



# FERTILIZAR

ASOCIACION CIVIL

Octubre 2017 | N°39

Impacto de la Profundidad del Suelo

## SOBRE EL RENDIMIENTO DEL MAÍZ

### ENTREVISTA

Luis Ventimiglia, Jefe del Inta g de Julio



# ¡SUMARIO

Revista FERTILIZAR - N°39 - Octubre 2017

**03**

## Editorial

Ing. Agr. Ma Fernanda  
González Sanjuan

**04**

## Impacto de la Profundidad del Suelo sobre el Rendimiento del Maíz

Fernando Ross ross.

**10**

## Fertilizantes mejorados. Disminuyen las pérdidas de nitrógeno, aumentan la eficiencia de uso de nutrientes; pero aumentan los rendimientos? Un Meta-Análisis

Aijânio G. B. Silva, Cleiton H. Sequeira, Renata A. Sermarini, y Rafael Otto

**14**

## Entrevista Luis Ventimiglia

Por Gabriel Quáizel  
Gentileza Horizonte A

**18**

## Manejando la Fertilización Nitrogenada en Maíz para calificar tipo "PLATA "

Alfredo Cirilo

**22**

## Maíz: La fertilización con nitrógeno depende de la densidad de siembra... y viceversa

Cecilia Cerliani, Rafael Naville, Guillermo Balboa, Alejo Ruiz, Gabriel Martínez Bologna, Nicolás Bossio, Gabriel Espósito.

**26**

## Aplicación de N a lo largo del ciclo del maíz con sistemas de riego por goteo subterráneo

Ing. Agr. Ricardo Melgar

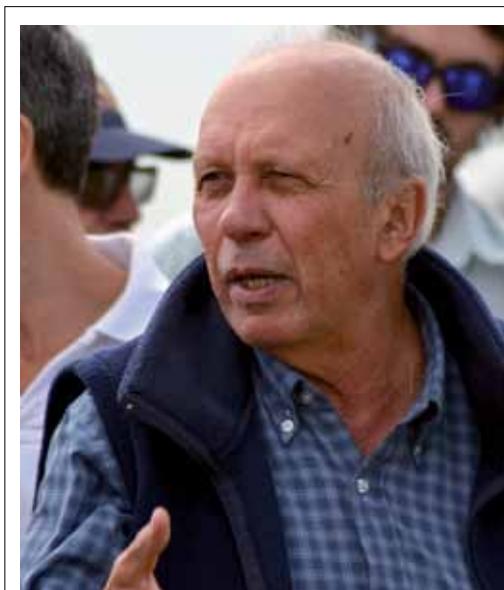
**32**

## Intensificación productiva en maíz: comparación de modelos de fertilización para la región núcleo

Gustavo N. Ferraris, María Cecilia Paolilli, Martín Díaz Zorita y Andres Grasso

**38**

## Novedades





# EDITORIAL

Les damos la bienvenida a un nuevo número de nuestra revista donde podrán encontrar artículos que estamos seguros que serán de su interés. En esta edición, Fernando Ross, de la EEA Barrow-INTA, escribe sobre el impacto de la profundidad del suelo sobre el rendimiento del maíz y Alfredo Cirilo, también del INTA, sobre el manejo de la fertilización nitrogenada en maíz para calificar tipo "PLATA". También publicamos un artículo de Aijânio G. B. Silva, Cleiton H. Sequeira, Renata A. Sermarini, y Rafael Otto, donde analizan los efectos de los fertilizantes mejorados. Y por su parte, Ricardo Melgar, EEA Pergamino-INTA, escribe sobre la aplicación de Nitrogeno a lo largo del ciclo del maíz con sistemas de riego.

Desde la Universidad Nacional de Río Cuarto, Cecilia Cerliani, Rafael Naville, Guillermo

Balboa, Alejo Ruiz, Gabriel Martínez Bologna, Nicolás Bossio y Gabriel Espósito escriben sobre la relación entre la fertilización con nitrógeno y la densidad de siembra en el maíz. Por último, compartimos el informe sobre la intensificación productiva en el maíz y la comparación de modelos de fertilización para la región núcleo, desarrollado por Gustavo N. Ferraris, María Cecilia Paolilli, Martín Díaz Zorita y Andrés Grasso.

Además, les acercamos una entrevista a Luis Ventimiglia, jefe del INTA 9 de Julio y pionero de la nutrición de cultivos, quien compartió con nosotros su experiencia y nos contó su visión sobre la fertilización de cultivos y la producción agropecuaria en general.

También podrán encontrar en este número

las conclusiones que nos dejó el encuentro con el profesor asociado de Fertilidad de Suelos y Manejo de Nutrientes de la Universidad Estatal de Kansas, Dorivar Ruiz Díaz, quien compartió sus conocimientos sobre estrategias de manejo y tecnologías para maíz de alto rendimiento. Jorge Bassi, vicepresidente de Fertilizar, y Andrés Grasso, miembro del Comité Técnico de Fertilizar, también fueron parte de esta jornada que convocó a periodistas especializados para debatir el contexto productivo y económico de la campaña de maíz 2017/18.

Esperamos que disfruten de la lectura y se lleven información útil y de calidad.

Cordialmente,

**Ing. Agr. Ma Fernanda González Sanjuan**

Gerente Ejecutivo

## FERTILIZAR

Asociación Civil

### Presidente:

Mario Suffriti (Profertil S.A.)

### Vicepresidente 1ro:

Jorge Bassi (Bunge Argentina S. A.)

### VicePresidente 2do:

Victor Accastello (ACA)

### Secretario:

Ezequiel Resnicoff (YPF)

### Prosecretario:

Camila López Colmano (Nidera S. A.)

### Tesorero:

Diego Antonini (Profertil S. A.)

### Protesorero:

Marco Prenna (ACA Coop. Ltda.)

### Vocales Titulares:

Federico Daniele (ASP)  
Margarita Gonzalez (YARA)

### Vocales Suplentes:

Pedro Faltthausser (Bunge Argentina S. A.)  
Cristian Hannel (Profertil S. A.)

### Revisor de Cuentas:

Francisco Llambias (Profertil S.A.)

### Revisor Suplente:

Victor Accastello (ACA)

### Comité Técnico

R. Rotondaro  
G. Deza Marín  
M. Palese  
M. Díaz Zorita  
I. Cartey  
J. Urrutia  
P. Lafuente  
D. Germinara  
P. Poklepovic  
M. F. Missart  
M. Toribio  
M. Zaro  
M. Avellaneda

### Gerente Ejecutiva

M. Fernanda González Sanjuan

ACA  
ASP  
AGRILIQUD SOLUTIONS  
AMEROPACONOSUR SRL  
BROMETAN  
BUNGE  
COMPO ARGENTINA  
EMERGER  
FULLTEC SRL  
HELM ARGENTINA  
KEYTRADE AG  
LOUIS DREYFUS  
COMMODITIES  
MOLINOSRIO DELA PLATA

### Asesor de Contenidos

Ricardo Melgar

### Corrección

Martín L. Sancia

### Coordinación General

Paula Vázquez

### Producción

Horizonte A Ediciones

MOSAIC  
NIDERA  
NITRON  
NOVOZYMES  
PHOSCHEM  
PROFERTIL  
RECUPERAR SRL  
RIZOBACTER  
STOLLER ARGENTINA  
TIMACAGRO ARGENTINA  
TRANSAMMONIA  
YARA  
YPF S.A.

# STAFF



# IMPACTO DE LA PROFUNDIDAD DEL SUELO SOBRE EL RENDIMIENTO DEL MAÍZ

**Fernando Ross** [ross.fernando@inta.gov.ar](mailto:ross.fernando@inta.gov.ar)



**E**n la región pampeana sur, en particular el sudoeste bonaerense, el clima y el suelo son factores que frecuentemente limitan la posibilidad de obtener altos rendimientos agrícolas. La alta variabilidad en las precipitaciones tanto intra como interanual, combinado con suelos de variable espesor por la presencia de tosca (carbonato de calcio cementado) a diferentes profundidades determinan frecuentes fracasos económicos en siembras de maíz, un cultivo exigente en profundidad de suelo aun cuando los suelos que están sobre la capa de tosca son fértiles y productivos.

Así, el elevado déficit hídrico en verano junto a una limitada capacidad de almacenaje de agua de muchos suelos de la región, limitan la expansión del área de siembra de maíz. Sin embargo, los avances genéticos sobre tolerancia a condiciones de estrés, la

siembra directa, el control eficiente de malezas, tolerancia a insectos, entre otros abren una puerta al desarrollo de este cultivo en la región.

La profundidad efectiva es un factor altamente determinante de los rendimientos del maíz, ya que a medida que el cultivo se desarrolla, sus raíces se profundizan y extraen agua disponible de los horizontes más profundos para satisfacer las crecientes necesidades de agua de las plantas. Cuando esta expansión radicular se limita, también se achica la cantidad de agua y se potencian el estrés hídrico propio de los días cálidos del verano.

Un reciente trabajo muy completo conducido por el Ing. Fernando Ross en la Chacra Experimental Barrow del INTA, en las cercanías de la ciudad de Tres Arroyos, integra dos importantes factores de manejo, como

la selección de híbrido y la densidad de siembra en suelos con profundidades variables para determinar la magnitud del impacto del suelo sobre el rendimiento y la prolificidad. Procurando de esta manera ajustar el manejo del cultivo en los ambientes agrícolas de baja productividad del sur bonaerense.

### MATERIALES Y MÉTODOS

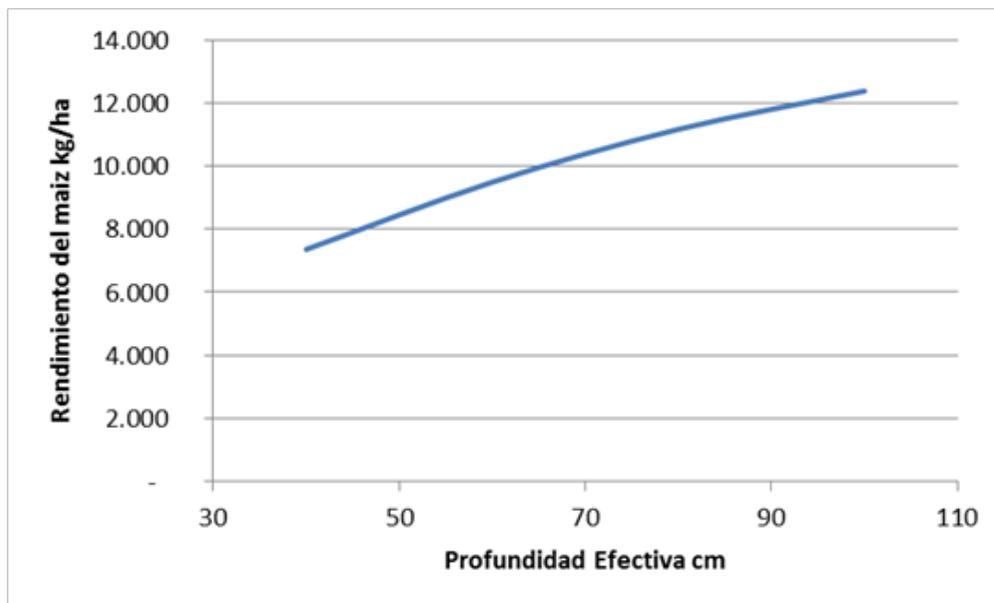
Se condujo un experimento con varios híbridos de maíz que se sembró el 18 de noviembre de 2015 sobre un suelo de la serie Tres Arroyos. Se evaluaron 88 tratamientos producto de la combinación de dos ambientes contrastantes en profundidad efectiva, cuatro densidades de siembra y once híbridos (Tabla 1). El cultivo se sembró sobre un lote con más de 3 meses de barbecho libre de malezas con antecesor soja. A la siembra se fertilizó con 100 kg/ha de fosfato dia-



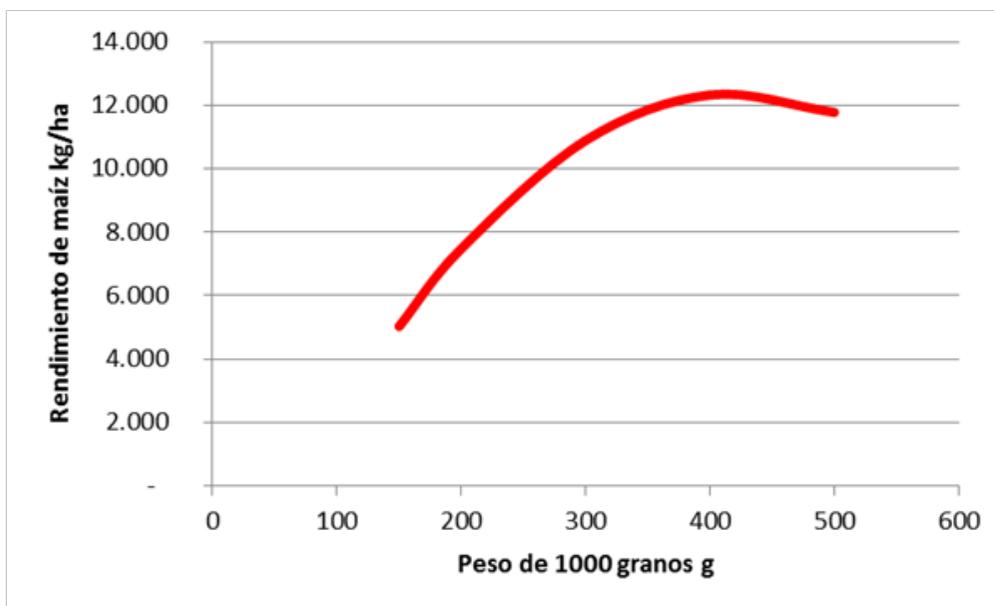
>> **Tabla 1.** Tratamientos evaluados.

| Factor        | Niveles   |
|---------------|---|
| Ambiente (2)  | Profundo (PE:97 cm) y Somero (PE: 62 cm)                                    |
| Densidad (4)  | 20 ; 40 ; 60 y 80 mil pl/ha   |
| Híbridos (11) | ADV8319 AX7784 AX7822 AX7918 AX852 AX870<br>DK670 DK7010 DK7310 PW505 PW507 |

>> **Fig. 1.** Rendimiento en función de la profundidad de suelo. Ajuste de las medias de los 88 tratamientos (11 híbridos x 4 densidades de siembra x dos ambientes).



>> **Fig. 2.** Rendimiento en función del peso de 1000 granos. Ajuste de las medias de los 88 tratamientos (11 híbridos x 4 densidades de siembra x dos ambientes).



mónico y luego de la emergencia con 200 kg/ha de urea, totalizando 64 kg de N y 46 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por hectárea.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las condiciones meteorológicas de la campaña resultaron favorables para el crecimiento y desarrollo del cultivo de maíz. A pesar que las lluvias no fueron muy abundantes, fue la ocurrencia oportuna de precipitaciones lo que determinó un estado hídrico adecuado durante el periodo crítico. En cambio, durante la etapa de llenado de granos el cultivo sobrellevó un momento de estrés severo que comenzó a inicios de marzo y que afectó el crecimiento y desarrollo del cultivo.

### Rendimiento

Las condiciones ambientales determinaron un excelente crecimiento y rendimiento del cultivo superando considerablemente los resultados de campañas anteriores. El potencial productivo determinó, según datos individuales, que el rendimiento se relacione significativamente con la profundidad de suelo (Figura 1). En esta campaña, con 60 cm de profundidad efectiva se obtuvieron en promedio 9500 kg/ha cuando en años previos los rendimientos obtenidos para la misma profundidad efectiva oscilaron entre 5500 y 6500 kg/ha.

