



# FERTILIZAR

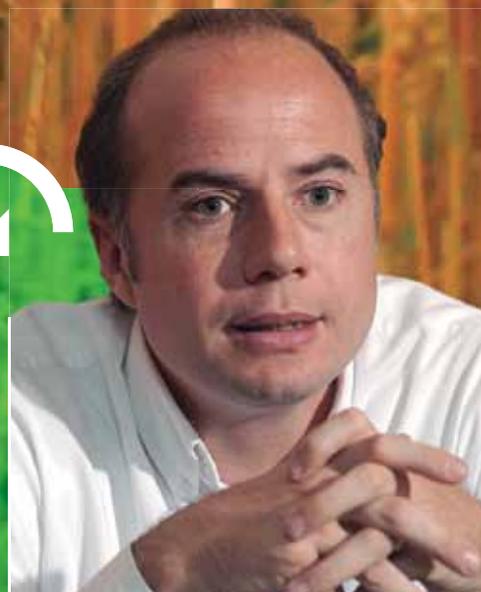
ASOCIACION CIVIL

Junio 2015 | N° 31

## REPASANDO LAS 4 C PARA TRIGO

INFLUYENDO EN LA CALIDAD  
DE LA CEBADA

ENTREVISTA A JORGE BASSI



# Sumario

REVISTA FERTILIZAR - N° 31 - JUNIO 2015

EDITORIAL

Por María Fernanda González Sanjuan

▶ 03



Repasando las 4C para trigo  
Por: Ricardo Melgar. EEA Pergamino INTA  
rjrmelgar@gmail.com

▶ 04

08 ◀

Minimizando las pérdidas durante el manipuleo

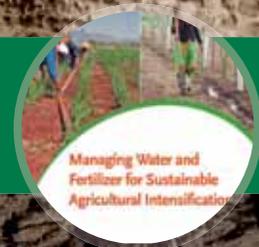


Influyendo en la Calidad de la Cebada

▶ 14

18 ◀

Novedades bibliográficas  
El manejo del agua y los fertilizantes para  
la intensificación agrícola sostenible



Entrevista a Jorge Bassi  
Nuevo presidente de la Asociación  
Por: Juan Carlos Grasa

▶ 20

26 ◀

Propiedades fisicoquímicas de las soluciones  
de pulverización y su impacto en la penetración  
Por: Virginia Fernandez, Thomas Sotiropoulos  
y Patrick Brown



Acidificación de suelos: Entre el Mito y la realidad  
Por: Ing. Agr. PhD Ricardo Melgar  
melgar.ricardo@inta.gob.ar

▶ 36

# STAFF

## FERTILIZAR Asociación Civil

**Presidente:**  
Jorge Bassi (Bunge Argentina S. A.)

**Vicepresidente 1ro:**  
Pablo Pussetto (Profertil 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 Faltlhauser (Bunge Argentina S. A.)  
Cristian Hannel (Profertil S. A.)

**Revisor de Cuentas:**  
Francisco Llambias (Profertil S.A.)

**Revisor Suplente:**  
Hernan Rivero (ASP)

**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	MOSAIC
ASP	NIDERA
AGRILQUID SOLUTIONS	NITRON
AMEROPA CONOSUR SRL	NOVOZYMES
BROMETAN	PHOSCHEM
BUNGE	PROFERTIL
COMPO ARGENTINA	RECUPERAR SRL
EMERGER	RIZOBACTER
FULLTEC SRL	STOLLER ARGENTINA
HELM ARGENTINA	TIMACAGROARGENTINA
KEYTRADE AG	TRANSAMMONIA
LOUIS DREYFUS COMMODITIES	YARA
MOLNOSRIODELA PLATA	YPF S.A.

**Asesor de Contenidos**  
Ricardo Melgar

**Corrección**  
Martín L. Sancia

**Coordinación General**  
Paula Vázquez

**Producción**  
Horizonte A Ediciones

# EDITORIAL



Les presentamos un nuevo número de nuestra revista, con varios artículos de interés relacionados con la acidificación de suelos; la fertilización de cebada y trigo (repaso de las 4 R para este cultivo); el manejo del agua y los fertilizantes para la intensificación agrícola sostenible; la minimización de las pérdidas durante el manejo y las propiedades fisicoquímicas de las soluciones de pulverización y su impacto en la penetración.

La entrevista principal en esta oportunidad se la realizamos al Ing. Agr. Jorge Bassi, Presidente de FERTILIZAR, quien tiene una gran trayectoria y experiencia en la industria de los fertilizantes.

Aprovechamos esta oportunidad para agradecer a todos los que nos acompañaron en la última edición del Simposio Fertilidad 2015, que organizamos junto al IPNI, los pasados 19 y 20 de mayo en Rosario, bajo el lema "**Nutriendo los suelos para las generaciones del futuro**" y que contó con la presencia de alrededor de 1.000 personas y más de 700 vía transmisión on line.

El **Simposio Fertilidad 2015** contó con el apoyo de profesionales destacados del ámbito nacional, quienes abrieron discusión sobre temas como: "Requerimientos de nitrógeno para altos rendimientos", "Reciclado de nutrientes de fuentes no convencionales", "Manejo sustentable del recurso suelo", "Cómo estamos y cómo podemos mejorar la producción de granos", "La fertilización en el largo plazo: efectos productivos y económicos"; "Buscando una producción efectiva y eficiente: Desafíos para la próximas campañas", así como también se presentó un panel mano a mano con los que saben de fertilización de cultivos.

