	6,0	9,8	12,2	12,6	40,6	20	-21	-21
Nutriente (g/ha)	B	---	24,0	43,7	30,0	97,7	0	-98	-5
	Zn	80,0	128,0	231,4	165,0	604,4	0	-604	-12
								-935	
Sin N								-419	

Del análisis de los mismos, se aprecia que los desbalances más importantes, corresponden a nitrógeno y potasio. Vayamos por partes.

**Nitrógeno:** el nitrógeno asimilable del suelo (nitratos y amonio), proviene en un 97-98% de su fracción orgánica. Nuestros suelos mantienen, aún en directa, un potencial de mineralización muy importante, controlado básicamente por las condiciones de humedad y temperatura. Es un nutriente muy móvil en el suelo, que se puede perder por lixiviación y/o volatilización, sólo sufriendo inmovilizaciones temporarias. No se puede acumular en el suelo, como la mayor parte de los otros nutrientes.

Cualquier intento de cubrir vía fertilizantes los requerimientos totales de cultivos como trigo y maíz, implica un menor margen del cultivo, y/o posibilidades de contaminación de napas y cursos de agua por excesos de nitratos (tema ampliamente estudiado en el mundo y en algunas zonas hortícolas de nuestro país).

La soja, gran demandante de nitrógeno, obtiene en promedio un 50% de sus requerimientos del N atmosférico, a través de la fijación biológica de nitrógeno (FBN). La fertilización nitrogenada, disminuye la fijación biológica, por lo que aumenta el consumo del suelo. Son escasas las evidencias de respuesta a la fertilización nitrogenada en este cultivo.

Resumiendo: hasta el momento no hay mecanismos que permitan acumular N en el suelo. La intensificación de las rotaciones, a través de cultivos de cobertura, y el mayor aporte de rastrojos, son posibles mecanismos actualmente en estudio, que permitirían retener parcialmente el nitrógeno en forma orgánica, y liberarlo posteriormente en forma inorgánica, por mineralización.

El diagnóstico y las recomendaciones de fertilización nitrogenada en trigo y maíz, surgen de curvas de respuesta, que tienen en cuenta el contenido de nitrógeno de nitratos en el suelo al momento de la siembra, hasta los 60 cm de profundidad, y la cantidad de N

fertilizante a agregar, para lograr un determinado rendimiento (modelos N suelo + N fertilizante).

**Fósforo:** es un nutriente poco móvil y puede acumularse en el suelo. La deficiencia de este elemento se ha generalizado en la región pampeana. En los últimos años, el productor ha intensificado su aplicación, por lo que el balance es razonablemente negativo. Los precios actuales del fósforo, hacen más complicados los esquemas de reposición o enriquecimiento del suelo en este nutriente.

**Potasio:** a pesar de que el % de extracción en granos, es en general bajo, en relación a la absorción total que hace el cultivo, las magnitudes exportadas son importantes. Afortunadamente los suelos de la región pampeana aún son ricos en este nutriente, lo que explicaría la escasa o nula reposición en cultivos extensivos. Sin embargo, se reportan descensos progresivos en los niveles de potasio intercambiable en la región.

**Azufre:** nutriente que aparece deficiente desde hace unos pocos años, con respuestas interesantes en trigo, maíz y soja. Su uso se va generalizando, especialmente en sistemas de alta producción.

**Calcio y Magnesio:** las extracciones son significativas. Comienzan a reportarse respuestas a la aplicación de calcio en cultivos como alfalfa, en suelos con saturación de calcio inferiores al 60%.

**Zinc y Boro:** las extracciones de estos nutrientes se miden en gramos. No obstante se informan respuestas interesantes al agregado de zinc en maíz, y a boro en girasol, soja y alfalfa.

Finalmente la extracción de nutrientes en una rotación de 3 cultivos en 2 años, significan un importe de u\$s 531/ha, para todos los nutrientes, o de u\$s 274/ha, si no se considera el nitrógeno, que, como dijimos, es el que no justificaría su reposición, ya que no se retiene en el suelo y el exceso se perdería.

Las cifras pasan a u\$s 935/ha, y u\$s 419/ha (con y sin nitrógeno respectivamente), para una rotación de 4 cultivos en 3 años.

## 4. ¿Cómo optimizar el manejo de la dosis, forma y momento de fertilización con fósforo?

### 4.1. El diagnóstico como base de toma de decisiones

Independientemente del criterio que se utilice en el manejo de la fertilización fosfatada, el diagnóstico de fertilidad basado en el análisis de suelos es el pilar fundamental para evaluar la disponibilidad de fósforo y estimar la necesidad de fertilización. Considerando que el muestreo es la principal fuente de error en el proceso de diagnóstico de fertilidad, para que el dato analítico provisto por el laboratorio resulte útil es necesario partir de una muestra de suelo representativa.