Las excelentes condiciones durante el periodo crítico determinaron un elevado número de granos en ambos ambientes, pero las condiciones de estrés hídrico que sucedieron durante la etapa de llenado, resultaron variaciones en el rendimiento que se asociaron mejor con el peso promedio de granos (Figura 2) que con el número de granos. Estos resultados se explican porque el buen estado hídrico durante el periodo crítico determinó que se fijaron muchos destinos (granos) que luego el estrés hídrico posterior durante el llenado afectó el tamaño y peso final alcanzado por los granos.

### Efecto de los factores sobre el rendimiento

Sin bien, la respuesta a la densidad de siembra resultó significativa la

magnitud de la misma resultó relativamente escasa, aun en el sitio profundo, con aproximadamente 1 t/ha de aumento (Figura 3).

Sin embargo, la respuesta a la densidad de siembra fue diferente según los híbridos. En la tabla 2 se puede observar respuestas diferenciales y agrupar los híbridos por su sensibilidad a la densidad. No obstante, debemos considerar que las condiciones ambienta-

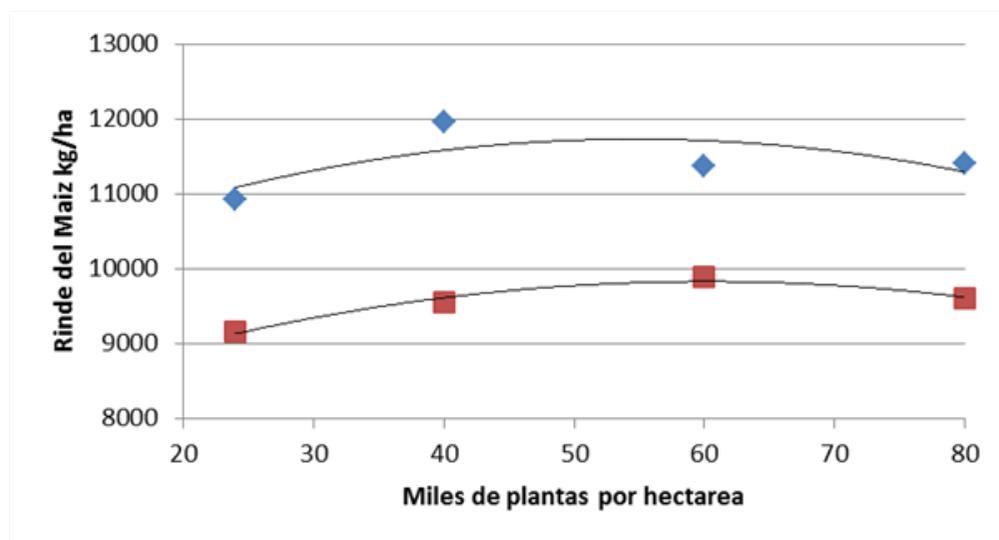
les de esta campaña maximizaron la expresión de los mecanismos compensatorios por densidades sub-óptimas y que el estrés en llenado limitó la potencialidad alcanzada por las altas densidades en periodo crítico.

### Rendimiento y mecanismos compensatorios

Las condiciones hídricas que determinaron un buen crecimiento inicial del

cultivo maximizaron la expresión de los mecanismos de compensación frente a densidades sub-óptimas. En esta campaña la compensación por macollos resultó muy significativa. La presencia de macollos fértiles aportando al rendimiento fue inversamente proporcional a la densidad, compensando rendimientos en especial en el ambiente de suelo profundo. Este mayor aporte de los macollos en suelo profundo colaboró con una menor respuesta a densidad respecto del sitio somero.

>> **Fig. 3.** Rendimiento en función de la profundidad efectiva y la densidad de plantas. Cada punto es promedio de 11 híbridos.



Se encontró que las diferencias en la capacidad de compensación por macollos de los híbridos interactuaron con la profundidad efectiva del suelo (Figura 3). Además, la capacidad compensatoria por macollos ante distintas densidades de siembra difirió notablemente entre híbridos.

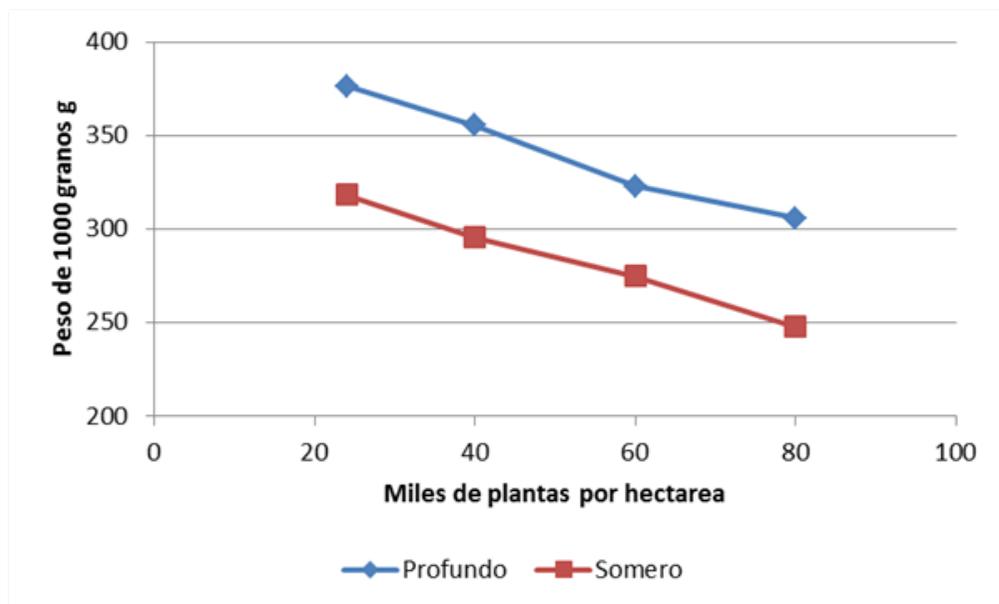
La "prolificidad" o cantidad de espigas por planta, es otra variable que permite al cultivo compensar parcialmente la reducción del rendimiento cuando se utilizan bajas densidades. En este caso solo se consideró la prolificidad del tallo principal y no incluye a las espigas aportadas por los macollos, que intervienen en la compensación vía macollos fértiles ya descrita. De acuerdo con las excelentes condiciones ambientales hasta el periodo crítico inclu-

>> **Tabla 2.** Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento de cada híbrido.

| Híbrido | Densidad de siembra. Miles plantas por ha |       |       |       | Aumento |          |
|---------|---|-------|-------|-------|---------|----------|
|         | 24  | 40    | 60    | 80    |         |          |
|         |   |       |       |       |         | Kg/ha/ha |
| AX852   | 11099                                     | 10860 | 11073 | 10800 | 299     | 3%       |
| AX7822  | 10356                                     | 10745 | 10754 | 10493 | 398     | 4%       |
| AX7784  | 11339                                     | 11551 | 11343 | 10993 | 558     | 5%       |
| PW507   | 10239                                     | 10899 | 10390 | 10311 | 660     | 6%       |
| DK670   | 11093                                     | 11656 | 11939 | 11747 | 846     | 8%       |
| PW505   | 9435                                      | 10229 | 10040 | 10003 | 794     | 8%       |
| DK7310  | 10527                                     | 11025 | 10162 | 10563 | 863     | 8%       |
| AX7918  | 10523                                     | 10966 | 10317 | 10069 | 897     | 9%       |
| DK7010  | 9705                                      | 10738 | 10933 | 10416 | 1228    | 13%      |
| AX870   | 9920                                      | 11107 | 11226 | 10759 | 1306    | 13%      |
| ADV8319 | 7627                                      | 9846  | 9945  | 10287 | 2660    | 35%      |



» Fig. 6. Efecto de la densidad de siembra sobre el peso de mil granos en función de la profundidad efectiva del suelo. Cada punto es el promedio de once híbridos.



**Probablemente, la expresión de la compensación por estos mecanismos demande mayores niveles de tasas de crecimiento por planta, valores que fueron alcanzados durante esta campaña.**

sive, las diferencias de prolificidad entre ambientes resultaron significativas pero de muy escasa magnitud, con 1.22 y 1.19 espigas por planta en el suelo profundo y en el suelo somero respectivamente. En cambio, dado que este carácter es del genotipo en interacción con el ambiente, se observaron marcadas diferencias de prolificidad entre genotipos (Figura 5).

El rendimiento por espiga o tamaño de espiga es la última variable que consideraremos como mecanismo compensatorio. En ambiente de suelo profundo las espigas fueron mayores, con mayor número de granos por espiga que en los suelos someros (190 vs. 168 granos por espiga).

A baja densidad, los híbridos con menor prolificidad alcanzaron una buena compensación producto de espigas de

mayor tamaño y a través de más macollos fértiles. Considerando todos los híbridos, la reducción del rendimiento por espiga con altas densidades de siembra (por deficiencias de llenado) limitó la respuesta del cultivo a este factor.

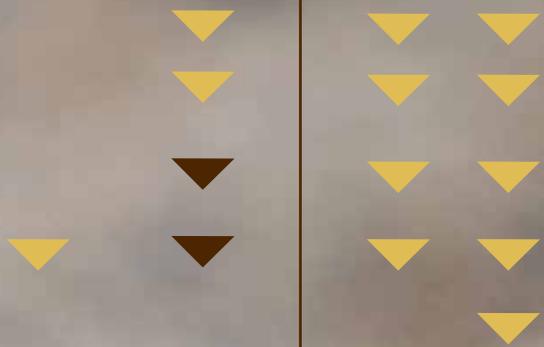
#### CONSIDERACIONES FINALES

Las condiciones meteorológicas de la campaña resultaron benignas, lográndose rendimientos mayores a los obtenidos en campañas previas y a los modelados para la serie histórica de la Chacra Barrow.

Como es de esperar en condiciones de secano, se obtuvieron diferencias de rendimiento entre el sitio profundo y el somero, que en promedio se acerca a los 2000 kg/ha. En densidades bajas se

obtuvieron altos rendimientos producto de la compensación por macollos fértiles, por prolificidad y por tamaño de espiga. En cambio, a altas densidades en ausencia de plantas estériles el bajo rinde por espiga limitó el rendimiento final y la consecuente respuesta a la densidad.

A diferencia de la compensación por prolificidad, la compensación por macollos fértiles y por tamaños de espiga resultó mayor a la observada en campañas previas y determinó niveles compensatorios en híbridos no prolíficos mayores a los observados en esos años. Probablemente, la expresión de la compensación por estos mecanismos demande mayores niveles de tasas de crecimiento por planta, valores que fueron alcanzados durante esta campaña.



# Fertilizantes mejorados

Disminuyen las pérdidas de nitrógeno, aumentan la eficiencia de uso de nutrientes; ¿pero aumentan los rendimientos? **Un Meta-Análisis**

Aijãnio G. B. Silva, Cleiton H. Sequeira, Renata A. Sermarini, y Rafael Otto

En el mercado Argentino hace ya un tiempo que se comercializan fertilizantes nitrogenados modificados por aditivos que mejoran su eficiencia agronómica; esto es, resultan en una mayor absorción del N por los cultivos que los fertilizantes que no son tratados. Entre estos aditivos tenemos inhibidores de ureasa y de la nitrificación. Entre los primeros, el nBTP o N-(n-butil) tiofosfórico triamida es por lejos el inhibidor de ureasa más común y conocido. Luego del vencimiento de su patente hace unos pocos años, ya lo produce más de un fabricante y se comercializa a través de varios canales.

El efecto del nBPT es demorar la hidrólisis de urea por la inhibición de la enzima específica (ureasa), reduciéndose así la pérdida del  $\text{NH}_3$  por volatilización, ya que cuando al descomponerse por efecto de la ureasa, la molécula de urea se transforma en carbonato de amonio, inestable y que si no está en contacto con agua se volatiliza como amoníaco ( $\text{NH}_3$ ). Al demorarse esta reacción, aumenta la chance que ocurra una precipitación que disuelva e incorpore a la urea aplicada sobre la superficie hacia la profundidad del suelo y así ligarse químicamente con el agua y las partículas minerales quedando retenida como ion  $\text{NH}_4^+$ . De esta manera, el efecto final es mejorar la disponibilidad de N para los cultivos.

Muchos ensayos han sido conducidos en todo el mundo, y en el país varios grupos de trabajo independientes han llegado a resultados similares. A pesar de que una gran mayoría de estudios han demostrado el potencial de reducir las pérdidas de  $\text{NH}_3$  de la urea tratada con nBPT, los beneficios resultantes

de su uso para conseguir aumentos de rendimiento de los cultivos han sido menos consistentes. Principalmente debido a que el N no siempre es el factor limitante.

Se presentan los resultados de un meta-análisis llevado a cabo para evaluar el efecto de las propiedades del suelo (pH, textura y materia orgánica), dosis de N, y concentración de nBPT en las pérdidas por volatilización de  $\text{NH}_3$  y el rendimiento de los cultivos de la urea tratada con nBPT comparada con urea sin tratar. El meta-análisis es una evaluación conjunta de muchos trabajos publicados con aproximadamente los mismos objetivos, y que básicamente sean comparables y puedan analizarse estadísticamente.

En este caso el estudio se realizó con los datos de trabajos publicados entre 1990 y 2014. Las pérdidas de  $\text{NH}_3$  incluyeron 35 estudios y 121 observaciones, mientras que el análisis para evaluar las ventajas sobre el rendimiento tuvieron 25 estudios y 87 observaciones. En la mayoría de los estudios, los datos de pérdidas de  $\text{NH}_3$  fueron obtenidos utilizando métodos cámaras estáticas o semi-estáticas. Los trabajos evaluaron las pérdidas de urea aplicada sobre la superficie del suelo, y los cultivos fue-

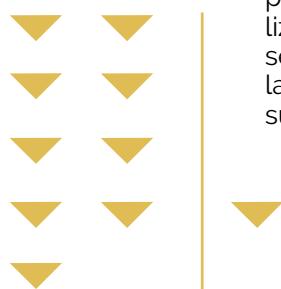
ron varados y de gran importancia económica, trigo, maíz, arroz, cebada, caña de azúcar, etc.

Los estudios publicados elegidos para analizar las pérdidas de  $\text{NH}_3$  para el meta-análisis provinieron de 12 países: Brasil (22.9%), Estados Unidos (20%), Nueva Zelandia (8.6%), Canadá (8.6%), España (8.6%), Australia (5.7%), Argentina (5.7%), Irlanda (5.7%), Italia (5.7%), India (2.9%), Reino Unido (2.9%), y Bélgica (2.9%). Los estudios para el análisis de la urea tratada con nBPT sobre el efecto en los rendimientos fueron de Brasil (40%), Nueva Zelandia (20%), Estados Unidos (12%), España (8%), Argentina (8%), China (4%), Australia (4%), e Irlanda del Norte (4%).

## EL EFECTO DE LA UREA+ NBTP SOBRE LAS PÉRDIDAS DE N POR VOLATILIZACIÓN

El análisis indicó que las pérdidas de  $\text{NH}_3$  acumuladas totalizaron un 31 % para la urea común mientras que la urea tratada con nBPT se redujeron a la mitad, 14,8% del N aplicado, equivalente a un 52% de reducción de las pérdidas como  $\text{NH}_3$  utilizando el inhibidor de ureasa.