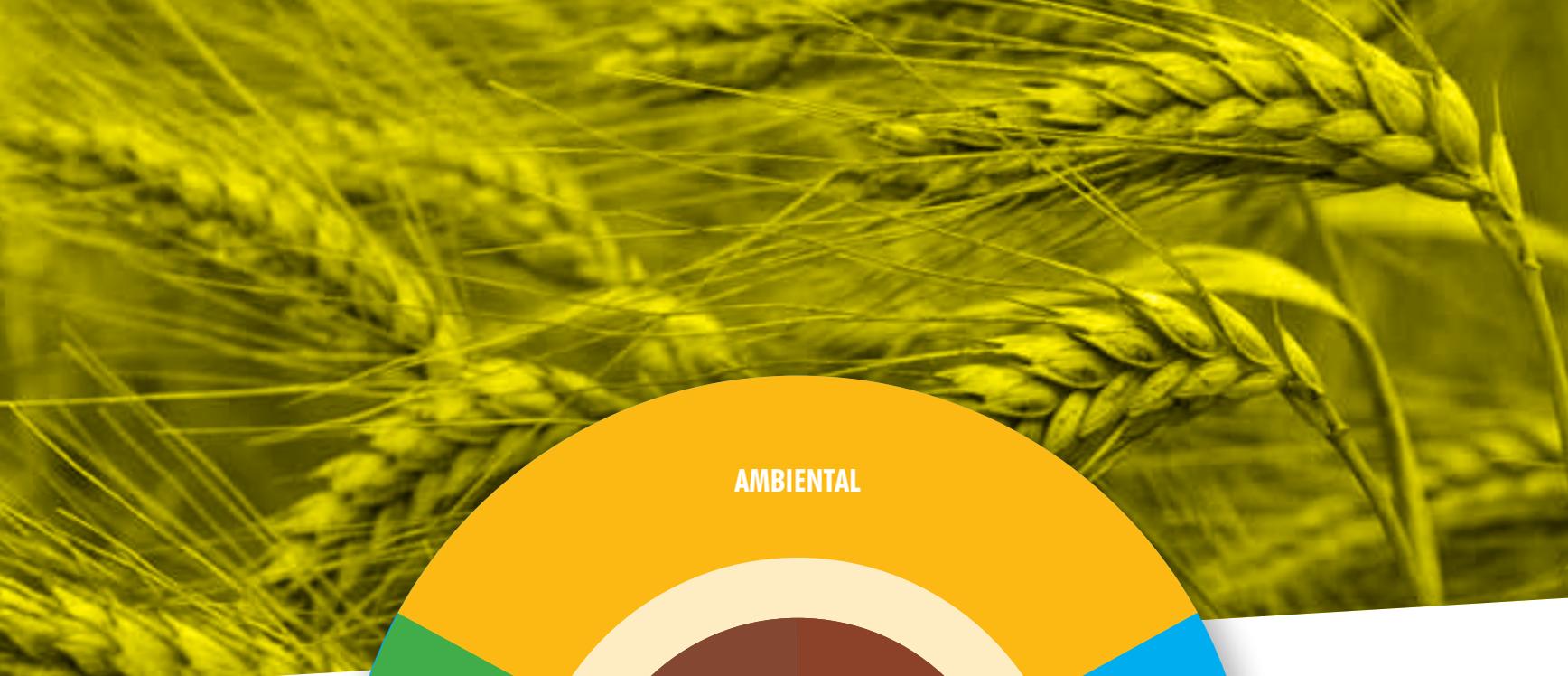
El evento estuvo patrocinado por Asociación de Cooperativas Argentinas (ACA), Agri Liquid Solutions (ALS), Agroservicios Pampeanos (ASP), Brometan, Bunge, Nidera Nutrientes, Profertil, Rizobacter, Stoller, Yara e YPF.

En el evento también colaboraron la Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo (AACS), Aapresid, la Región CREA Sur de Santa Fe, el INTA, la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario, la Fundación Producir Conservando y la International Fertilizer Industry Association (IFA).

Desde FERTILIZAR seguiremos desarrollando este tipo de acciones que nos permitan difundir conceptos clave sobre la reposición de nutrientes y la fertilización.

Cordialmente,

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



Las clásicas 4 C, (o 4 “R” en ingles por “right”), dosis, momento, colocación y fuente correctas deben implementarse para cada sistema de producción y hasta para cada productor dado que el “locus” o lugar adonde se lleva a cabo el cultivo puede no tener la misma oferta, sea de recursos ambientales o económicos, que tenga otro productor en un lugar más distante o con diferente estructura.

En la próxima campaña de cultivos de invierno que se avecina, sin duda dominada por el trigo y a la luz de las experiencias últimas dominada por bajos precios, y sobre todo por bajas expectativas, y dificultades en la comercialización experimentadas por gran número de productores, será necesario extremar el cuidado en las decisiones eligiéndolas con el mayor criterio.

Lograr una máxima calidad será prioritario, ya que ante una abundancia de oferta con muchos vendedores, los compradores eligen la mejor mercadería. Para el trigo la mejor defensa es un grano

con alto contenido de proteína y peso hectolítrico. Para la cebada es igual solo que el límite superior no debe superarse. El clima como sabemos es impredecible pero también hay herramientas de coberturas financieras y de manejo empresario, (coberturas, contratos, seguros que puede mitigar el impacto de un mal año. Sin olvidar tampoco que se estará sembrando con un gobierno y cosechando con otro, cuando el panorama podría llegar a ser completamente diferente.

### DOSIS

La dosis de fertilizantes se decide sobre la base de dos o tres parámetros de sitio. El nivel de fósforo en el suelo y la expectativa de rendimiento nos indican que tanto debemos apartarnos de nuestra dosis habitual. Si bien es cierto que los valores de los contratos de trigo a enero 2016 son más bajos que otros años (alrededor de \$ 150 /t), las variaciones de precios de los fertilizantes han tenido correcciones a la baja en los últimos meses, sobre

# REPASANDO *las 4C* PARA TRIGO

El ya conocido marco de referencia de buenas prácticas de manejo de fertilizantes nos sirve para pasar lista a los puntos que debemos recordar siempre para la planificación de la fertilización y asegurarnos la el máximo rendimiento compatible con una rentabilidad apropiada y sin comprometer el ambiente.

Ricardo Melgar. EEA Pergamino  
INTA - rjrmelgar@gmail.com



todo los nitrogenados. Por eso no parece que, aparte de las expectativas, las relaciones de precios nos hagan desviar mucho de los niveles de fertilizantes que aplicamos todos los años.

Eventualmente siempre el costo de un análisis de suelo puede pagarse con creces si los valores que revela nos están indicando o bien un ahorro en el fertilizante que tenemos que aplicar, como también una ganancia adicional por la respuesta que obtendríamos si debemos aplicar un poco más. Esta respuesta está en el orden de 11 kg por kg de P aplicado, tomando un gran número de ensayos de la región pampeana.