### 4.2. ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de las diferentes filosofías de manejo del fósforo?

Considerando que hay gran diversidad de formas de tenencia de la tierra, nivel de tecnología aplicada, nivel de riesgo asumido, etc. los criterios aquí mencionados no pretenden establecer un modelo ideal u óptimo de manejo del fósforo. Por el contrario, las reflexiones consignadas en estos párrafos, tienen como objetivo aportar conceptos y criterios que puedan ser adaptados a diferentes escenarios de producción.

Es posible mencionar dos filosofías básicas para el manejo de la fertilización fosfatada: "suficiencia" y "construcción y mantenimiento". El criterio de suficiencia busca maximizar el retorno económico de la inversión en fertilizantes en la estación de crecimiento en la cual el nutriente fue aplicado. La filosofía de construcción y mantenimiento (o de "incrementar y mantener") tiene

como objetivo incrementar progresivamente el contenido de fósforo del suelo hasta superar levemente los umbrales críticos del nutriente. Los sistemas de producción que manejan el fósforo con el criterio de suficiencia, generan niveles del nutriente en el suelo, por debajo de los límites críticos.

Por el contrario, los agro-sistemas manejados con criterio de reposición que lograron alcanzar el nivel crítico para la rotación (ej. 20-25 ppm de P Bray 1 en rotaciones trigo/soja 2da. - maíz - Soja 1ra. o maíz - trigo/soja 2da.), resultan más estables y permiten aprovechar las interacciones positivas con otros nutrientes y/o recursos.

Los arrendamientos por uno o dos años representan una gran limitante para establecer sistemas de manejo más sustentables. Esta realidad sumada al contexto actual de precios internacionales de fertilizantes, configura un escenario complejo a la hora de definir el programa de fertilización en campos alquilados. En campo propio, tampoco es posible definir un modelo único de recomendación, debido a las notables variaciones en tecnología aplicada, grados de innovación y riesgo en los diferentes segmentos de productores. Un aspecto relevante es tener en cuenta que una adecuada fertilización con fósforo mejora la eficiencia de otros nutrientes como nitrógeno y azufre en maíz y trigo, y azufre en soja. Así, una reducción muy marcada del agregado de fósforo en maíz podría limitar la respuesta en el uso del nitrógeno. Conocer la disponibilidad de fósforo en el suelo también permite estimar posibles caídas en la producción debidas a reducciones en la dosis de fósforo. La soja maximiza su rendimiento con niveles de P Bray 1 (0-20 cm) de alrededor de 10 ppm. En maíz, lotes con menos de 16 ppm de P Bray 1 requieren fertilización para no limitar la normal producción del cultivo.

### 4.3. ¿Cuáles son las formas y momentos de aplicación de fósforo?

En general para todos los cultivos de granos, es recomendable aplicar el fósforo a la siembra, al costado y por debajo de la línea de siembra. En suelos con niveles de fósforo intermedios o altos o cuando se manejan dosis elevadas de fósforo, se reducen las diferencias entre formas de colocación (voleo vs. bandas), pasando a tener más relevancia las cuestiones logísticas y de manipuleo. Sin embargo, las menores temperaturas de suelo en siembra directa, pueden limitar el abastecimiento de fósforo en maíces sembrados en fecha temprana, aún en lotes con niveles de P Bray 1 relativamente altos. El fertilizante fosfatado cerca de las raíces mejora el crecimiento inicial y la uniformidad del stand de plantas.

### 4.4. ¿Cuáles son las principales diferencias entre las fuentes de fósforo?

Es posible diferenciar dos grandes grupos de fertilizantes fosfatados:

- Fertilizantes "solubles" o de liberación inmediata
- Fertilizantes "insolubles" o de liberación progresiva

El primer grupo corresponde a los fertilizantes sólidos granulados de uso convencional, que son 100% solubles en agua y de liberación inmediata (alta biodisponibilidad). El segundo grupo corresponde a minerales como la roca fosfórica (fosforita o hiperfosfato de roca), en donde el fósforo se encuentra bajo alguna forma mineralógica de apatita (ej. fluor-apatita). Esta forma de fósforo es insoluble en agua y de liberación progresiva.

Dentro de los fertilizantes fosfatados "solubles" existen varios tipos en el mercado argentino, siendo las formas sólidas las más utilizadas. Los fertilizantes de uso generalizado como superfosfatos

(SPS, SPT) o fosfatos amoniacales (MAP, DAP) proveen el fósforo como anión ortofosfato, que es la forma en la que las plantas absorben el nutriente. Otra forma de fósforo en fertilizantes es la de polifosfatos, de menor difusión y en general más caros por unidad de fósforo. El polifosfato una vez disuelto en el suelo es rápidamente convertido a ortofosfatos. En términos generales, no hay diferencias agronómicas entre las diferentes formas de fósforo ni entre presentaciones (líquidos vs. sólidos) cuando se aplica la misma cantidad de nutriente. El uso de polifosfatos puede tener algún beneficio en fertirriego, por su gran solubilidad y menor generación de precipitados.