Además el inhibidor produjo un retraso



en las pérdidas de NH<sub>3</sub>. Tomó 4.8 y 8.3 días desde la aplicación para que se pierda el 50% del total como NH<sub>3</sub> para la urea sin tratar y con nBTP respectivamente.

El análisis indicó que la urea tratada con nBTP redujo la pérdida de la volatilización de NH<sub>3</sub> sin discriminar en los suelos de todo el rango de pH, texturas, con distintos contenido de Materia orgánica y dosis de N aplicado.

**EFFECTO DE LA UREA+ NBTP SOBRE EL AUMENTO DEL RENDIMIENTO**

Por otra parte el meta-análisis indicó que el aumento promedio de rendimiento de los cultivos fue del 5,3% para la urea tratada nBTP en comparación con urea común. Esta tendencia fue observada en todas los niveles de pH, contenido de materia orgánica, y de niveles de N aplicado.

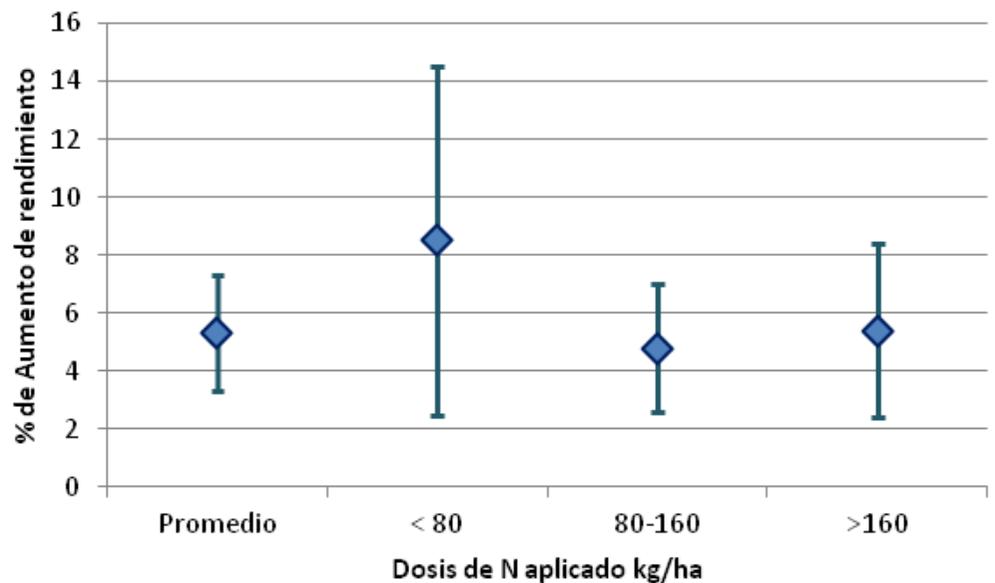
El uso del inhibidor tuvo un efecto limitado sobre el aumento de rendimiento en suelos de texturas gruesas, que pueden explicarse porque sin bien en promedio las disminuciones de pérdidas estuvieron en consonancia con los observados en otras texturas más finas, los suelos arenosos tienen otros mecanismos de pérdida de N; por ejemplo, por lixiviación, mitigando los aumentos de rendimiento.

La fertilización con Urea + NBPT mostró un aumento promedio del rendimiento de 5,3% para los principales cultivos. Aunque a dosis menores a 80 kg de N/ha, los incrementos de rendimientos fueron del 8,1 % en promedio. En parte porque el efecto del inhibidor en la reducción de las pérdidas por volatilización se redujo con altas dosis de N aplicado.

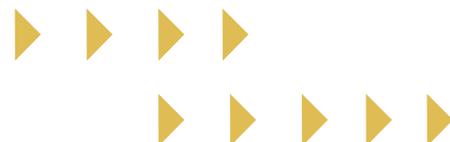
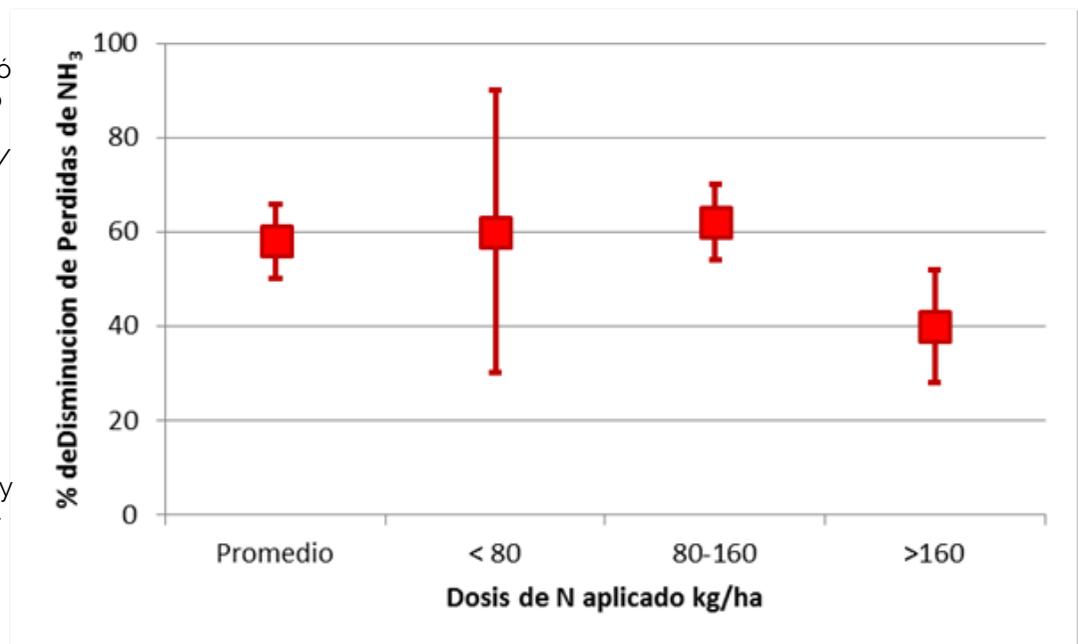
**EN RESUMEN**

Las pérdidas por volatilización promediaron 31 % de N aplicado para la urea y 14,8% para la urea tratada nBTP. La fertilización de cultivos con urea tratada con nBTP resultó en una disminución de la mitad del N perdido por volatilización, demorando las pérdidas por más días y resultando en una media de 5 % de aumento de rendimiento, que aumenta hasta 8 % cuando las dosis de N aplicado son menores a 80 kg/ha, aunque los aumentos en el rendimiento pueden ser menores en suelos de textura gruesa.

>> Fig. 1. Aumento porcentual de rendimiento de los cultivo como resultado de tratar la urea con nBTP en función de la dosis de N aplicado. Las barras son el intervalo de confianza del 95 %.



>> Fig. 2. Disminución de las pérdidas de NH<sub>3</sub> como resultado de tratar la urea con nBTP en función de la dosis de N aplicado. Las barras son el intervalo de confianza del 95 %.





**NOTICIAS DEL DÍA**

Fernando Rivara es el nuevo presidente de la Federación de Acopiadores de Cereales.

Rosgan estrenará el Espacio Santa Gertrudis en el próximo Rosgan

Alvarez Maldonado: "el crecimiento que ha tenido la ganadería en AgroActiva es muy importante"

Un encuentro a pura soja en Tucumán

**VER MÁS NOTICIAS**

**ÚLTIMA EDICIÓN**

VER OTRAS EDICIONES

**El productor quiere Sembrar más trigo**  
El gobierno no

**agroactiva**

**Nota de Tapa**

El área triguera podría crecer entre 10 y 15%

Recientes anuncios de la Presidente no cumplieron las expectativas del sector productivo. Es más, generaron controversias.

**VER MÁS**

**Protagonistas**

Con la sangre de Apresid corriendo por sus venas

Nativa de la localidad santafesina de Zenán Pereyra, quinta generación de productores, radicada actualmente en Venado...

**VER MÁS**

**Información Técnica**

Barbechos, etapa clave que define rendimientos

La importancia de los barbechos radica en un mejor control de malezas y una eficiente conservación de la humedad en el...

**VER MÁS**

**Destacados**

Pergamino controlará fumigaciones en zonas periurbanas del Partido

El municipio bonaerense, informó que formará un equipo especial para controlar, con un tiempo de anticipación, las cond...

**VER MÁS**

**Realidad Interior**

Buscando la mejor calidad en lotes de alfalfa

Es necesario reconocer las acciones óptimas para obtener una alfalfa de alta producción con gran calidad de forraje. De...

**VER MÁS**

**Ganadería**

Granos y Cerdos. Actividades complementarias.

Para tener un pequeño criadero de cerdos es fundamental producir el propio alimento. Este es el caso de dos productores...

**VER MÁS**

**Producción**

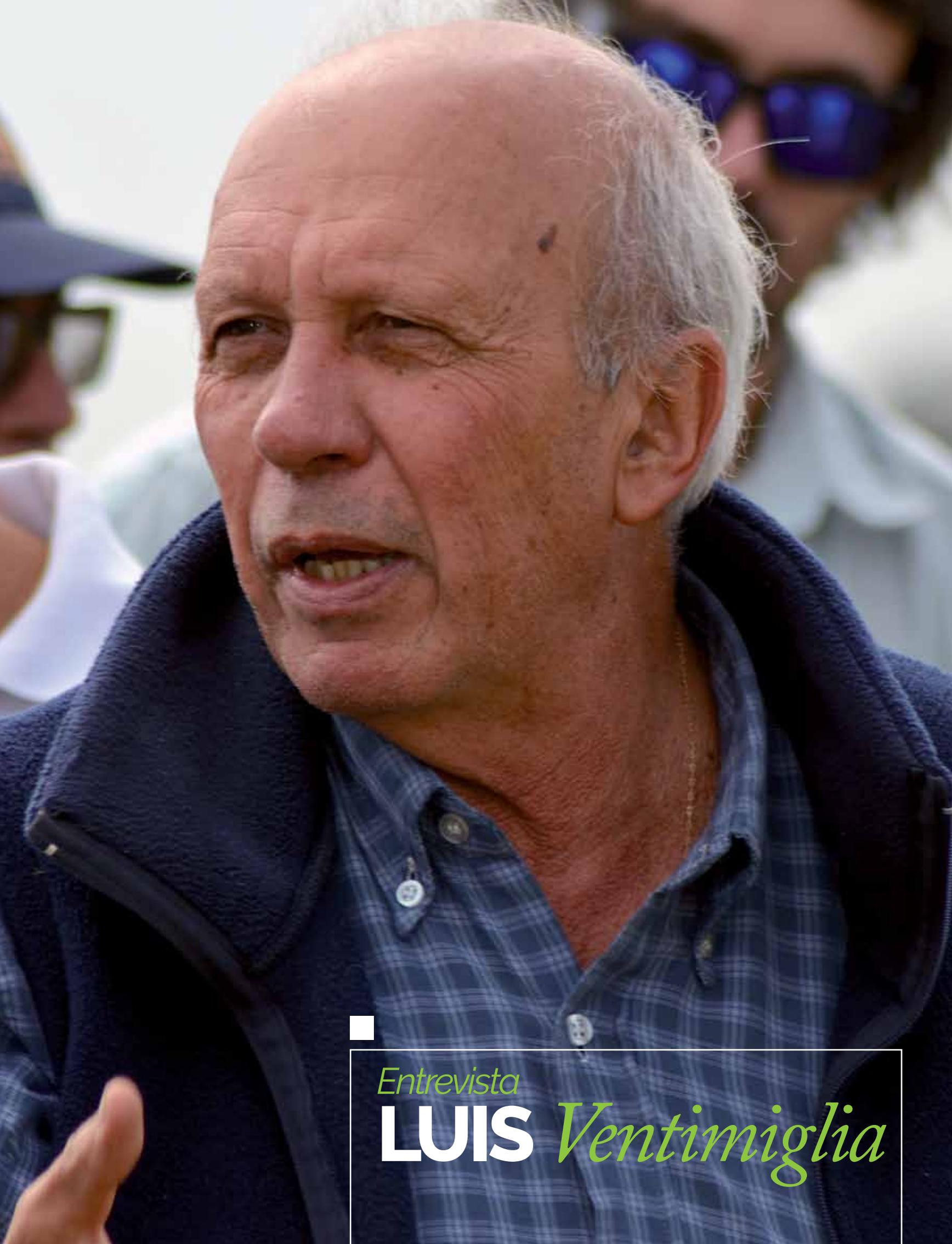
Hacia sistemas ganaderos de precisión con valor agregado

En el marco de una positiva transformación de los sistemas productivos argentinos, el INTA organizó en la localidad cordobesa de Manfred...

**VER MÁS**

# Conectate a la información

[www.nuevoabcrural.com.ar](http://www.nuevoabcrural.com.ar)



*Entrevista*

**LUIS** *Ventimiglia*

# “Todavía estamos fertilizando con niveles muy pobres”

Lo dice un pionero de la nutrición de cultivos: Luis Ventimiglia. El 'histórico' jefe del Inta 9 de Julio acepta las responsabilidades del sector en el cuidado del suelo pero quiere ver un compromiso ambiental más amplio. "Argentina tiene posibilidades enormes", dice. Un viaje 'corto' a la agricultura 'de antes' en una Puma 98.

Por Gabriel Quáizel  
Gentileza Horizonte A

Luis Ventimiglia se recibió de ingeniero agrónomo en el '79 en la Universidad de La Plata y poco más de un año más tarde ingresó como extensionista en el Inta Pergamino. Al poco tiempo se trasladó al Inta de su ciudad natal, 9 de Julio, y no tardó mucho en llegar a ser el principal responsable de esta Agencia de Extensión fundada en 1958 (o sea, una de las más viejas, con apenas 2 años menos que el propio Instituto).

Desde sus comienzos, se interesó en la nutrición de cultivos. "Fue un tiro al aire a una bandada con una escopeta de dos caños".

## ¿Te acordás cómo fueron los primeros ensayos?

El primer trabajo fue en 1990 con azufre, en lotes con poca materia orgánica, arenosos, en un campo de Carlos Casares. Pero no sabíamos nada de las respuestas; sólo por la bibliografía conocíamos cuánto puede consumir un cultivo. Hicimos un testigo, una aplicación de 25 kilos de una urea con azufre y otra de 50 kilos, al voleo. Vimos que hubo respuesta pero desconocíamos en qué parte de la curva estábamos. El año siguiente encontramos respuestas hasta los 10 kilos, después no.

## ¿Qué pasó ahí? ¿Te pareció normal o te inquietó?

Me di cuenta de que aparecía un pro-

blema: que los suelos tienen una capacidad que se va agotando. En ese momento 9 de Julio era un bastión importante del Grupo de Fertilidad de Pergamino liderado por Carlos Senegalies, y en el que estaban Roberto García, Santiago Meira, Estebes. Ellos fueron una influencia importante. Y quiero decir que nosotros continuamos las líneas que había en fósforo, nitrógeno y azufre que trazaron Fernando García y Graciela Cordone, desde el Inta Casilda.

## ¿Cómo definirías la situación actual de los suelos?

En Argentina todavía estamos fertilizando con niveles muy pobres, muy bajos para las necesidades que tiene el suelo. En la Pampa Húmeda hay un potencial muy grande que no estamos aprovechando.