El monitoreo de rendimientos, sobre todo cuando este se realiza por ambientes, o lotes de producción, es extremadamente útil para asignar una dosis de reposición o para ajustar la dosis indicada por la interpretación del análisis de suelos. Un lote que sistemáticamente da rindes por debajo o por encima del promedio indica por supuesto una menor o mayor dosis para sustentar esos rendimientos y no caer en excesos que no son aprovechados por un cultivo que está limitado por alguna otra condición.

**MOMENTO**

Nadie duda que aplicar el fósforo a la siembra, poco antes o poco después, es el momento que el cultivo más aprovechará el P del fertilizante. El periodo crítico ocurre en las primeras 5 a 6 semanas desde la emergencia, cuando una deficiencia inicial de P limitará seriamente el rinde potencial. El P tiene un gran impacto en el macollaje y la proliferación de las raíces, y en general los cereales absorben solo 15% del total de P en las primeras dos semanas, parecen cantidades pequeñas pero críticas para lograr el máximo rinde. Las reservas pueden sostener el crecimiento posterior, y el estrés tardío producido por un nivel de P limitante tiene un impacto mucho menor en la producción que el estrés inicial.

En cambio, aun representa un gran desafío para los agrónomos y productores de todo el mundo lograr la máxima eficiencia en la sincronización de la fertilización nitrogenada con los picos de demanda de los cultivos, en particular cuando hay cuestiones prácticas implícitas, como el tráfico de la maquinaria por sobre el cultivo.

Indudablemente el “mejor” momento de aplicación tiene un significado muy cambiante según interactúe con los demás “mejores”, es decir fuente, dosis y colocación. También y en particular para el caso de los nitrogenados, se nos pide especificar la decisión de dividir las fertilizaciones en más de un momento. Y máxime además cuando además de un máximo rendimiento se pretende una máxima calidad.

Idealmente la fertilización nitrogenada debería dividirse en tres y aplicarse en momentos bien diferenciados, aprovechando operaciones específicas del cultivo como para que no agreguen costos adicionales de aplicación. Un plan inteligente debería incluir

una parte del N aplicado a la siembra, o previo a ésta, una parte durante antes del máximo crecimiento vegetativo, o fase exponencial del crecimiento, normalmente en trigo desde el comienzo hasta mediados del macollamiento. Y una tercera aplicación a realizarse previo o durante a la floración, con el objetivo de maximizar la absorción de N durante la formación y llenado de granos, y de esta forma aumentar el contenido de proteína y carbohidratos (tamaño de grano).

**COLOCACIÓN**

La “correcta” colocación es abstracta sino se alude inequívocamente a los otros atributos “correctos”. Hay una correcta colocación para cada fuente, que se aplica en momentos determinados, y sobre todo asociado a cada nutriente principal. Hay complicaciones por cierto cuando se pretende desviar de la colocación óptima. Por ejemplo, en siembra directa la colocación correcta está asociada a una estratificación del fósforo aplicado en dos dimensiones (espacial y en profundidad), sobre todo en el largo plazo. También está fuertemente ligado a la maquinaria disponible. Difícilmente sea posible modificar mucho o innovar en estos aspectos, algunas opciones se han visto en el mercado últimamente para optimizar la forma de aplicar el P en la línea de siembra, por ejemplo aplicando riego en el micrositio de siembra.

La colocación “correcta” de fertilizantes nitrogenados para cada uno de los momentos “correctos” indicados está forzosamente asociada a la fuente más apropiada para cada uno. No hay justificación para apartarse del uso de cierto porcentaje de N (y de S) en las fuentes usadas a la siembra como arrancadores junto con el necesario fósforo en el sistema, ya que en general no implica un costo mayor y satisface una inmediata necesidad de las plantas en sus primeros estadios. En cambio la fuente recomendada para el segundo momento aludido antes, es mucho más flexible, pudiendo ser sólida o líquida, con algunas precauciones para la urea al voleo durante condiciones meteorológicas. Finalmente la forma más adecuada para el tercer momento indicado es la fertilización foliar, con numerosas experiencias y demostraciones que indican una respuesta frecuente en el porcentaje de proteína y de otros atributos (peso hectolítrico, % gluten, valor “W”) cuando se aplica N por vía foliar cerca de la antesis.

**FUENTES**

Nuevamente hay multi soluciones para elegir la mejor fuente en correspondencia con las otras tres “correctas” decisiones de manejo de la fertilización. Clases de fertilizantes a la siembra con una alta proporción de P junto con suficiente N existen en muchos mercados, desde mono productos a complejos y mezclas físicas. También se dispone de fuentes solidas como líquidas, éstas últimas de más reciente aparición en el mercado.

Los criterios para la elección de cada una descansan no solo en el valor por unidad de nutriente, sino por los nutrientes acompañantes, a veces difíciles de valorar. No se puede dejar de mencio-

6

	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto
<b>P disponible</b>	< 7 ppm	7 - 12 ppm	12 - 20 ppm	> 20 ppm
<b>P Recomendado</b>	45 kg/ha	30 kg/ha	15 kg/ha	0 kg/ha

nar que debe respetarse la mejor colocación para la fuente elegida según la mejor información disponible. Por ejemplo, sino se dispone de una sembradora que aplique el fertilizante al costado y debajo de la línea de semillas estará limitada la cantidad a aplicar sobre todo si el fertilizante tiene N en su composición. También, una fuente de nutrientes fluidas, con N, P y S puede aplicarse en una dosis menor ya que poseen mejor disponibilidad en determinados tipos de suelo y condiciones de humedad. De optarse por esta situación, será necesario compensar en el ciclo agrícola anual con aplicaciones de fuentes de P más económicas. Este manejo fraccionando la dosis de fósforo, asociado al momento y a la colocación ha sido objeto de nuevas investigaciones en la rotación con la soja.

### A MODO DE CONCLUSIÓN

Las “buenas practicas” han sido implementadas en casi todas

los ámbitos de las actividades humanas, sean de producción de bienes primarios o industriales, y de servicios incluidos los comerciales. En agricultura pueden detallarse no solo las buenas prácticas agrícolas en general sino que podemos ir más allá y describir las necesarias para el riego, la cosecha o el manejo de la fertilización.

Cada actor, o decisor de un proceso complejo como es producir trigo, es decir elegir el sitio, prepararlo, sembrarlo protegerlo y cosecharlo implica tomar decisiones eligiendo las consideradas como mejores. Tal elección se debe hacer sobre la base de información, y su éxito o fracaso será en parte debida a elementos inciertos como el clima y los mercados. Pero una “buena decisión” basada en la información y en el conocimiento maximiza los beneficios tanto económicos como ambientales.