En cuanto al uso de roca fosfórica, su efectividad agronómica depende de diversos factores, tanto del mineral, del suelo, del cultivo y de las formas y momentos de aplicación. En términos generales las rocas fosfóricas más reactivas (con mayor ritmo de disolución y liberación de fósforo) se asocian con materiales de origen sedimentario y con alta solubilidad en solventes orgánicos. Como guía general las rocas fosfóricas se deben utilizar en suelos con pH menores a 5,5, resultando interesantes en cultivos perennes. En cultivos anuales pueden complementar el manejo de fertilizantes solubles.

### 5. Descompactación mecánica en maíz. Efectos residuales en la rotación de cultivos.

En el Boletín del año pasado (N° 48, disponible en [www.tecnoagro.com.ar](http://www.tecnoagro.com.ar)), mostramos los resultados de respuesta a la descompactación mecánica en maíz en lotes de producción del CREA Santa Isabel. Este año presentamos los resultados de residualidad en el rendimiento de los cultivos implantados a continuación del maíz. Para el seguimiento de la residualidad en rendimiento se seleccionaron los lotes que habían verificado las mayores respuestas directas a la descompactación mecánica en el maíz. Se hallaron respuestas de entre 5 y 16% en el rendimiento de trigo establecido luego del maíz. Las respuestas en soja fueron, o bien bajas o presentaron una elevada variabilidad que no permitieron efectuar conclusiones robustas. En los cuadros 6 y 7, se indican los rendimientos en maíz y cultivos posteriores de la rotación (expresados en tn/ha) para el Testigo, el tratamiento Descompactado y su respuesta en porcentaje, para los establecimientos "La Lolita" y "San Alfredo".

**Cuadro 6 - Establecimiento La Lolita**

Rotación	Maíz 06/07			Trigo 07/08		
	Test.	Desc.	Resp. (%)	Test.	Desc.	Resp. (%)
3A	11,3	12,4	9,7	4,0	4,6	16,2
6B	12,5	13,3	6,4	5,7	6,0	5,2

**Cuadro 7 - Establecimiento San Alfredo**

Rotación	Maíz 06/07			Soja 1ra. 07/08		
	Test.	Desc.	Resp. (%)	Test.	Desc.	Resp. (%)
39N	11,6	12,1	4,2	4,8	4,9	2,0

Los resultados de dos campañas de experimentación y evaluación del uso de descompactadores y su influencia en propiedades físicas edáficas, indican respuestas directas interesantes en el rendimiento de maíz y alguna evidencia de residualidad en el trigo posterior. Por el contrario, en soja los resultados son poco consistentes y requieren más evaluaciones.

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

Las muestras de suelo deben extraerse a través de un sistema de muestreo compuesto a 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 muestra simple cada 2 ha de superficie (20 submuestras como mínimo). Si la superficie del lote es mayor de 50 ha y/o presenta sectores con distintos suelos, diferencia de relieve o cualquier aspecto que considere que puede diferenciar las distintas partes del lote, se deben tomar muestras compuestas por separado de las mismas. Evite el muestreo de antiguos comederos, bebederos, tinglados, etc. En caso de lotes con antecedentes de siembra directa (cuando se requiera la determinación de fósforo), es conveniente duplicar el número de submuestras superficiales, evitando muestrear en el surco del último cultivo o muy cerca del mismo. Se recomienda el uso de un barreno o calador.

Con el conjunto de muestras simples 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 plástico que se cierran bien 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 48 horas entre el momento de extracción y la llegada de las muestras al laboratorio.

Para decidir cuando extraer las muestras, tenga en cuenta que nuestro laboratorio le entregará los resultados dentro de los cinco días hábiles de haberlas recibido.

Debe completarse la planilla de información adjunta. Es imprescindible enviar los datos de años de agricultura, cultivo antecesor, lluvias de los 90 días anteriores a la siembra (si fuera para maíz o girasol), sistema de labranza y rendimiento esperado.

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

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

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

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

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.

# 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)

---

RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION - MAPAS DE SUELOS - SUBDIVISION DE CAMPOS  
MANEJO Y CONSERVACION DE SUELOS Y AGUAS - INDICE DE FERTILIDAD POTENCIAL A  
NIVEL DE LOTE - ANALISIS DE SUELOS, AGUAS, FERTILIZANTES Y FOLIARES

---

Ings. Agrs.: Luis A. Berasategui - Enrique R. Chamorro - Martín R. Weil - Alberto R. Ongaro

Luis A. Taquini - José A. Lamelas - Brenda Lüders - Alberto Sánchez

Martín Torres Duggan