## ¿Por qué crees que se fertiliza poco?

Lo que pasa es que las respuestas están, el suelo todavía da. Y el productor se conforma, aunque podría sacar mucho más si fertilizara. Hay que estar atentos porque las exigencias que le estamos poniendo a los lotes es cada vez mayor. Logramos más rendimientos en trigo, maíz y soja, y en eso está implícito la nueva genética y la tecnología pero, en definitiva, hay más tasa de extracción. No es lo mismo sacar 3.000 kilos de trigo que sacar 5.000: lo que se va del suelo es mucho mayor. Saco y saco ¿y cuándo repongo? De cara al

futuro vamos a tener que darle más de comer al suelo, si es que queremos sacar más.

## Ambientalismo

**En el medio hay que sortear la cuestión de que los fertilizantes están señalados como perjudiciales para el ambiente.**

La contaminación es controlable, acá entran a tallar las prácticas de manejo. Primero quiero recordar que, desde el punto de vista de la fertilidad, nosotros usamos dosis homeopáticas respecto de países como Estados Unidos, Francia o Italia, que necesitan producir y tienen muy poco suelo. Estamos reponiendo solo macronutrientes y no llegamos a devolver el 50% de lo que se va. Ahora sí, puede ocurrir que haya contaminación por mal uso. Este año tenemos inundada la mitad de la principal área agrícola y el manejo del nitrógeno va a ser clave, no solo porque lo vamos a perder si lo aplicamos mal sino que se puede diluir hacia las napas.

**¿Crees que pasa solamente por la responsabilidad y conciencia del productor, o que debería haber alguna política de incentivos?**

En el campo hay que ser conscientes de que tenemos que producir con un criterio de sustentabilidad: no se puede contaminar más. Pero a mi modo de ver, en un país como la Argentina esto tendría que ser algo

mucho más cuidado y todos tendríamos que intervenir: el gobierno, las provincias, el Inta, las universidades, las asociaciones de ruralistas, los productores, los ingenieros y los ambientalistas tratando de conservar lo que es la base de nuestro sistema: el suelo. Si lo seguimos degradando en algún momento nos va a pasar factura. Esto no significa irse al extremo que implican ciertas prohibiciones.

**Es decir, hablar entre todos y en forma amplia de conceptos como producción, desarrollo y ambiente.**

Trabajar sobre algo más integral porque el tema del ambiente es muy amplio. Hablar no solo son los plaguicidas sino también de un desarrollo armónico de las ciudades. Hoy se hace un loteo en las afueras de un pueblo ¿y qué servicios le dan? Luz se les puede dar ¿Pero después? Cloacas no, y van a hacer pozos ciegos ¿Gas? Con garrafas. Y la cuestión de la recolección de los residuos...

### *Fierros*

Ventimiglia reconoce que el amor de sus padres por el campo, o más bien por la granja, determinaron su vocación por la agronomía, previa disputa personal con la medicina. "Ellos siempre cultivaban hortalizas y frutas, y había gallinas, patos y hasta un corral con uno o dos cerdos que se faenaban en invierno. Era muy común hace 60 años atrás".

Padre de dos hijos (médica e ingeniero mecánico), Luis, con 63 años, despunta un 'vicio': las motos. El hombre tiene una pequeña colección compuesta por una Yuki de 50cc, una Husqvarna 125 enduro; dos Yamahas, una de 90 cc y la '250' con la que sale a las rutas. "Son recorridos cortos, a la costa". (Nota del redactor -nuevejuliense también-: de 9 de Julio a la Costa, son 400 km...). Y finalmente, una reliquia: la Puma 98, de 1952.

**Tenés tu gusto por los 'fierros' pero no te dedicaste a la maquinaria agrícola...**

Sí, cómo no. En Pergamino hicimos las primeras evaluaciones de cosechadoras, en los 80, cuando comenzaron a llegar las importadas. Había una industria nacional importante, con Vasalli, Bernardin, Señor, Gema, Giubergia, que eran máquinas chicas. Las John Deere,

Fiat Laverda, Massey Ferguson, New Holland, Claas eran muy grandes, de mucha potencia y capacidad.

**¿Qué midieron?**

Diseñamos un método que se adaptaba a todas las máquinas, que media las pérdidas por zaranda, por sacapaja y por plataforma; la velocidad de trabajo y el rendimiento del cultivo. Se evaluaba todo en el mismo momento con lonas para recoger los granos, nosotros íbamos corriendo detrás de la cosechadora.

**¿Las importadas ganaron por goleada o el partido fue parejo?**

El resultado final fue que las máquinas importadas tenían más velocidad y capacidad de trabajo pero en eficiencia eran parecidas. Todas las máquinas argentinas bien reguladas trabajaban como los últimos modelos de las importadas: perdían poco grano por lote y la capacidad de producto que entregaban era buena. Pero eran de mucha menor potencia.

### *Soja convencional*

**¿De qué otros desarrollos participaste desde el Inta de Julio?**

El fuerte de esta Agencia es generar información en distintas áreas. Todo en campo de productores porque no tenemos campo propio. Los rubros son variados: pasturas, suelos, soja, trigo, maíz, sorgo granífero, cebada y hasta colza y lino hemos hecho.

**En tus primeros años habrás trabajado poco con soja.**

No, en el Inta Pergamino ya se ensayaba mucho con soja en labranza, antes de la siembra directa. Era un drama el manejo de malezas, encontrar un lote limpio era muy difícil. Se hacía control con herbicidas de presiembra, preemergencia, poseemergencia, para hoja ancha y hoja fina, para sorgo de Alepo y gramón; y mucho del control se hacía con escardillo. Y se sembraba a 70 centímetros, no como ahora a 35 ó 23.

**Era la agricultura "de antes"**

Claro. Después las malezas dejaron de ser un problema y la necesidad de

sembrar en época también. Antes araba y si llovía se te iba todo. Y las sembradoras no eran como las de ahora, eran maquinitas de 5 surcos.

### *Colza y otros 'fracasos'*

**Nombraste cultivos que no se difundieron en la zona, como la colza.**

Como dice el dicho: 'si el número no te da, es difícil que crezca'. Con colza hicimos muchos intentos y pasamos los 4 mil kilos cosechando superficies importantes, con máquinas. Y sin embargo es un cultivo que no despega nunca, porque tiene una serie de problemas comerciales.

**¿Qué otros ensayos 'fracasaron'?**

Por ejemplo, la técnica del encalado de suelos. No 'prendió' pero en algún momento vamos a tener que recurrir a eso. Suelos de un pH 7 hoy están entre 5,6 y 5,8, es decir que lentamente se van acidificando y va a llegar un momento en que sea acidificación va ser una limitante para el rendimiento. Hoy, para la alfalfa, lo es.

**Sos optimista.**

Argentina tiene posibilidades enormes de cara al futuro. El mundo evoluciona, sigue creciendo en cantidad de habitantes y en necesidades y muchos están cambiando su cultura alimentaria. Y no son muchos los países con posibilidades de producir más. Argentina sí.



Revista  
**Amanecer Rural**

XVII años haciendo  
**Extensión Agropecuaria**  
en las provincias del  
Norte Argentino y Paraguay

areacomercial@ amanecerrural.com dolores.recaldesian@ gmail.com

Tel.: 03624 444 507 Cel.: 0362 154 873807

[www.amanecerrural.com](http://www.amanecerrural.com)

Buenas Noticias  
para el hombre  
de campo.



**Sembrando  
Noticias**

*El acceso a la información necesaria para  
la toma de decisión. Sembrando Noticias,  
más que un sitio de campo, el lugar del campo.*

[www.sembrandonoticias.com](http://www.sembrandonoticias.com)

 /sembrandonoticias

# Manejando la Fertilización Nitrogenada en Maíz para calificar tipo “PLATA”

El maíz colorado o Flint, es una especialidad de gran calidad de nuestra producción agrícola. Su color y su mayor dureza hacen que siga siendo importado en Europa, donde se lo conoce como Maíz Plata de origen Argentino y se destina a la fabricación de cereales de desayuno de alta calidad. En el mercado interno implica un precio superior al de pizarra de un 15 % más demandándose por la exportación para satisfacer una creciente demanda

Alfredo Cirilo [cirilo.alfredo@inta.gob.ar](mailto:cirilo.alfredo@inta.gob.ar)

Si bien Europa dispone de excedentes de maíz común especialmente desde la incorporación de 10 países que componen una Unión Europea de 25 miembros, aún sigue importando maíz Flint desde Argentina. Así, el maíz Flint Argentino tiene mercado con sobreprecio en la Comunidad Europea con destino a la industria de molienda seca que abastece a la de fabricación de copos de maíz para desayuno, que tiene preferencia por nuestro maíz. Sólo acceden a este mercado los embarques que posean el Certificado Argentino de Calidad que extiende SENASA. Los requisitos para obtenerlo se refieren a rasgos de dureza del grano, tales como un valor mínimo de peso hectolítrico de 76 kg/hl, un valor

máximo de índice de flotación de 25% en solución salina de 1,25 g/cm<sup>3</sup> de densidad y un valor mínimo de 92% de granos que conformen el tipo “Plata”, el que corresponde a granos de corona lisa sin hendidura, endosperma córneo dominante al corte y de color rojizo o anaranjado.

En las últimas cuatro décadas se ha venido incorporando germoplasma dentado a nuestro maíz tradicional, que caracterizó mundialmente al grano duro tipo “Plata”, con el objetivo de elevar su potencial de rendimiento. Como resultado, al final del siglo pasado sólo unos pocos híbridos se encuadraban todavía dentro de ese tipo de grano, con limitadas posibilidades de compe-

tir en productividad con los materiales con germoplasma semi-dentado, desalentándose así su siembra. Sin embargo, en los últimos años aparecieron en el mercado local híbridos modernos de maíz Flint que compiten satisfactoriamente en rendimiento con los maíces semi-dentados y que son capaces de producir granos tipo “Plata”. Sin embargo, su calidad puede, en ocasiones, resultar insuficiente para alcanzar los estándares requeridos por el mercado europeo.

## DETERMINACIÓN DE LA DUREZA DEL GRANO

La dureza del grano se expresa a través de la resistencia que opone a la acción



mecánica del molino. La industria molinera se interesa en obtener un alto rendimiento de partículas gruesas; cuanto mayor es la dureza del grano de maíz, mayor es la proporción de fracciones gruesas resultantes de la molienda industrial y mayor es el precio que dichas fracciones alcanzan en la industria de la fabricación de copos para desayuno.

La estrategia de manejo del cultivo de maíz para producir grano duro debe estar orientada a maximizar el rendimiento en grano pero asegurando que cumpla con los estándares de calidad exigidos en el mercado. El rendimiento de maíz está estrechamente asociado con el estado fisiológico del cultivo durante un periodo de alrededor de 30 días centrado en la floración, que se conoce como período crítico. Durante este período se determina el número de granos a cosechar por unidad de superficie, componente que explica la mayor parte de la variación en rendimiento. Por otro lado, el estado fisiológico del cultivo durante la etapa de llenado de los granos explica la mayor parte de las variaciones en la composición del grano.

La dureza del grano resulta de la composición química y estructural del endosperma. Las proteínas de reserva del grano se comportan como una malla que incluye y soporta a los gránulos de almidón a medida que crecen dentro de las células endospermáticas durante el llenado del grano. La porción córnea del endosperma del grano de maíz presenta mayor densidad y vitrosidad debido a un fuerte ligamento entre el almidón y su densa malla de proteínas de reserva. En cambio, en la fracción harinosa la malla proteica es menos densa y el ligamento es más débil. La fracción proteica cumple, entonces, un rol preponderante en la determinación de la dureza del grano.

La absorción de nitrógeno, componente indispensable para la síntesis proteica, está condicionada por su disponibilidad en el suelo durante el ciclo de crecimiento del cultivo. Limitaciones de este nutriente afectan no sólo la insta-

lación y supervivencia del área foliar, sino que también reducen su actividad fotosintética, limitando de esta manera el crecimiento del cultivo. Reducciones en el crecimiento del cultivo alrededor de la floración durante el período crítico, resultarán en disminuciones del rendimiento. Pero el manejo de la nutrición nitrogenada también es crítico para lograr granos de calidad. La acumulación de proteínas de reserva ocurre hasta etapas avanzadas de la fase de llenado de granos. A medida que se incorpora proteína al grano se van estableciendo uniones entre las cadenas proteicas, en las que los aminoácidos azufrados tienen un rol importante, y entre las cadenas proteicas y el almidón, confiriendo así mayor densidad y dureza al endosperma.

#### **DISPONIBILIDAD DE NITRÓGENO Y DUREZA DEL GRANO**

En el INTA Pergamino se estudiaron varios aspectos del manejo como la densidad de plantas, fechas de siembra y fertilización durante varios años y su interacción con el ambiente sobre el rendimiento y la calidad de maíz Flint en experimentos a campo en esa localidad y otras del área de producción maicera nacional.

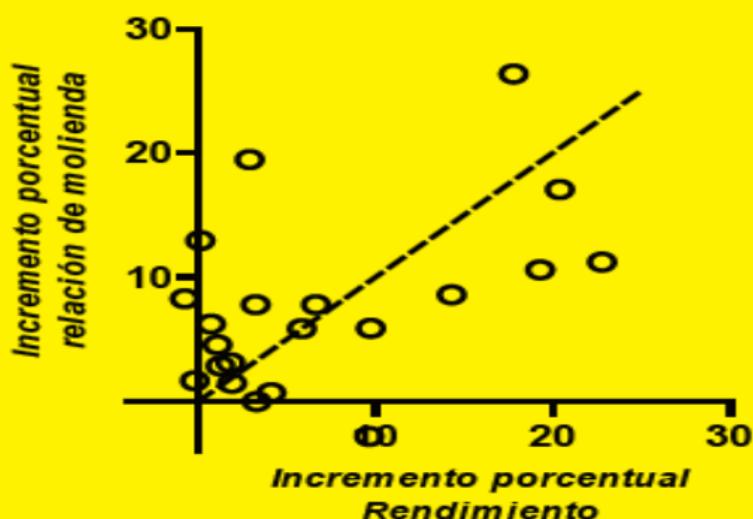
La relación de molienda, es decir la relación entre las partículas más gruesas respecto de las más finas es un buen indicador de la dureza del grano de maíz y su comportamiento en la industria de la molienda seca. Un proyecto muy detallado analizó la respuesta de la relación de molienda al manejo de la fertilización nitrogenada con resultados muy claros. Durante cinco años, entre 2007 y 2011, se evaluó el efecto de diferente disponibilidad de N sobre la relación de molienda en tres híbridos de distinta aptitud para la molienda seca (semi-dentado: DK 190, semi-flint: Cóndor y Flint: Mill 522) cultivados en 5 localidades (Pergamino, Viedma, Balcarce, Paraná y Corrientes) sembrados en fechas de siembra temprana y tardía con riego complementario. La variación en la disponibilidad de N fue lograda con una aplicación de 100 kg de N y

20 kg de S por hectárea agregados en prefloración, (V-15). Antes, todas las parcelas habían recibido una aplicación de N como urea para un rendimiento objetivo de 10 t/ha en 6 hojas, (Cirilo y Cerrudo, 2014).