**“IDEALMENTE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA DEBERÍA DIVIDIRSE EN TRES Y APLICARSE EN MOMENTOS BIEN DIFERENCIADOS”**



# MINIMIZANDO LAS PÉRDIDAS durante el manipuleo

Desarrollos tecnológicos que aseguran la integridad del gránulo de fertilizante entre la fabricación y la aplicación.



Los fertilizantes son fabricados con altos estándares de calidad pero están bajo riesgos de degradación y otros daños a lo largo de los procesos de fabricación, manipuleo, almacenamiento y otras operaciones de la cadena de distribución. Éstos afectan la uniformidad, el valor y la efectividad de la aplicación de fertilizantes.

Para asegurar una performance óptima la elección de un fertilizante toma en cuenta su contenido de nutrientes, la forma química de su presentación, y otros factores de calidad. Sin embargo, el almacenamiento deficiente y el manipuleo inapropiado pueden conducir a un deterioro de las cualidades físicas y a una menor performance como aportantes de nutrientes.

La calidad física de los fertilizantes depende de:

- **Las propiedades físicas de los productos desde la producción**
- **Las instalaciones de almacenamiento y las condiciones climáticas durante éste**
- **El manipuleo durante la transferencia a lo largo de la cadena de distribución comercial**

Las propiedades físicas de un producto están determinadas por su composición química y las condiciones industriales, es decir, como se fabrica. Las propiedades más importantes de un producto a los fines de manipuleo, almacenamiento y distribución son:

- **Higroscopicidad**
- **Apelmazamiento**
- **Distribución de forma y tamaño de las partículas**
- **Dureza de las partículas y resistencia mecánica**
- **Segregación**
- **Tendencia a generar polvo o "finos" (partículas por debajo del estándar)**
- **Densidad aparente**
- **Compactibilidad, química y física**

Los fertilizantes son entregados en una gran variedad de formas físicas, incluyendo sólidas y fluidas. Los productos sólidos pueden ser presentados en forma de polvos, cristales, perlas o gránulos. Inclusive muchos minerales naturales, como el yeso ( $\text{SO}_4\text{Ca}$ ), la silvita (ClK) o kieserita ( $\text{SO}_4\text{Mg}$ ) son comercializados como rocas finamente molidas. Las formas físicas más adecuadas para un fertilizante normalmente están determinadas por sus características químicas, uso final y método de aplicación. Así, los fertilizantes para fertirriego deben ser completamente solubles, y si son productos de baja solubilidad deberían presentarse como polvos molidos muy finos como para asegurar una rápida disolución y disponibilidad para la planta. Los productos

sólidos deberían fluir libremente y libre de partículas agregadas (terrones), causadas por el apelmazamiento. El tamaño de las partículas también deberá ser uniformemente consistente para asegurar un patrón parejo de aplicación. Además del apelmazamiento, la absorción excesiva de humedad, un ambiente polvoriento y la segregación de las partículas son los principales problemas que pueden surgir como consecuencia del manipuleo.

El tamaño de partículas afecta la granulación y la performance del proceso durante la manufactura, mezclado, manipuleo, aplicación, y eventualmente a las respuestas agronómicas. La reducción del tamaño de partícula aumenta el área total superficial, o área específica de un material determinado. Cuanto mayor es el área superficial, mayor será la reactividad de la partícula. Los polvos finos, fertilizantes granulados con alto contenido de polvo, y cristales pequeños son susceptibles de apelmazarse debido a su mayor área superficial, la que resulta en una mayor absorción de humedad y reacción con las partículas adyacentes.

La resistencia, o fuerza mecánica de un gránulo o una perla, determina su capacidad para soportar la degradación que puede ocurrir en el manipuleo y almacenamiento. La fuerza de aplastado es importante cuando se determinan las propiedades de almacenamiento, mientras que la abrasión generará partículas finas y polvos durante el manipuleo. Las transferencias de material con sinfines o 'chimangos' son una causa común de la degradación de un producto a través de la abrasión. Los materiales granulados en general tienen un mayor resistencia al impacto que los materiales perlados.

La higroscopicidad es una característica importante de los fertilizantes sólidos a causa de su efecto en la calidad física de un producto, la que a su vez afecta las propiedades de almacenamiento y manipuleo. Se define como la propiedad de un fertilizante de absorber humedad bajo condiciones específicas de temperatura y humedad. Cuanto mayor es la higroscopicidad de un fertilizante, mayor será la probabilidad de tener problemas en el curso del almacenamiento y manipuleo. Las propiedades higroscópicas de un fertilizante pueden ser cuantificadas y calificadas midiendo la Humedad Relativa Crítica (HRC) y sus características de absorción y penetración de la humedad. La tabla 1 muestra la HRC de los fertilizantes más comunes. La HRC normalmente decrece con el aumento de la temperatura.

La mayoría de los fertilizantes tienen cierta tendencia a formar grumos o aglomerados (apelmazamiento) durante el almacenamiento. El apelmazamiento es causado por la formación de puntos de contacto entre las partículas de fertilizante. El mecanismo de apelmazamiento se atribuye a la formación de puentes salinos o cristalinos y / o adhesión capilar. Estos se desarrollan durante el almacenaje como resultante de continuar reacciones químicas internas, procesos de disolución y re cristalización y/o efectos de la temperatura. La gravedad del apelmazamiento puede ser influenciada por varios factores, tales como la composición química, el contenido de humedad, la estructura de las partículas, la resistencia mecánica, propiedades higroscópicas, la temperatura del producto, condiciones ambientales, tiempo de almace-

**Figura 1.**

Puentes cristalinos entre las partículas que causan el apelmazamiento.



10

**“LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE UN PRODUCTO ESTÁN DETERMINADAS POR SU COMPOSICIÓN QUÍMICA Y LAS CONDICIONES INDUSTRIALES”**

**Tabla 1.**

muestra la HRC de los fertilizantes más comunes. La HRC normalmente decrece con el aumento de la temperatura.

Producto	HRC a 30°C
Urea	70-75
Sulfato de Amonio	75-85
Nitrato de Amonio	55-60
Fosfato Diamónico	65-75
Fosfato Monoamónico	70-75
Superfosfato Triple	75-85
Superfosfato Simple	80-85
Cloruro de Potasio	70-80
Sulfato de Potasio	75-80

## LAS PRINCIPALES TIPOS DE MATERIALES DE COBERTURA INCLUYEN

Tipo de impregnante	Pros y contras
Particulados (arcillas, talcos)	Estos son buenos para asegurar la floabilidad y prevenir el apelmazamiento pero puede resultar en formación de polvo y deben aplicarse en grandes cantidades
Aceites impregnantes. Derivados del fuel oil, aceites asfálticos, aceites refinados, o grasas.	Son muy efectivos como agentes supresores de polvo pero menos efectivos para combatir el apelmazamiento
Mezclas termoplásticas. Ceras, surfactantes cerosos, azufre, resinas y polímeros	Efectivos agentes para el control de polvo y del apelmazamiento, pero pueden ser más costosos
Líquidos solubles en agua. Glicerina, melazas, soluciones surfactantes y soluciones de polímeros	Para aplicación especiales donde además se precise solubilidad
Sistemas de polímeros. Películas polimerizados formados por reacción o entrelazamiento sobre la superficie del fertilizante	Costoso, proceso complicado pero resulta en un producto de alta performance

namiento, y la presión durante el almacenamiento. Los diversos métodos de reducir o eliminar el apelmazamiento en los fertilizantes implican básicamente el control de las condiciones de almacenamiento, embalaje, y/o adición de anti aglomerantes.

La emisión de polvos durante el manipuleo es un problema ambiental y están sujetas a las regulaciones oficiales vigentes. Normalmente hay límites establecidos de polvo en un fertilizante para ser admitida su comercialización. El polvo y los finos normalmente aparecen durante al manipuleo a partir de

- **Absorción de agua**
- **Débil estructura superficial y resistencia mecánica de las partículas o gránulos a la abrasión**
- **Baja resistencia mecánica de los gránulos a la compresión**
- **Roces y fricciones mecánicas a lo largo de la cadena de distribución y manipuleo**
- **Uso y desgaste del equipamiento de manipuleo**

### TECNOLOGÍA AL RESCATE

Los sistemas de revestimiento o impregnación (coating) eliminan la formación de polvo. Son tratamientos aplicados a la superficie de las partículas de fertilizantes sólidos. Estos agentes se usan para mejorar la calidad de los fertilizantes y asegurar su

fortaleza en el curso del manipuleo, almacenamiento y transporte. Varias compañías especializadas han desarrollado un amplio rango de eficientes agentes anti apelmazantes especialmente formulados para asegurar que:

- **La absorción de agua sea sustancialmente reducida cuando se los expone al aire húmedo**
- **La tendencia al apelmazamiento sea disminuida al máximo**
- **La formación de polvo sea sustancialmente reducida**

Los recubrimientos pueden ser líquidos, sólidos, termoplásticos o reactivos. Y la función de un impregnante puede ser:

- **Control de la emisión de polvo**
- **Minimizar el apelmazamiento (conjunto de bolsas, conjunto de pila)**
- **Mejorar la fluidez**
- **Minimizar la absorción de humedad**
- **Para estabilizar la superficie**
- **Mejorar la compatibilidad de usos finales**
- **Para mejorar la apariencia**

### • Modificar las características de liberación de nutrientes

Entre algunos usos especiales se menciona el uso de impregnantes “pegantes” junto con formulaciones en polvo de micronutriente. En estos, el impregnante se agrega junto al polvo que posee micronutrientes, por ejemplo óxido de zinc, para que este último recubra quede adherido a la superficie del gránulo de fertilizante, facilitando de este modo una distribución uniforme del micronutriente junto con el fertilizante con macronutrientes. Además se usan impregnantes pigmentados para dar cierto color al producto. La mayoría de los fertilizantes son recubiertos en la superficie para obtener estos efectos, pero la manipulación del producto debe sin embargo ser adecuada para mantener la funcionalidad de la cobertura aplicada.

Una gran variedad de productos especialmente formulados para reducir el apelmazamiento han sido desarrollados por muchas compañías. La tendencia a la agregación y aterronamiento de los fertilizantes es de gran preocupación entre los fabricantes. Un gran esfuerzo de investigación se ha dedicado para resolver este problema.

Para prevenir el apelmazamiento, los fertilizantes son tratados con varios agentes que normalmente incluyen un agente surfactante y un polvo inerte. Los compuestos surfactantes activos controlan la formación de puentes salinos mientras que el polvo reduce el área de superficies de contacto.

Hay dos tipos principales de agentes anti apelmazantes, manufacturados o sintéticos y otros naturales. Algunos agentes anti apelmazantes son solubles en agua y otros son solubles en alcoholes u otros solventes orgánicos.

Con la prevención de la formación de polvo, la cantidad de polvo liberado de un producto fertilizante dependerá de varias propiedades físicas, incluyendo la fortaleza de la partícula y la forma, métodos de manipuleos y el sistema de cobertura aplicado se han desarrollado sistemas de cobertura que reducen la liberación de polvo hasta 90 en la cadena de manipulo del granel

Los revestimientos se utilizan para preservar la calidad del fertilizante manufacturado a través del despacho, transporte, almacenamiento y manipulación. Normalmente los revestimientos no pueden corregir los problemas inherentes de la integridad o estabilidad del gránulo, resultantes del proceso de manufactura, en particular:

- Forma y superficie deficiente
- Excesiva porosidad
- Reblandecimiento con el tiempo
- Alto contenido de humedad
- Deficiente control de los procesos

En algunos casos, los aditivos durante el procesado pueden ayudar a mitigar los anteriores problemas, así como modificaciones de los procesos.

El agregado de estos impregnantes químicos puede ser durante distintos pasos de la fabricación o de la cadena de distribución. En tambores giratorios pueden instalarse fácilmente pulveriza-

dores dentro del tambor durante el proceso de granulación. En las instalaciones de mezclado el impregnante puede ser pulverizado o inyectado durante la mezcla como también en el punto de descarga proveyendo un cerramiento. Un importante aspecto es determinar el ángulo correcto de pulverizado así como las pastillas que apuntan al fertilizante. Además del tipo de pastilla, plana o de cono hueco, es otro parámetro importante para un dosaje correcto del impregnando.