Encontraron que mientras el incremento en el rendimiento fue en general limitado, no mayor al 5 %, el incremento en la dureza del grano fue sostenido (i.e., incremento mayoritariamente superior a 5%; Figura 1). Esto sugiere que cuando el maíz respondió a la fertilización en V6 también aumentó la calidad; pero aún en buenos ambientes con buen nivel de N disponible a la siembra, la fertilización en V6 también incidió favorablemente en la calidad del grano. Como se comentó antes, actualmente se dispone de híbridos Flint modernos con mayor potencial de rendimiento. Estos híbridos, muchas veces cumplen los requisitos de peso hectolítrico e índice de flotación exigidos por SENASA. Sin embargo, con frecuencia no satisfacen la exigencia de 92% mínimo de granos de tipo "Plata" por presencia de excesivo endosperma harinoso. Cuando se siembran estos híbridos Flint modernos, resulta crucial el aporte adecuado de nitrógeno por fertilización para poder alcanzar los estándares europeos de calidad.

En la Tabla 1 se muestran resultados del efecto de la disponibilidad de N sin restricción hídrica utilizando un híbrido de maíz Flint moderno durante dos años en Pergamino (Tabla 1), (Policastro y Cirilo 2013). Los resultados indicaron que la provisión deficiente de nitrógeno limitó el rendimiento a través de un bajo número y peso de los granos, los que presentaron baja concentración y contenido de proteínas. Si bien esos granos lograron valores de peso hectolítrico e índice de flotación todavía satisfactorios, no alcanzaron el valor de 92% de granos tipo "Plata" exigido por SENASA. En cambio, cuando esa deficiencia nitrogenada fue corregida por fertilización (ya sea en etapas iniciales del cultivo o en momentos próximos a la floración) no sólo se elevó notoriamente el rendimiento sino que aumen-

» **Fig. 1.** Relación entre los incrementos porcentuales por re fertilización respecto del control sin re fertilizar en la relación de molienda y el rendimiento en grano. Cada punto es un promedio de tres híbridos y 5 localidades en dos fechas siembra temprana y tardía con riego complementario.



» **Tabla 2.** Rendimiento en grano y sus componentes (número y peso de granos), concentración y contenido de proteína en grano, peso hectolítrico entre índice de flotación y porcentaje de granos tipo "Plata" del híbrido Flint Rusticana NT- 426 obtenidos diferentes estrategias de fertilización en Pergamino. Datos promedio de dos años.

| Híbrido                    | Densidad de siembra. Miles plantas por ha |       |                               |       |
|----------------------------|---|-------|-------------------------------|-------|
|                            | Fertilización en V-4                      |       | Fertilización en Prefloración |       |
|                            | 0   | 100   | 0                             | 100   |
| Rendimiento kg/ha          | 6893                                      | 10983 | 10609                         | 11888 |
| Núm. Granos/m <sup>2</sup> | 2931                                      | 3996  | 3918                          | 4148  |
| Peso Grano - mg            | 234                                       | 270   | 270                           | 293   |
| Conc. Proteína %           | 7   | 8,7   | 8,7                           | 9,6   |
| Cont. Proteína mg          | 16,3                                      | 23,5  | 23,7                          | 28,3  |
| Peso Hectolítrico          | 78  | 79,3  | 78,5                          | 79,4  |
| Índice Flotación           | 6,4                                       | 6,5   | 4,9                           | 3,4   |
| Tipo "Plata" %             | 88  | 93    | 93                            | 96    |

tó la acumulación de proteínas en los granos, los que resultaron plenamente conformes a la exigencia comercial del mercado europeo. Además del efecto de la disponibilidad de nutrientes, es necesario considerar que cuando la disponibilidad de foto asimilados en la planta se ve reducida durante el llenado de granos, indicativa de una condición de estrés, se reduce también, y en mayor medida, el suministro de foto asimilados a las raíces afectando la absorción de nitrógeno desde el suelo. Cuando esto ocurre, se restringe la provisión de nitrógeno para la síntesis proteica en los granos. Por esta razón el contenido de proteína varía más que otros componentes del grano (i.e., almidón y aceite) ante cambios en la cantidad de foto asimilados disponibles por grano durante su llenado y afectando la dureza del grano.

Analizando datos de rendimiento y concentración de proteína provenientes de experimentos bajo riego y sin limitaciones nutricionales durante dos años en Paraná, Pergamino y Balcarce con tres híbridos de diferente dureza, se encontró que aunque la concentración de proteína varió según el tipo de endosperma del híbrido, (i.e., mayor en el híbrido más duro y de menor rendimiento en grano), en todos los casos dicha concentración aumentó a medida que mejoró la calidad del ambiente, evidenciada por el rendimiento en grano logrado.

## CONCLUSIONES

Condiciones favorables para el crecimiento del cultivo durante la etapa posterior a la floración mejoraron la calidad del grano de maíz Flint. Los híbridos Flint modernos de elevado potencial pero inestable calidad alcanzaron altos rendimientos con granos de calidad comparable a la de los Flint tradicionales de menor productividad. Para lograr una calidad uniforme es necesario el ajuste adecuado del manejo agronómico, particularmente de la fertilización nitrogenada, que asegure una calidad que conforme la exigencia del mercado europeo, asegure su colocación y evite reclamos.



# Maíz: La fertilización con nitrógeno depende de la densidad de siembra... y viceversa

Cecilia Cerliani, Rafael Naville, Guillermo Balboa, Alejo Ruiz, Gabriel Martínez Bologna, Nicolás Bossio, Gabriel Espósito.  
Universidad Nacional de Río Cuarto - ccerliani@ayv.unrc.edu.ar

La densidad de siembra en el cultivo de maíz es una de las prácticas de manejo que más impactan sobre su rendimiento, pero la respuesta del cultivo a la densidad y su óptimo depende de la oferta de los factores como el agua, la radiación y en particular del nivel de N disponible. Esto es debido a la relación entre la tasa de crecimiento de cada planta durante el periodo crítico del maíz y el número de granos por plantas, que es el principal componente del rendimiento. Como consecuencia de esta relación, cuando la tasa de crecimiento es baja la producción de granos es baja e incluso puede ser nula si esta tasa se encuentra por debajo del umbral para la producción de granos; a medida que aumenta la tasa de crecimiento la producción de granos aumenta hasta alcanzar un valor máximo, en el cual por más que siga aumentando el crecimiento de cada planta la producción individual de granos no aumentará debido a limitaciones de tamaño de la es-

planta. La tasa de crecimiento por planta varía en función de la disponibilidad de recursos, como por ejemplo radiación, agua y nutrientes.

Dentro de los nutrientes, la variabilidad del nitrógeno disponible es bien conocida en cada ambiente productivo. Además, la fertilización nitrogenada casi siempre genera mejores rendimientos debido a que frecuentemente los cultivos presentan deficiencias de este nutriente como consecuencia de los altos requerimientos por parte del cultivo y/o por la escasa oferta por parte del suelo. Sin embargo, si bien se han desarrollado diferentes métodos de diagnóstico que permiten determinar la dosis recomendada de fertilización nitrogenada, por el momento no hay métodos para determinar la dosis óptima que sean sensibles a cambios en la densidad de siembra del maíz.

Teniendo en cuenta que la densidad óptima depende entre otros factores

ambientales, del nivel de N aplicado, sin duda entonces que dosis óptima de N a la vez dependerá de la densidad de plantas. En este sentido, se planteó este trabajo cuyos objetivos fueron: a) evaluar la interacción entre la densidad de siembra de maíz y la dosis de nitrógeno; b) optimizar simultáneamente la densidad de siembra y la dosis de nitrógeno; c) determinar la disponibilidad de N por planta correspondiente con la máxima producción de granos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos que se llevaron a cabo en el Sur de Córdoba en varias campañas entre 2005/06 y 2016/17, se sembraron sobre antecesor soja, en un sistema de labranza de siembra directa con un distanciamiento entre hileras de 52 cm. En la tabla 1 se presentan los distintos ensayos con la ubicación, fecha de siembra, dosis de N aplicadas y densidades sembradas.

» **Tabla 1.** Descripción de los ensayos evaluados.

|   | Sitio            | Fecha de Siembra | Hibrido                                  | Dosis de N, kg/ha | Densidad de siembra, miles de semillas/ha |
|---|------------------|------------------|--|-------------------|---|
| 1 | Río Cuarto       | 2 Nov            | AX882 y DK682                            | 80-168 y 252      | 80 y 95                                   |
| 2 | Río Cuarto       | 3 Oct            | DK 747MGRR2, DK 190 MGRR2 y AX 882 MGHCL | 0 y 160           | 75 y 95                                   |
| 3 | Bell Ville       | 7 Oct            | DK 7210 VT3P                             | 0, 120, 240 y 360 | 45, 60, 70 y 80                           |
| 4 | Justiniano Posee | 7 Oct            | DK 7210 VT3P                             | 0, 67, 117 y 167  | 54, 91, 107 y 134                         |
| 5 | Justiniano Posee | 10 Oct           | DK 7210 VT3P                             | 0, 76, 126 y 178  | 51, 80, 104 y 135                         |
| 6 | Ucacha           | 16 Sep.          | DK 7210 VT3P                             | 0,74,84 y 213     | 30, 60, 90 y 120                          |
| 7 | Alejandro Roca   | 27 Sep.          | DK 7210 VT3P                             | 0,100,200 y 300   | 40, 70, 100 y 130                         |

» **Tabla 2.** Densidad de siembra y dosis de N optimizados y rendimientos

|  | Experimento |        |        |        |        |
|--|-------------|--------|--------|--------|--------|
|  | 3           | 4      | 5      | 6      | 7      |
| Dosis N Optima (kg N/ha)                     | 99          | 0      | 178    | 213    | 165    |
| Densidad de Siembra Optima (Miles de pL/ha)  | 64,2        | 112,5  | 135,0  | 90,0   | 107,3  |
| Rendimiento Máximo a niveles Óptimos (Kg/ha) | 11 295      | 11 272 | 12 259 | 11 000 | 10 000 |

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Interacción entre densidad y dosis de nitrógeno.

En todos los experimentos se observó que la respuesta tanto a la fertilización nitrogenada como a la densidad de siembra dependía una de otras, es decir, los dos factores interactuaron significativamente.

Cuando la dosis de N aplicado era baja, los mayores rendimientos se obtuvieron con bajas densidades. Por el contrario, cuando la oferta de N era alta, la mayor producción se registró con altas densidades. El mayor rendimiento en los tratamientos con altas densidades y dosis de fertilizante se asocia a una mayor producción de biomasa y en menor medida a aumentos en el índice de cosecha.

### Optimización simultánea de la densidad de siembra y la dosis de nitrógeno

En la Tabla 2 se presentan para los experimentos 3 al 7 las densidades de siembra y dosis de N optimas, así también como los rendimientos alcanzados con dichos valores óptimos.

Como se puede observar en la Tabla 2, tanto la densidad de siembra optima y la dosis de N optimizadas variaron

en todos los experimentos, esto da indicios de la alta complejidad de esta interacción lo que hace que cada Experimento, en el cual las condiciones ambientales del cultivo fueron únicas, tenga una combinación propia de densidad de siembra y dosis de N.

### Determinación la disponibilidad de N por planta correspondiente con la máxima producción de granos

La relación entre la producción del cultivo y los gramos de N disponible, cambió al cambiar la densidad de siembra (Figura 1 a), lo mismo se observa en la relación entre la producción individual y el N disponible por planta (Figura 1b, Tabla 3).

La Figura 1a, muestra que al incrementarse la densidad el rendimiento del cultivo aumenta para una misma cantidad de N disponible por planta, manifestándose así una mayor eficiencia en el uso del N. Esta mayor eficiencia

se explica porque el cambio que se genera en la estructura de la raíz al aumentar la densidad, genera una mayor captura de N al contar con raíces más profundas, disminuyéndose así las pérdidas por lixiviación. Por otro lado, las Figuras .a y 1.b indican que cuando la disponibilidad de N por planta fue alrededor de los 3 gramos el rendimiento fue máximo.

## CONCLUSIONES

Luego del análisis de estos experimentos se puede concluir que tanto la densidad como la dosis de N afectan de manera conjunta el rendimiento del maíz a través de su interacción.

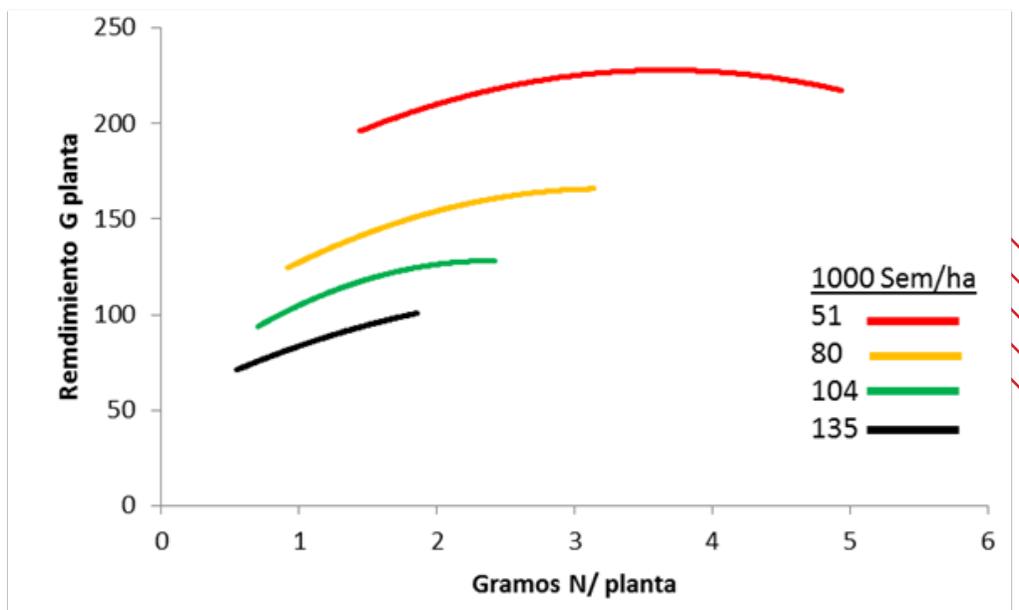
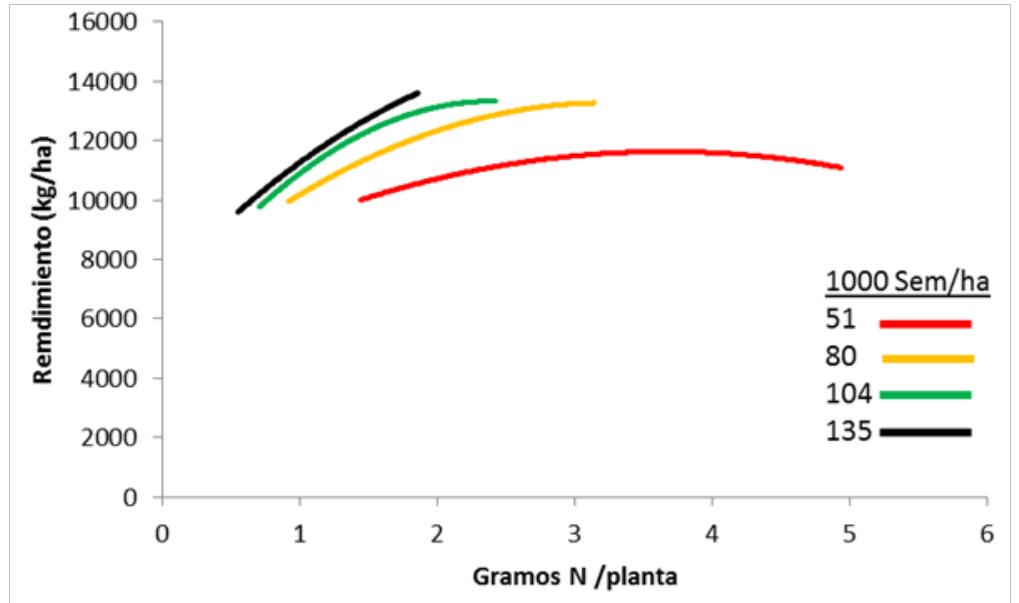
Sería deseable trabajar en modelos de diagnóstico de fertilización nitrogenada, que contemplen la evidente relación con la densidad de siembra, mejorando así la eficiencia del uso del fertilizante.

» **Tabla 3.** Densidad de siembra y dosis de N optimizados, rendimientos correspondientes a las dosis optimizadas y parámetros significativos.

| Densidad          | N por planta | Rendimiento individual | Rendimiento Máximo |
|-------------------|--------------|------------------------|--------------------|
| Miles semillas/ha | g N/planta   | g/planta               | kg/ha              |
| 51                | 3,7          | 228                    | 11 627             |
| 80                | 3,2          | 166                    | 13 270             |
| 104               | 2,4          | 128                    | 13 322             |
| 135               | 1,9          | 101                    | 13 528             |



>>Figura 1a. Relación entre el rendimiento total (kg/ ha) y gramos de N disponible por planta. 1b. Relación entre el rendimiento individual por planta y gramos de N disponible por planta.





# Aplicación de N a lo largo del ciclo del maíz con sistemas de riego por goteo subterráneo

Ricardo Melgar  
EEA Pergamino. INTA

En la región pampeana se ha investigado el uso de riego suplementario desde mediados de la década del '90, principalmente en las ganancias de rendimiento de los cultivos y el efecto sobre el suelo. La mayoría de las aguas subterráneas disponibles en la región son bicarbonatadas sódicas con baja salinidad, y se aplican láminas variables entre 100 y 300 mm/ciclo. Los cultivos (maíz, trigo, girasol, arroz, alfalfa y otros) tienen respuesta productiva positiva al riego. En estudios realizados en INTA Manfredi en Córdoba, a lo largo de varias campañas (1996 -2015) se demostraron importantes diferencias con el manejo en secano (Figura 1).

Sin embargo, como consecuencia de las características de las aguas de riego, luego de algunos años el horizonte

superficial del suelo se alcaliniza sin sobrepasar un pH de 8; se incrementa el porcentaje de sodio intercambiable desde menos del 3 % hasta más del 12%; y se deterioran las propiedades físicas como la estructura, disminuyendo la agregación y la estabilidad de los agregados y se reduce la captación de agua que se manifiesta tanto por la disminución de la infiltración como de la conductividad hidráulica debido al aumento de la arcilla dispersa en agua.

## EL RIEGO POR GOTEO SUBTERRÁNEO

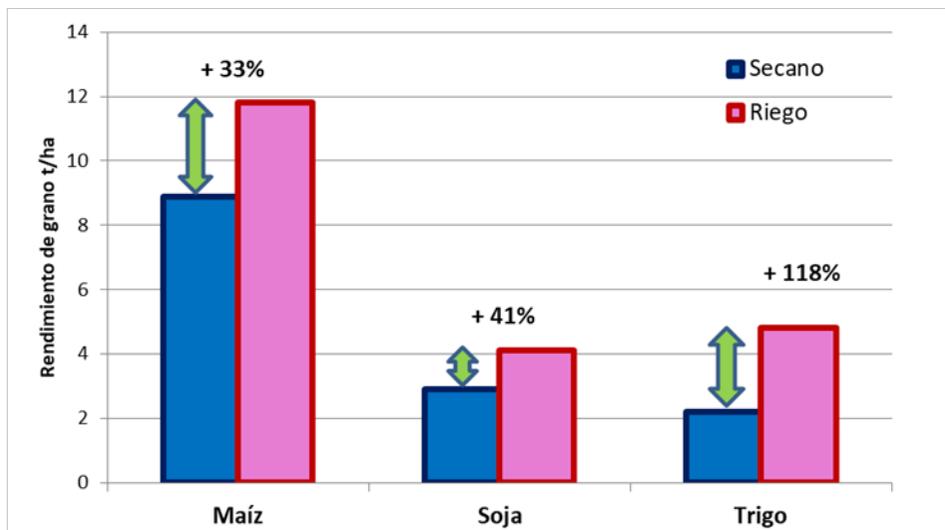
Los sistemas de riego por goteo subterráneos, (RGS o SDI en inglés) son una alternativa a los sistemas de riego tradicional por aspersión, pivote o avance lateral. Cuando se manejan adecuadamente, pueden disminuir las necesi-

dades netas de riego de un cultivo en un 25% en relación al goteo superficial. Esa reducción se transforma en 35-55% de ahorro en comparación con los sistemas tradicionales de riego por aspersión y surcos.

Estos sistemas no se utilizan ampliamente debido a la alta inversión inicial y falta de conocimiento, pero pueden tener entre 95 y hasta 99% de eficiencia de aplicación, en comparación con los sistemas de riego por aspersión al 85%, y riego por surcos al 65%.

El manejo del riego con estos sistemas de riego por goteo subterráneo, se caracteriza por turnos más cortos, riego más frecuente, y menores láminas por turno, es decir menos volumen de aplicaciones. Pero aun cuando las ventajas

»Fig. 1. Respuestas del rendimiento de los principales cultivos al riego en la provincia de Córdoba (Promedio 1996 – 2015).



agronómicas por el riego mismo no sean significativas, el factor innovador del sistema es que permite la oportunidad de dosificar fertilizantes durante un periodo de tiempo más prolongado, y a lo largo de etapas posteriores de desarrollo del cultivo más allá de la floración.

Algunas otras ventajas asociadas al uso de sistemas de goteo sub-superficiales para el suministro de fertilizantes son: los nutrientes, en particular nitrógeno (N), se suministra en el centro del sistema radicular, la germinación de malezas se reduce al mantener el fertilizante y el agua debajo de la superficie, y el sistema radicular de los cultivos tienen menos estrés hídrico y nutricional ya que las raíces crecen y proliferan más profundo en el perfil de suelo. Asimismo, el menor consumo de agua implica un menor potencial de degradación del suelo cuando se utilizan aguas no óptimas, con alta relación de absorción de sodio, disminuyendo el encostramiento superficial, la escorrentía y facilitando la distribución uniforme del agua y de los nutrientes.

El valor agregado del riego, los aumentos de rendimiento, e impactos sobre el suelo han sido relativamente bien evaluados en la región del norte de Buenos Aires y sur de Santa Fe. En la región existen numerosos pivotes y equipos de riego por aspersión, no obstante la difusión y la importancia del riego suplementario es limitada. Además de la barrera que implica la alta inversión y un porcentaje alto de agricultura en tierra arrendada, se suma el hecho que la región de referencia tiene un alto porcentaje de aguas de riego de calidad regular, con potencial de salinización y sodificación de las capas superiores del suelo. La mayoría de los establecimientos con equipos de riego son por aspersión y en general aplican riego suplementario al maíz, cultivo que en general presenta la mayor respuesta agronómica y económica. Desde las últimas dos campañas, el retiro de las retenciones ha resultado en una alta revalorización del maíz y el trigo en realicen a la soja, con un crecimiento del área sembrada muy significativo en relación a años anteriores.

#### MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN MAÍZ

La fertilidad y manejo de la fertilización nitrogenada es un factor muy



importante en el maíz y otros cereales, que requieren elevadas dosis y una apropiada sincronización de las aplicaciones con los momentos de mayor exigencia. En maíz en particular, dos tercios de la absorción total de nitrógeno (N) ocurren hasta la floración, sea masculina (VT) o femenina (R1), y un tercio adicional aún se absorberá y acumulará durante la etapa reproductiva.

Se han conducido numerosas investigaciones en la región acerca de la conveniencia de dividir las dosis de N, pero pocos trabajos se han llevado a cabo para evaluar la respuesta a aplicaciones post-floración. Parte del problema es que la maquinaria para una eventual aplicación está limitada por la altura del maíz luego de la floración. En general se indica que las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados fraccionando las dosis entre la siembra y etapas vegetativas intermedias a tardías, (V-2 a V-8) son más eficaces que una aplicación de pre siembra o a la siembra, aunque hay diferencias entre regiones. En general, el N debería estar disponible entre las etapas V8 a V12 debido a que la máxima absorción del N ocurre al momento de la floración.

El cambio de paradigma en la producción agrícola del área núcleo, con mayor preponderancia del maíz, no solo para exportación sino también para su integración en las cadenas de producción de carne, exige la búsqueda

de nuevos techos de producción. El riego suplementario ha demostrado su aporte en la obtención de máximos rendimientos, pero puede tener limitaciones de uso en determinadas circunstancias. La mayor eficiencia de uso del agua y del N resultado de los sistemas de riego por goteo subterráneo (RGS) demostrada en el "Corn Belt" de Norte América sustenta la búsqueda de adaptación de estas nuevas tecnologías para la producción de maíz del Norte de Buenos Aires y Sur de Santa Fe.

Dos experiencias resumen la flexibilidad y aptitud operativa de este sistema para aumentar los rendimientos. La primera de ella se llevó a cabo en Kansas durante dos campañas y el segundo en nuestro país en el Sur de Buenos Aires, en la localidad de Hilario Ascasubi.

### KANSAS

En esta experiencia se evaluaron durante dos campañas distintas estrategias de manejo del N a lo largo del ciclo de maíz. Se comparó el manejo tradicional del N, a la emergencia con aplicaciones prefijadas escalonadas a lo largo del ciclo con aplicaciones adicionales después de la floración, pero una parte contingente al diagnóstico de necesidad de N adicional medida por sensor de verdor SPAD.

Se evaluaron cinco estrategias de fertilización nitrogenada (Tabla 1). Excepto

en el tratamiento de fertilización de pre-emergencia al voleo, el N se aplicó vía SDI en 5 aplicaciones de 20 kg de N durante los estadios de V-5 a V-10, más otras 3 aplicaciones de la misma dosis entre V-11 y VT. Se compararon además estos tratamientos con el máximo nivel de N, suministrando 40 kg/ha de N adicional en dos o tres veces según el año entre la emisión de la flor masculina (VT) y el estadio de grano ampolla (R2) totalizando así 225 kg/ha de N. El tratamiento de N por Diagnóstico recibió N por Fertirrigación después de la etapa de V-10 sólo si la relación entre las lecturas del sensor de verdor SPAD era menor al 95 % que las lecturas del tratamiento de referencia. El tratamiento de referencia combinó las aplicaciones de pre-emergencia y las de máxima dosis de N por fertirriego, a fin de crear una condición de máxima disponibilidad de N con la que se compararía la condición del tratamiento de "N por diagnóstico" para establecer la dosis de N a aplicar entre VT y R-2 (Tabla 1). La comparación se realizó usando un sensor de verdor SPAD. Todas las parcelas recibieron 20 kg de N /ha además del P y el K como arrancador a la siembra.

Los resultados promedio de los rendimientos de las dos campañas en que se condujo el experimento se muestran en la figura 1. No se muestran los datos de proteína del grano de maíz que respondieron de manera similar, con un mínimo en la aplicación de pre emergencia y con la dosis preestablecida (7,2 y 7,1 %), y máximos en el tratamiento con el sensor y el de referencia (7,8 y 8,1 %).

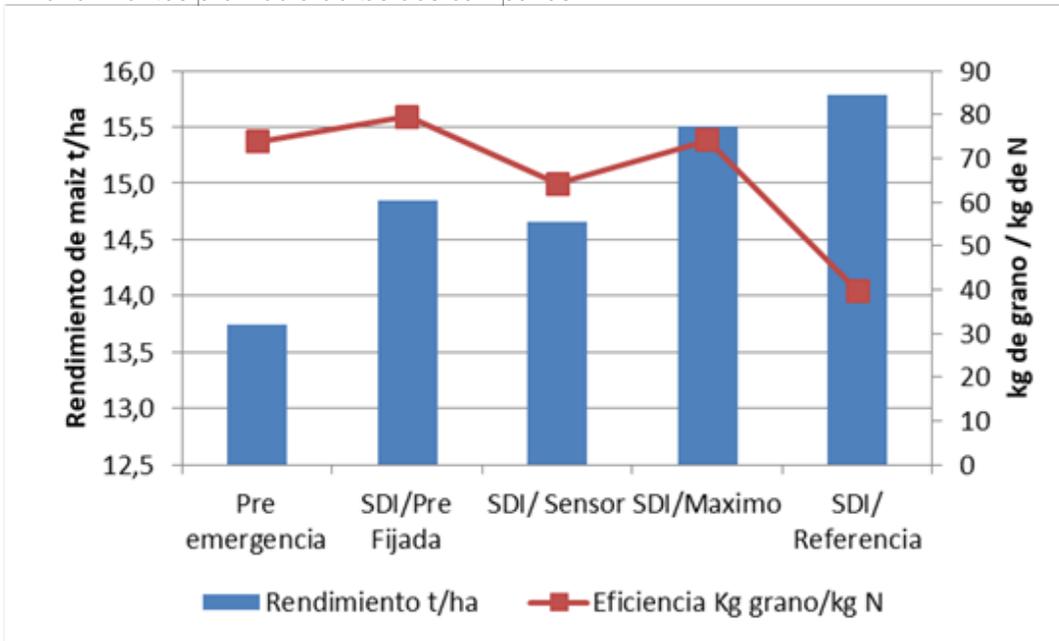
El tratamiento de referencia rindió más de 2 t/ha de grano que el tratamiento de aplicación en superficie antes de la emergencia, pero produjo 31 kg de grano menos por kg de nitrógeno en promedio. El tratamiento de máximo nivel de N promedió un rendimiento ligeramente menor que el tratamiento de referencia, pero resultó en una eficiencia mucho mayor, equivalente a 64

>>Tabla 1. Tratamientos de fertilización.

| Aplicación /Criterio     | Siembra | V-5/V-10 | V-11/VT | VT/R-2  | Total |
|--------------------------|---------|----------|---------|---------|-------|
|                          | kg/ha   |          |         |         |       |
| Pre emergencia           | 180     | 0        | 0       | 0       | 180   |
| SDI/N Pre Fijado         | 0       | 100      | 80      | 0       | 180   |
| SDI/ N por Diagnostico # | 0       | 100      | 80 & 53 | 30 & 45 | 202*  |
| SDI/N Máximo             | 0       | 100      | 80      | 45      | 225   |
| SDI/ Referencia          | 180     | 100      | 80      | 45      | 405   |

#. En el tratamiento de dosis de N según diagnostico se mencionan las dosis del año 1 y 2. En el total se anotó el promedio de los dos años.

>>Fig. 2. Efecto de los tratamientos de fertilización nitrogenada en maíz sobre los rendimientos promedio de las dos campañas.



kg de grano por kg de N en promedio. Los tratamientos de dosis según diagnóstico y pre-establecida aplicados por SDI resultaron en rendimientos similares, promediando 1,76 t/ha más que con la aplicación en superficie antes de la emergencia. El tratamiento de dosis preestablecida por SDI utilizó el nitrógeno más eficientemente, produciendo 80 kg de grano por kg de N. La aplicación de N durante las etapas reproductivas del maíz aumentaron los rendimientos, pero la eficiencia de uso del N fue superior cuando las aplicaciones N se completaron al momento de la floración masculina. Aunque el uso del sensor SPAD determina aplicaciones tardías de N ligeramente menores en comparación con la dosis de máxima, los rendimientos se redujeron lo suficiente como para resultar en una similar eficiencia de uso del nutriente.