Para optimizar la eficiencia de la aplicación de impregnante se recomienda que el área superficial expuesta sea maximizada y minimizado el espacio de poros. También se recomienda sincronizar la dosis de impregnante aplicado con la velocidad de exposición de la superficie. La selección del agente impregnante más adecuado dependerá de la curva de viscosidad/temperatura y cobertura durante la aplicación. El costo de estos procesos de impregnación por oscila entre US \$ 0,5 a 1 tonelada de fertilizante tratado en el rango más bajo que solo precise un control básico del polvo; mientras que los productos de rango medio, para realizar un control de la generación de polvos y prevenir el apelmazado se estima entre US \$ 1 a 3 /t. Entre los productos más específicas, con composición especial totalmente solubles en soluciones salinas o para liberación controlada de nutrientes, el costo del impregnado puede estar entre US \$ 3 a 10/t.

Existe una innovación continua con estos materiales nuevos que maximizan la eficiencia del proceso, con mayor duración del tratamiento, con facilidad de aplicación y sin interferir en la interacción mecánica ni penetrar en el gránulo y a la vez manteniendo la funcionalidad del fertilizante. También se han desarrollado sistemas automatizados de aplicación de impregnantes como parte integral de sistemas de manipuleo. Muchos aditivos como el Agrotain, que mejoran la eficiencia del uso de los nutrientes contenidos en el fertilizante, son agregados a parcelas más pequeñas de una carga y precisan que el fertilizante sea impregnado con sistemas independientes. Hay muchos nuevos productos líquidos que están entrando al mercado y necesitan ser agregados a las mezclas secas. Dado que la cantidad de líquido que puede aplicarse a una mezcla seca sin causar apelmazamiento es muy baja, los nuevos aditivos líquidos necesitarán estar en concentraciones más altas y usarse volúmenes menores, y resultan en la necesidad de disponer de mezcladores por lotes de alta eficiencia.

### REFERENCIAS

Granquist, V. 2004. *Aspects of coating technology for granular fertilizers*. [http://firt.org/sites/default/files/Granquist\\_Coating\\_Technology\\_presentation.pdf](http://firt.org/sites/default/files/Granquist_Coating_Technology_presentation.pdf)

Ohlsson. A. 2000. *Fertiliser Coatings*. *International Fertiliser Society - Proceeding # 453*.

Rutland DW. 1991. *Fertilizer caking: Mechanisms, influential factors, and methods of prevention Fertilizer research*. Volume 30, Issue 1, pp 99-114



**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

VER MÁS

**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

**agroactiva**

**Protagonistas**

Con la sangre de Apresid corriendo por sus venas

Nativa de la localidad santafesina de Zenán Peryra, 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 condóbesa de Manfred...

VER MÁS

**Conectate  
a la información**

**www.nuevoabcrural.com.ar**

# Influyendo en la **CALIDAD DE LA** **CEBADA**

Los objetivos de calidad de la cebada dependerán de la especificación requerida por el usuario final, por ejemplo si se destinara a la alimentación del ganado o para producción de malta de la industria cervecera. Las principales características a considerar son el porcentaje de nitrógeno en el grano, directamente relacionado al contenido de proteínas, su peso hectolítrico (o peso específico de un volumen determinado ocupado por los granos), humedad y peso de los granos, este último atributo relacionado con el tamaño de éstos.



La investigación ha demostrado que la calidad de malteado de la cebada se determina por un cierto número de otras propiedades del grano, tales como la composición de las proteínas y los hidratos de carbono, la estructura del endosperma, la composición de la pared celular y las actividades de distintas enzimas durante el malteado.

Los programas de nutrición de los cultivos, relacionados con el plan de fertilización, tienen un considerable impacto en la calidad del grano de cebada y deben planificarse de acuerdo a los parámetros de calidad específicos. Para lograr el mayor valor por el grano de cebada, el productor tiene que cumplir con una combinación de estas especificaciones.

### **NUTRICIÓN DEL CULTIVO Y CEBADA DE CALIDAD**

#### **Nutrientes para la calidad del grano de cebada**

Los dos macronutrientes más importantes a considerar son el nitrógeno y el azufre. Por tanto, un programa bien equilibrado de nutrientes debe ser el objetivo. Demasiado o muy poco de cualquiera de estos nutrientes puede tener un efecto negativo. El exceso de nitrógeno conduce a un alto contenido de proteínas del grano, que puede o puede no ser deseable. También podría resultar que el cultivo vuelque cuya consecuencia eventual será el retraso de la cosecha y que los granos comiencen a brotar en la espiga.

La disponibilidad de azufre puede influir en el contenido de ni-

trógeno en el grano y en la composición de las proteínas. El calcio y el boro mejoran la resistencia de la pared celular las que contribuyen a reducir el riesgo de vuelco. El exceso de nutriente también puede ser perjudicial. El exceso de azufre, por ejemplo, puede interactuar tanto con molibdeno o alterar los sabores de los productos desarrollados a partir del proceso de malteado.

### **INFLUYENDO EN EL CONTENIDO DE NITRÓGENO EN EL GRANO DE CEBADA**

#### **Nitrógeno**

Un contenido alto de nitrógeno en el grano de cebada tiende a ser el resultado o bien de una gran absorción o redistribución del nitrógeno al final del ciclo, o bien por una deficiente deposición del almidón. Las aplicaciones de nitrógeno son altamente influyentes en la concentración de proteína del grano de cebada.

Durante la fase de llenado del grano, el nitrógeno se redistribuye desde los tallos y hojas hacia los granos en desarrollo. El sistema radicular se mantendrá activo durante esta fase, que se caracteriza por un alto potencial de absorción de nitrógeno del suelo, lo que da lugar a un grano con alto contenido final de proteínas.

Las dosis altas de aplicación directa de N aumentan los contenidos de nitrógeno / proteína del grano de cebada. Esto puede ser deseable cuando se utiliza el cultivo para la alimentación animal. Pero sin embargo, cuando el mercado pide por cebada cervecera de bajo nitrógeno, se requerirán dosis menores. Por lo



ESPECIFICACIÓN DE LA CALIDAD



tanto, es importante que las dosis de nitrógeno coincidan con los objetivos deseados de rendimiento y calidad.