**HILARIO ASCASUBI**



El maíz es el cereal que ocupa la mayor superficie regada del Valle Bonaerense del Río Colorado. Habitualmente se utiliza riego gravitacional, con un manejo que presenta baja eficiencia de uso del agua y baja eficiencia agronómica del nitrógeno. En el valle el rendimiento del maíz apenas alcanza la media nacional, cercana a 8 t/ha, a pesar del elevado potencial generado por la factibilidad del riego.

La finalidad de este trabajo fue alcanzar el rendimiento potencial del maíz con un híbrido de alto potencial de rinde para la zona y con riego por goteo subterráneo en dos épocas de siembra comparándolo a los del mismo híbrido en los ensayos comparativos de rendimiento del INTA Hilario Ascasubi y los

| Riego/Fecha<br>siembra | Rendimiento   |                        | Eficiencias de uso                 |  |
|------------------------|---------------|------------------------|------------------------------------|--|
|                        | Grano<br>t/ha | Del N<br>Kg grano/kg N | de agua<br>Kg grano/m <sup>3</sup> |  |
| RGS/Temprano           | 18,3          | 66                     | 14,0                               |  |
| RGS/Tardío             | 12,3          | 45                     | 7,4                                |  |
| Grav./Temprano         | 14,4          | 80                     | 4,3                                |  |



valores medios de la producción de maíz del VBRC.

La fecha de siembra del maíz temprano fue el 6 de noviembre, mientras que el maíz tardío se sembró el 15 de diciembre. Las parcelas fueron de 0,385 has y el híbrido fue DK72-10VT3P de Dekalb. Se usó una densidad de siembra de 90 mil plantas por hectárea en hileras separadas a 70 cm.

Ambos cultivos se fertilizaron a la siembra con 192 kg/ha de fosfato diamónico aplicados lateralmente a la línea. El resto de la fertilización nitrogenada se realizó mediante el fertirriego en 7 y 5

aplicaciones de urea de variado nivel de N por aplicación, pero en los dos casos totalizando 241 kg de N y de 276 kg de N/ha, contando la aplicación de base como DAP. La partición de la fertilización se realizó entre los estadios V4 y R1. En la situación en secano, en un ensayo comparativo de híbridos, la dosis de N usada fue de 179 kg de N/ha aplicadas en dos veces a la siembra y en estadio de V-6.

Con riego por goteo subterráneo el rendimiento del maíz en siembra temprana alcanzó 18 t/ha, valor que duplicó la media regional y fue 27% mayor que el mismo híbrido cultivado con

riego gravitacional. El riego por goteo subterráneo triplicó la eficiencia de uso del agua comparada con el riego gravitacional, pero la eficiencia de uso del nitrógeno fue 21% inferior a la del cultivo con riego gravitacional, lográndose 66 kg de grano por kg de N en el primer caso, aun cuando se usó menos fertilizante nitrogenado (179 vs 276 kg N/ha). Cuando se atrasó la fecha de siembra, el rendimiento del maíz con riego por goteo subterráneo disminuyó 33%, reduciéndose 50% y 33% las eficiencias de uso del agua y del N respectivamente, en comparación con el maíz sembrado temprano.





# Intensificación productiva en maíz:

## Comparación de modelos de fertilización para la región núcleo

Tradicionalmente, los experimentos de fertilización estudiaron la respuesta por nutriente individual separando el efecto de otros factores. Sin embargo, el rendimiento es consecuencia de muchas variables y un manejo integral de la fertilización, donde se producen numerosas interacciones. El presente trabajo discute los resultados de diferentes modelos o filosofías de fertilización en maíz, cuyos resultados se pretende además continuar en el tiempo.

**Gustavo N. Ferraris, María Cecilia Paolilli, Martín Díaz Zorita y Andres Grasso**  
ferraris.gustavo@inta.gob.ar

El maíz es un cultivo de un enorme potencial productivo, y con alta exigencia de factores de producción. Esta sensibilidad a la oferta de recursos determina una considerable brecha de rendimiento entre los actuales y alcanzables a campo, que se estima entre 4 a 5 t/ha para la Región Núcleo Pampeana. Como otros cultivos como soja, trigo y otros, la determinación del rendimiento se conforma por la combinación de muchos factores, pero el rendimiento de maíz depende principalmente de la disponibilidad de agua y nutrientes.

Si bien la fertilización es una práctica usual, los niveles de uso de los distintos nutrientes es muy variable entre los productores, según el entorno económico de su empresa, escala de producción, condición de tenencia de la tierra e inclusive disponibilidad de productos fertilizantes de su proveedor habitual. La no fertilización, si bien no es usual en la producción comercial, se incluye en los ensayos un testigo para evaluar la ganancia agronómica. La fertilización mínima es muchas veces la práctica usual en campos arrendados, mientras que las

opciones de suficiencia responden a productores que procuran maximizar la rentabilidad minimizando el uso de insumos sin comprometer la sostenibilidad. En cambio las opciones de máxima son empleadas por productores que procuran maximizar el margen y sobre todo disminuir el costo de producción por tonelada producida, y no por unidad de área.

Procurando evaluar el resultado de diferentes estrategias de fertilización en maíz de siembra temprana presentamos el primer año de un experimento de larga duración, adonde se intenta cuantificar los resultados de estas estrategias en el tiempo. Integrando varios insumos fertilizantes en sus niveles apropiados permitirá disminuir la brecha de rendimientos entre el manejo tradicional y el potencial, y que es técnica y económicamente viable a la vez.

### EL EXPERIMENTO

En Pergamino sobre un suelo de excelente capacidad agrícola (Argiudol típico) el ensayo se sembró el 11 de Octubre. De cada tratamiento, se sem-

**En el estado V6 se determinó la materia seca acumulada y en V8 el índice de verdor usando un Green seeker.**

braron dos franjas aleatorizadas de 28m x 4 surcos, de las que se tomaron seis muestras de cosecha. Cada tratamiento integró una combinación particular de nitrógeno (N) como urea, fósforo (P), como fosfato mono amónico (MAP), azufre (S), aportados como superfosfato simple) y zinc (Zn), este último en un complejo con MAP y azufre. El ensayo incluyó un testigo sin aplicación de fertilizantes. El nitrógeno total se ajustó con urea aplicada en seis hojas en distintas dosis según el nivel de N disponible en el suelo y el criterio de fertilización. Los niveles de estos factores se presentan en la Tabla 1.

En el estado V6 se determinó la materia seca acumulada y en V8 el índice de verdor usando un Green seeker. En la floración se midió la cobertura e intercepción, altura de plantas e índice verde por Spad. A cosecha de determinaron los componentes del rendimiento, número de espigas (NE), granos por espiga (GE), número granos por m<sup>2</sup> (NG) y peso de los granos (PGx1000).

### RESULTADOS

La campaña presentó dos etapas bien diferenciadas. Una primera mitad caracterizada por un ambiente predominantemente seco hasta la floración seguida por un periodo muy lluvioso, de una magnitud sin precedentes para la región, derivando probablemente en condiciones de lixiviación de nu-

trientes móviles como N y S.

En la Tabla 3 se presentan los parámetros morfológicos, fisiológicos y nutricionales del cultivo, así como los componentes del rendimiento, mientras que en la Figura 2 se presentan los rendimientos con la correspondiente comparación de medias.

Los rendimientos alcanzaron una media de 13,85 t/ha, con un mínimo de 11,5 y un máximo de 15,4 t/ha favorables en general gracias a un buen ambiente climático, en especial por la abundancia de precipitaciones. En la figura 1 se muestran los rendimientos logrados por cada estrategia de fertilización, y se evidencia la ganancia creciente a medida que aumentan el nivel de los nutrientes aplicados. El control determinó un menor NE respecto del resto. Un modelo de fertilización mejorado permitió incrementar la acumulación de materia seca e intercepción de radiación, alcanzando el máximo en el tratamiento de Suficiencia (Tabla 3). Por su parte, el vigor y estado general visual de las parcelas se optimizó en el tratamiento Intensificado. Finalmente, el contenido de N estimado por Spad, GE y NG incrementaron hasta el tratamiento Completo.

Los rendimientos, aumentaron significativamente hasta el nivel de Suficiencia (Figura 1), con ligeras diferencias absolutas con los niveles de mayor de fertilización como el Intensificado y Completo, especialmente en este

» **Tabla 1.** Tratamientos de fertilización evaluados en el experimento de la última campaña.

|                             | Fuente P  | Dosis | Híbrido | Dosis de N, kg/ha | Fuente N | Dosis (kg ha <sup>-1</sup> ) | Ajuste N en V6 (suelo+Fert). |
|-----------------------------|-----------|-------|---------|-------------------|----------|------------------------------|------------------------------|
| <b>(kg ha<sup>-1</sup>)</b> | Fuente PS | Dosis |         |                   |          |                              |                              |
| <b>(kg ha<sup>-1</sup>)</b> | Fuente N  | 45    |         |                   | Urea     | 100 kg                       |                              |
| <b>Suficiencia</b>          | MAP       | 55    | SPS     | 20                | Urea     | 100 kg                       | 150 kg/ha                    |
| <b>Intensificado</b>        | MAP       | 81    | SPS     | 27                | Urea     | 100 kg                       | 165 kg/ha                    |
| <b>Completo</b>             | SZ        | 180   |         |                   | Urea     | 100 kg                       | 190 kg/ha                    |

» **Tabla 2.** Análisis de suelo en la capa superficial (0 a 20 cm) efectuado al inicio de los experimentos.

| Materia Orgánica | pH         | N total | Fósforo | S-Sulfatos | Zinc | Boro  | N-Nitratos |
|------------------|------------|---------|---------|------------|------|-------|------------|
| %                | agua 1:2,5 | Ppm     |         |            |      |       |            |
| <b>3.3</b>       | 5.7        | 0,16    | 19      | 9.3        | 0,9  | 0,7   | 37         |
| <b>Medio</b>     | Lig. ácido | medio   | Medio   | Medio      | bajo | Medio | alto       |

» **Tabla 3.** Componentes de rendimiento y contenido de nutrientes en el grano de maíz para las distintas estrategias de fertilización en maíz de siembra temprana. INTA Pergamino, campaña 2016/17.

| Estrategia de fertilización | Componentes de rendimiento |                   |                            |                 | Nutrientes en grano |         |        |
|-----------------------------|----------------------------|-------------------|----------------------------|-----------------|---------------------|---------|--------|
|                             | Espigas/m <sup>2</sup>     | Granos por Espiga | Núm. Granos/m <sup>2</sup> | Peso Mil Granos | Nitrógeno           | Fosforo | Azufre |
| <b>Control</b>              | 7,5                        | 499               | 3742                       | 307             | 1,10                | 0,31    | 0,12   |
| <b>Minima</b>               | 10,4                       | 382               | 3952                       | 329             | 1,26                | 0,27    | 0,08   |
| <b>Suficiencia</b>          | 10,6                       | 434               | 4596                       | 316             | 1,26                | 0,3     | 0,11   |
| <b>Intensificado</b>        | 10,1                       | 477               | 4823                       | 307             | 1,26                | 0,3     | 0,11   |
| <b>Completo</b>             | 9,5                        | 524               | 4986                       | 309             | 1,31                | 0,31    | 0,12   |

último por el aporte de Zn, que implica un aumento de 603 kg/ha. En un grupo de experimentos conducidos en la región CREA Sur de Santa Fe, sitios de alta fertilidad aumentaron los rendimientos en una proporción similar al presente. Por su parte, en ambientes de menor fertilidad se observó una considerable respuesta hasta el tratamiento con aporte de NPS, similar al Intensificado del presente ensayo. En un experimento de larga duración conducido en Arribeños, en la provincia de Buenos Aires, se determinaron incrementos notables hasta un tratamiento de reposición para rendimientos medios, similar al Intensificado y más ligeros en tratamientos de reposición para rendimientos máximos y reconstrucción. Tanto en la red CREA como en el presente, el rendimiento

máximo se obtuvo en parcelas con aporte de Zn, elemento que ha disminuido su disponibilidad en los suelos y que demuestra una importancia creciente en los modelos productivos actuales. En todos los casos, para alcanzar el rendimiento máximo fue necesario asegurar que no existieran carencias de nitrógeno ni fosforo.

La fertilización incrementó levemente la concentración de nutrientes en grano (Tabla 2), siendo el N el más sensible al agregado de fertilizantes, esperable por los niveles crecientes de N aplicado. Los dos elementos más importantes, NP, alcanzaron su máxima concentración en el tratamiento completo, resaltando la sensibilidad del análisis de grano para reflejar el estado nutricional en el que crecieron

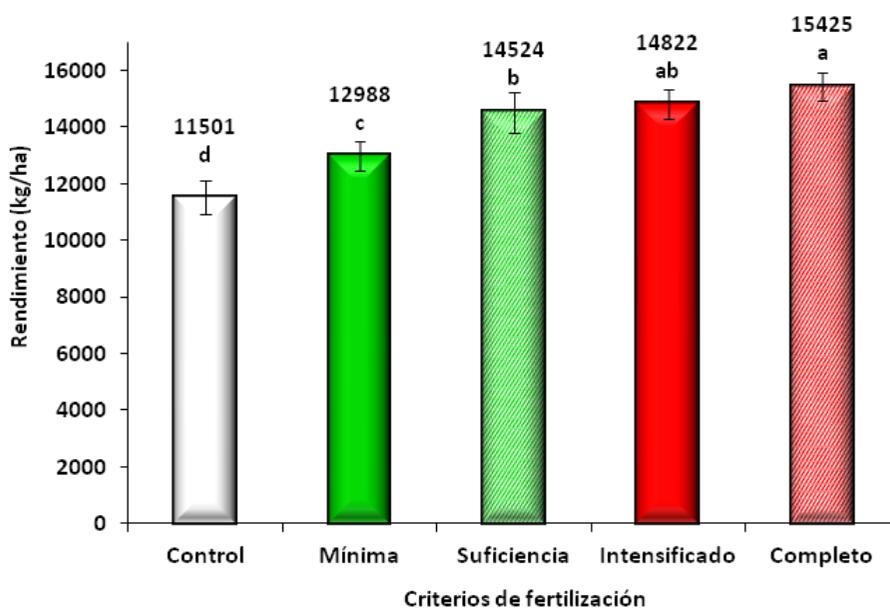
los cultivos. Por el contrario, la fertilización de mínima expresó las concentraciones más bajas de fosforo y azufre, indicando la sensibilidad de esta variable a la fertilización.

El número de granos es el componente que en mayor medida explicó los rendimientos, los que también se relacionaron significativamente con el índice de verdor en floración, la biomasa en V-8 y la cobertura e intercepción foliar, atributos todos que influyeron en la calificación visual del vigor del cultivo.

### ANÁLISIS ECONOMICO

La fertilización siguiendo la estrategia del nivel de suficiencia logro los mayores márgenes bruto, ingreso marginal y retorno a la inversión. La fertilización permitió incrementar el margen bruto hasta un 28%, cuando se realizó bajo un adecuado criterio agronómico (Tabla 4). La fertilización con mayor nivel de aporte de nutrientes (intensificado), le siguió en resultados económicos, superando bastante los conseguidos con la fertilización completa. La fertilización de mínima mostró una baja performance, apenas superando los resultados de control. El bajo aporte de nutrientes, no logro corregir las carencias de nitrógeno ni fosforo. El retorno a la inversión en fertilizante alcanzó su máximo bajo el esquema de suficiencia, de 4,2 U\$S/U\$S invertido, transformando al fertilizante en una muy buena inversión. La variabilidad de los márgenes y retornos presenta-

» **Fig. 1.** Producción media de maíz para cada estrategia de fertilización. Pergamino, 2016/17.





## Los resultados permiten identificar aquellos modelos de fertilización de mayor productividad que superan al criterio de mínima fertilización, aceptando la hipótesis propuesta

dos en la Tabla 4 destaca las dificultades para identificar la dosis óptima económica (DOE) de cada nutriente a utilizar, y la necesidad de tomar decisiones bajo un criterio técnico debidamente justado y validado localmente. Se destaca que este análisis no contempla el enriquecimiento de nutrientes en el suelo, que debería transformarse en un crédito de producción en los siguientes cultivos de la rotación, los que serán contemplados en los sucesivos cultivos.

### CONCLUSIONES

Los resultados permiten identificar aquellos modelos de fertilización de mayor productividad que superan al criterio de mínima fertilización, aceptando la hipótesis propuesta. En este experimento en particular, un modelo de Suficiencia, Intensificado o Completo superarían al concepto de mínima, el cual está siendo dejado de lado en los sistemas reales de producción. En un sitio de buena fertilidad inicial, el

criterio de Suficiencia, con fertilización de fósforo y azufre por debajo del nivel de reposición y N ajustado a 150 kg de N por hectárea, N disponible en el suelo en la capa superficial de 40 cm más el aporte del fertilizante, permitiría alcanzar el rendimiento máximo estadístico y el mejor resultado económico. No obstante, este podría no ser suficiente con suelos de menor fertilidad.

» **Tabla 4.** Análisis económico de la fertilización. Primer año de ensayos. INTA Pergamino, campaña 2016/17. Valores en dólares.

| Tratamiento          | Margen Bruto | Ingreso marginal | Incremento resp. testigo | Costo fertilización | Retorno a inversión en fertilizante |
|----------------------|--------------|------------------|--------------------------|---------------------|-------------------------------------|
|                      |              | \$/ha            | %                        | \$/ha               |                                     |
| <b>Control</b>       | \$ 889       | -                | -                        | -                   | -                                   |
| <b>Mínima</b>        | \$ 897       | \$ 8             | 1%                       | \$ 58               | 1,1                                 |
| <b>Suficiencia</b>   | \$ 1.137     | \$ 248           | 28%                      | \$ 78               | 4,2                                 |
| <b>Intensificado</b> | \$ 1.016     | \$ 127           | 14%                      | \$ 146              | 1,9                                 |
| <b>Completo</b>      | \$ 915       | \$ 26            | 3%                       | \$ 210              | 1,1                                 |

LA MEJOR COMBINACIÓN PARA LLEGAR AL HOMBRE DE CAMPO

TodoAgro

TodoAgro  
EDICIÓN IMPRESA

LA LECTURA DEL SECTOR  
EN EL CENTRO DEL PAÍS

Reflejo de la producción agropecuaria argentina. Periódico quincenal que incluye noticias de actualidad, cobertura de eventos e informes especiales; en 24 páginas y todo color.

15.000 ejemplares por edición



TodoAgro.com.ar  
INTERNET

EL PORTAL LÍDER DE  
AGRONOTICIAS EN ARGENTINA

El sitio web donde la comunidad agropecuaria se informa cada día. Noticias de agricultura, lechería, agromáquinas, ganadería bovina, porcina y mucho más... Envío de boletines informativos, propios y de terceros.

Más de 147.000 suscriptores



TodoAgro TV

CALIDAD DE INFORMACIÓN EN  
MEDIA HORA DE PROGRAMACIÓN

Se transmite cada semana en las localidades más importantes del centro agropecuario de Córdoba, y para diversos puntos del país por la Red Intercable. También a través de Internet.

3 años y más de  
150 programas emitidos



TodoAgro Eventos

PASIÓN POR HACERLO BIEN

La realización de eventos para el sector requiere coordinación y experiencia, pero también vocación, un ingrediente esencial en nuestros recursos humanos para obtener los mejores resultados. Nos especializamos en la realización de jornadas de capacitación para el sector.

23.000 personas se  
capacitaron entre 2007 y 2013



TodoAgro es un grupo de comunicación que desde hace 15 años interactúa con el universo agropecuario argentino. Su central está en Villa María, provincia de Córdoba.

Belgrano 427 • Tel.: (0353) 4536239 / 4613068 / Cel.: (0353) 154196618 • E-mail: [todoagro@todoagro.com.ar](mailto:todoagro@todoagro.com.ar)

# Horizonte Horizonte

LAS CIENCIAS  
Y LOS AGRONEGOCIOS  
EN UNA MISMA REVISTA



 /horizontea |  @horizontea | [www.horizonteadigital.com](http://www.horizonteadigital.com)

+ Campo

## Visita del profesor de la Universidad Estatal de Kansas, Dorivar Ruiz Díaz:

### Estrategias de manejo y tecnologías para maíz de alto rendimiento



El especialista señaló que en Kansas estudian qué sucede con los distintos sistemas de aplicación de fertilizantes a largo plazo, porque *“lo que no se hizo hace 5 años repercute actualmente”*. En este sentido, mencionó los resultados de un estudio que ya lleva 30 años donde se miden los efectos de diferentes dosis de aplicación de fósforo, manteniendo la dosis de nitrógeno constante. Con aplicaciones de 30 kg/ha de fósforo para una rotación de maíz y soja se registran, luego del transcurso del tiempo, una baja significativa en los niveles de este nutriente en el suelo. Explicó que esto se da porque al tener mayor potencial genético y por ende mayores rendimientos, los cultivos extraen más nutrientes y hay que aplicar mayores dosis. *“A 10 años, las dosis que aplicamos actualmente se tornan insuficientes porque los rendimientos actuales no son iguales a los de hace una década”*.

En sus trabajos, el profesor demostró que las pérdidas económicas se dan tanto en los escenarios donde las dosis de fertilizante nitrogenado son subestimadas, como cuando son sobreestimadas, y que por ende existe un escenario intermedio y óptimo donde se maximiza este beneficio. Esta dosis de fertilizante lógicamente estará ajustada a la oferta de nitrógeno del suelo. *“Desconocer el nivel de nutriente del suelo por falta de análisis conduce a regular mal la dosis y por ende a perder dinero”*. Y agregó: *“muchas veces por no hacer análisis de suelo se pone fertilizante de menos, pero la pérdida de rendimiento (dinero) por no aplicar es mayor que si se aplicara algo de más”*.

Para Ruiz Díaz, ante precios de los granos más ajustados, la importancia de analizar el suelo es mayor porque hay que ser muy eficiente. Explicó que por esa razón en los últimos dos años

A mediados de agosto, realizamos una jornada especial con motivo de la visita del profesor asociado de Fertilidad de Suelos y Manejo de Nutrientes de la Universidad Estatal de Kansas, Dorivar Ruiz Díaz. Por la mañana, llevamos a cabo dos charlas técnicas para intercambiar experiencias con más de 20 investigadores y socios; una sobre estrategias de manejo de la fertilidad del suelo y fertilización en trigo en Kansas, y otra acerca del riego subterráneo y fertirriego en maíz de alto rendimiento. Por la tarde, convocamos a la prensa para que el Profesor comparta sus conocimientos sobre estrategias de manejo y tecnologías para maíz de alto rendimiento. También, Jorge Bassi, vicepresidente de Fertilizar, y Andrés Grasso, miembro del Comité Técnico de Fertilizar, compartieron un análisis del contexto productivo y económico de la campaña de maíz 2017/18.

Durante el encuentro con periodistas, Ruiz Díaz explicó que en Kansas, con lluvias anuales de entre 500 a 1.000 milímetros, cuya disminución se da hacia el Oeste, manejan un rendimiento promedio de 12.000 kg/ha de maíz y 7.000 kg/ha de sorgo. El especialista reiteró un concepto básico pero fundamental para el diagnóstico, los análisis de suelo son la base para recomendar una fertilización precisa. *“Es lo último que debería cortarse cuando los márgenes de ganancia son bajos”*, señaló.

A propósito de la inversión en fertilización, Ruiz Díaz enfatizó que *“el productor por no pagar más omite los micronutrientes y eso termina siendo el factor limitante. Muchas veces no aplicar fertilizantes es la peor decisión económica, porque la limitante del rendimiento es la nutrición, ante la evolución del potencial genético de los nuevos híbridos”*.

en los laboratorios de Kansas hubo un incremento de los análisis de suelo. Agregó que también se utiliza mucho el mapa de nutrientes y la fertilización en grilla, más que por lote, usando monitores de rendimiento.

## ¿Qué pasa en Argentina?

Por su parte, el Ing. Agr. Jorge Bassi, vicepresidente de Fertilizar, expuso sobre la situación en nuestro país. Detalló que desde el 2011 la reposición de nutrientes (considerando nitrógeno, fósforo y azufre) viene reduciéndose drásticamente, llegando en el año 2015 a un valor del 28%, similar a lo que había ocurrido en el año 2002. *"Debemos destacar que en el año 2016 se ha revertido la tendencia negativa y hemos logrado un 35% de reposición", señaló y aseguró que "si bien es clara la deuda que tenemos con nuestros suelos, celebramos el cambio de tendencia".*

También realizó una comparación de los años de mayor aplicación de fertilizantes en la Argentina que fueron 2007, 2011 y 2016. Si bajamos la aplicación a los promedios por superficie sembrada nos encontramos con que las dosis han bajado de 104 a 101 y 89 kg/ha, respectivamente ya que el consumo de fertilizantes en estos años fue similar, pero la superficie sembrada fue en aumento. *"Rescatando el aumento de consumo, debemos entender que las dosis aplicadas por unidad de superficie son menores que las de 10 años atrás, tenemos mucho por mejorar",* declaró Bassi.

Respecto a las intenciones de uso de fertilizantes para la presente campaña comentó que *"según las encuestas, hoy los productores tienen la intención de aumentar el área fertilizada en trigo y soja. Además tienen decidido aumentar las dosis en maíz de siembra temprana y tardía. En base a esto estamos proyectando un leve incremento en el uso de fertilizantes del 6%, pasando de las 3,6 millones de toneladas del 2016 a 3,8 - 3,9 millones de toneladas en 2017".*

Poniendo foco en maíz, explicó que la relación actual de precios es mejor hoy que los años anteriores, y agregó: *"Estamos expectantes y aconsejamos a los productores comprar con anticipación para prever la logística, ya que la relación insumo/producto es hoy un 20 % más favorable en el caso de los fertilizantes fosfatados y 30% para los nitrogenados, respecto del promedio*

*de los últimos 10 años. Hoy, comprar el fertilizante cuesta menos kilos de maíz."*

Al respecto, Bassi recalcó que *"al igual que lo presentado por el Dr. Ruiz Díaz, debemos actualizar las dosis a las expectativas de rendimiento y a la oferta de nutrientes del suelo. Los diagnósticos cobran cada vez mayor importancia y nos permiten maximizar los rendimientos."*

Bassi señaló las diferencias entre Kansas y la Zona Núcleo argentina, en cuanto a que en aquellas regiones se realizan rotaciones maíz-maíz-soja y en la Región Pampeana en muchos lotes se hacía maíz cada cuatro o cinco años, al destacar la importancia del maíz temprano para cuidar el suelo. *"No debemos olvidar que la mejor forma para aportar uno de los nutrientes más importantes -el carbono- lo debemos hacer a través de la rotación con gramíneas",* comentó.

## Recomendaciones de fertilización para maíz en base a modelos integrados

Finalmente, el Ing. Agr. Andrés Grasso, miembro del Comité Técnico de Fertilizar, explicó los criterios para el manejo de la fertilización del maíz. Destacó que Fertilizar realiza distintos ensayos con modelos integrados de manejo de fertilización de maíz en Paraná (Entre Ríos), Marcos Juárez y Río Cuarto (Córdoba), y General Villegas, 25 de Mayo, Tres Arroyos y Pergamino (Buenos Aires). Explicó que en cada caso se comparan los manejos habituales de los productores de cada zona, una recomendación estándar de fertilización (con nitrógeno, fósforo y azufre) donde se ajusta el manejo del productor en base a un diagnóstico, y otra de alto rendimiento (incluye los nutrientes anteriores más zinc) donde el objetivo es la intensificación sustentable aumentando la productividad del sistema. *"Esta red nos permite calcular el impacto que tiene una fertilización ajustada en el propio campo del productor",* destacó Grasso.

Grasso presentó los estudios realizados en dos sitios cercanos geográficamente, pero contrastantes en cuanto a fertilidad de suelo: 25 de Mayo y Pergamino. El ensayo de 25 de Mayo se desarrollaba en una loma arenosa, típica de esta región en el centro de la Provincia de Bs As. En Pergamino, el sitio era representativo de suelos con

mayor contenido de materia orgánica y fertilidad natural.

Para el ensayo realizado en 25 de Mayo, el maíz bajo el manejo frecuente del productor alcanzó un rendimiento de 8.000 kg/ha; el fertilizado según la recomendación estándar, 8.500 kg/ha (equivalente a 5% más sobre la fertilización habitual en la zona) y el de alta producción, 10.900 kg/ha (equivalente a 36% más). Para este ensayo se utilizaron, respectivamente, 262, 311 y 771 kg/ha de fertilizante invirtiendo 105, 120 y 287 dólares/ha, con un ingreso adicional por aplicación de los diferentes modelos de fertilización de 28, 65 y 204 dólares/ha respectivamente. En el ensayo realizado en Pergamino se obtuvieron 13.000 kg/ha para el maíz con manejo frecuente del productor, 14.500 kg/ha para el de recomendación estándar (12% más respecto del anterior) y 15.500 kg/ha para el de alta producción (19% más respecto del estándar zonal). Allí se utilizaron, respectivamente, 145, 175 y 280 kg/ha de fertilizantes que representa una inversión de 67, 78 y 116 dólares/ha. El ingreso adicional por aplicación de fertilizantes en este sitio fue de 116, 296 y 350 dólares/ha. en cada caso.

Con estos datos, el ingeniero Grasso aseguró que *"el deficiente uso del fertilizante explica la mayor parte de la brecha de rendimiento que tiene nuestro país. Analizando los ensayos podemos ver que, independientemente de la fertilidad inicial de las diferentes zonas, implementar el manejo integral de la fertilización con nitrógeno, fósforo, azufre y zinc permite mejorar los rendimientos y mejorar sustancialmente las ganancias. Es importante tener en cuenta que el mayor impacto se dio en los sitios de menor fertilidad natural donde la tecnología tiene un rol más importante en la construcción del rendimiento".* De tal forma, aseguró: *"la mejora en el margen del fertilizante puede incrementar hasta tres veces en sitios como Pergamino y 7,2 veces en 25 de Mayo simplemente ajustando los manejos actuales de nutrición en maíz".* Por último, agregó que *"debido a la buena relación insumo producto, al aumentar los rendimientos se logra bajar el costo del maíz producido, por lo que optimizar el fertilizante es una excelente estrategia también en un ciclo de precios bajos como el que enfrenta hoy el productor".*



# FERTILIZAR

ASOCIACION CIVIL

Encontrá las novedades de la industria y toda la información actualizada sobre reposición de nutrientes y fertilización de cultivos en nuestras redes sociales.

**Seguinos!**

 /fertilizar.asociacioncivil

 @FertilizarAC

[www.fertilizar.org.ar](http://www.fertilizar.org.ar)