La demora de las aplicaciones de nitrógeno dará mayores niveles de nitrógeno en el grano. En siembras tempranas de otoño las aplicaciones de nitrógeno deben hacerse alrededor de los estadios 25 a 31 de la escala Zadoks, o fin del macollamiento y comienzo de la elongación del tallo principal, 1er nudo detectable. Cuando se requiere niveles altos de nitrógeno (proteína) para mejorar la calidad de la alimentación del ganado, las dosis de nitrógeno pueden ser mayores.

Niveles excesivos de nitrógeno debilitan y restan resistencia al tallo, aumentando el potencial de 'vuelco', y quebrado de los tallos que hace que las espigas se doblen y caigan al suelo. Cuando esto ocurre los granos en la espiga empiezan a germinar, redu-

ciendo así la calidad del grano.

**Azufre**

El azufre es un componente importante de proteínas. La deficiencia de azufre conduce a rendimientos de cebada limitados, resultando en un efecto de mayor concentración del nitrógeno aplicado y que conduce a altos niveles de nitrógeno del grano. Cuando se aplica azufre, se obtienen rendimientos más altos que diluyen el nitrógeno, dando valores más bajos de N en el grano. Cuando el azufre es deficiente, se perjudica la actividad de las enzimas en germinación, que son importantes durante el proceso de malteado.

**INFLUYENDO EN EL TAMAÑO DEL GRANO DE CEBADA Y PESO DE MIL GRANOS**

El principal factor que influye en el tamaño del grano y su peso

**Tabla 1.**

Efecto de cantidades crecientes de aplicaciones al suelo de Zn, Mn, Fe y Cu sobre los componentes de rendimiento de cebada (Adaptado de Boorboori y col. 2012 \*)

Tratamiento	Rendimiento grano		Peso 1000 granos		Granos /espiga		macollos fértiles		Proteína grano	
	ppm	g/maceta		g						%
Zn	0	7,3 b		25,4 b		19,4 b		3,8 b		10,2 a
	5	7,6 b		25,7 b		19,9 b		3,8 b		10,3 a
	10	10,2 a		28,3 a		23,2 a		4,2 a		10,4 a
Mn	0	7,3 b		25,4 b		19,4 b		3,8 a		10,2 a
	2,5	7,5 b		26,0 b		19,4 b		3,7 a		10,4 a
	5	9,6 a		27,4 a		21,4 a		3,8 a		10,3 a
Fe	0	7,3 b		25,4 b		19,4 b		3,8 a		10,2 a
	5	8,0 b		25,9 b		20,1 b		3,8 a		10,3 a
	10	11,2 a		30,0 a		24,3 a		3,9 a		10,4 a
Cu	0	7,3 b		25,4 b		19,4 b		3,8 a		10,2 a
	2,5	7,4 b		25,5 b		19,5 b		3,8 a		10,4 a
	5	9,2 a		27,3 a		21,3 a		3,8 a		10,5 a

\* Boorboori MR, D Eradatmand Asli y MM T ehrani. 2012. Efecto de la aplicación de micronutrientes mediante diferentes métodos sobre el rendimiento, caracteres morfológicos y porcentaje de proteína del grano de cebada (*Hordeum vulgare L.*) en condiciones de invernadero. Revista Científica UDO Agrícola 12 (1): 127-134.

## “PARA DEFINIR EL RENDIMIENTO, EL NÚMERO DE GRANOS ES MÁS IMPORTANTE QUE EL PESO DEL GRANO”

específico es la duración del periodo de llenado - cuanto más largo, mayor será el tamaño. La fecha de siembra es el factor de manejo que tiene la mayor influencia en la duración del ciclo y que pueda producir retrasos que llevan al desarrollo deficiente del cultivo y que eventualmente incidirá en la calidad.

### El nitrógeno y el azufre

El nitrógeno y el azufre aumentan el rendimiento de grano de cebada a través del aumento del número de granos por unidad de área. Esto a veces puede ser a expensas del tamaño promedio de grano, produciendo en cambio un número mucho mayor de granos más pequeños. Si el tamaño de grano es clave, como es el caso de la cebada para malteado, entonces es importante evitar el exceso de nitrógeno.

Cabe señalar que para definir el rendimiento, el número de gra-

nos es más importante que el peso del grano. Los granos pequeños también pueden ser provocados por aplicaciones retrasadas o tardías de nitrógeno que causan un estímulo del crecimiento de macollos secundarios, los que eventualmente formarán espigas. Estas espigas finales, más tardías, reducirán la calidad de la muestra por ser pequeñas y de alto contenido de humedad. Si el cultivo vuelca por un exceso de aplicación de nitrógeno estas espigas acortarán el período de llenado del grano dando en definitiva granos inmaduros y más pequeños.

### Micronutrientes zinc, cobre, manganeso y boro

Algunas investigaciones han demostrado que los micronutrientes de zinc, hierro, cobre, manganeso han aumentado el Peso mil granos (PMG) en la cebada.

## Novedades bibliográficas

# EL MANEJO DEL AGUA

## y los fertilizantes para la intensificación agrícola sostenible

Autores: Drechsel, P., Heffer, P., Magen, H., Mikkelsen, R., y Wichelns, D.



Publicación conjunta de la Asociación Internacional de la Industria de Fertilizantes, Instituto Internacional de manejo del Agua, Instituto Internacional de Nutrición del Cultivos, e Instituto Internacional de la Potasa.

**Editores:** IFA, IWMI, IPNI e IPI, primera edición, París, Francia, Enero de 2015.

### En Inglés

Una guía de referencia para mejorar la comprensión general de las mejores prácticas de manejo del uso de agua y los fertilizantes en todo el mundo para mejorar la producción agrícola, mejorar la rentabilidad de las explotaciones y la eficiencia de los recursos y reducir los impactos ambientales relacionados con la producción de cultivos. La publicación está disponible para ser bajada en formato pdf desde el sitio de IFA y entidades editoras

[http://www.iwmi.cgiar.org/Publications/Books/PDF/managing\\_water\\_and\\_fertilizer\\_for\\_sustainable\\_agricultural\\_intensification.pdf](http://www.iwmi.cgiar.org/Publications/Books/PDF/managing_water_and_fertilizer_for_sustainable_agricultural_intensification.pdf)

[http://www.ipni.net/ipniweb/portal.nsf/0/B9C003FF28F9C9EF85257DE1007607CC/\\$FILE/2015\\_ifa\\_ipni\\_iwmi\\_ipi.pdf](http://www.ipni.net/ipniweb/portal.nsf/0/B9C003FF28F9C9EF85257DE1007607CC/$FILE/2015_ifa_ipni_iwmi_ipi.pdf)

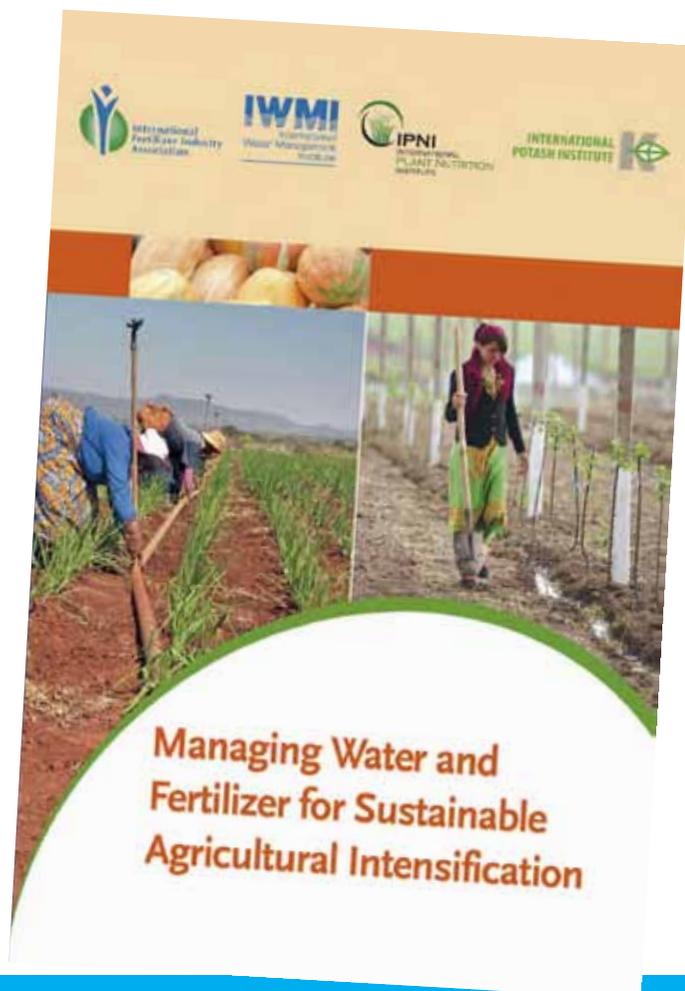
El agua y los fertilizantes son insumos esenciales para la producción agrícola. Mediante la optimización de su uso y el manejo conjunto, los agricultores pueden lograr mayores rendimientos y mejores rendimientos, a la vez que mitigar los posibles impactos ambientales negativos de su actividad.

El libro llama a un cambio de enfoque para abordar las interacciones entre la productividad del agua y la eficiencia en el uso de nutrientes en condiciones de riego y de secano. "Las mejoras en el acceso al manejo de nutrientes y del agua serán cruciales para millones de familias de pequeños agricultores que luchan para producir alimentos e ingresos suficientes para sostener sus precarias medios de vida en zonas de secano donde la lluvia es muy variable", dice Frank Rijsberman, director general de la Consorcio CGIAR y autor del prólogo del libro. Sin embargo, la mejora del manejo del agua y de los fertilizantes es intensiva en conocimiento. "La transferencia de conocimiento y la adopción de las mejores prácticas de manejo de los agricultores requiere de un mayor y coordinado esfuerzo de todas las partes interesadas en asesorar a los agricultores, especialmente a los pequeños", dice Patrick Heffer, Director Senior del Servicio de Agricultura de IFA.

El libro destaca las importantes nuevas prácticas como la fertirrigación, la agricultura de precisión y la agricultura sostenible

que no solo aumentan los rendimientos, sino también fomentan la nutrición de los cultivos más balanceada con los macro y micronutrientes esenciales. "La innovación ofrece grandes oportunidades para mejorar simultáneamente la productividad del agua y la eficiencia en el uso de nutrientes, en una medida que incluso puede duplicar las eficiencias", dice Hillel Magen, director del IPI. La innovación en la forma tanto como se aplican, maneja, reutilizan y reciclan el agua y los nutrientes, junto con una reforma de las políticas y enfoques basados en incentivos serán fundamentales para la transformación de los sistemas de producción sostenibles y para el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

También pueden solicitarse copia en papel a: [publications@fertilizer.org](mailto:publications@fertilizer.org)



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

# “El buen uso de fertilizantes agranda el campo”

En el marco de los 20 años de Fertilizar, **entrevistamos a Jorge Bassi**, nuevo presidente de la Asociación, quien además cuenta con una vasta trayectoria en la industria de los fertilizantes. Nos contó desde sus comienzos, allá por el '97', hasta la actualidad personal y del sector. Asegura que la fertilización define la clase de productor y que si bien no apoya la sojización, es consciente que nuestro país es competitivo en ese cultivo. Imperdible entrevista. La compartimos.

Por : Juan Carlos Grasa

## Fertilizar cumplió 20 años y me gustaría hacer un recordatorio de cómo fue tu llegada a la industria de los fertilizantes.

Entré en PASA Fertilizantes en el año '97', en un contexto de mercado de fertilizantes que había “explotado”, partiendo de un consumo mínimo, que se reservaba solo a cultivos intensivos, hasta 1.300.000 toneladas. Me acuerdo que cuando hice las entrevistas, con Pedro Falthausser comentábamos: “se empezó a fertilizar el trigo, algo el maíz y el día que se empiece a fertilizar soja, ese día, cambiará el mercado”. Esto fue así, hoy día es el cultivo que más fertilizantes consume en Argentina.

## ¿Vos estabas ahondando en un tema que te interesaba o más bien era un compromiso laboral?

A mí el tema me fascinaba, de hecho yo había hecho la tesis de grado en parte en temas ambientales y parte en fertilizantes. Me gusta mucho toda la temática de suelos, la producción vegetal aplicada. Avance en estudios de pos grado, hice la especialización en suelos y uso de fertilizantes con mucho gusto, pero cuando avancé con la maestría sentí que se alejaba mucho de la práctica y era poco dinámica. Me gusta mucho más estudiar los temas desde lo concreto, desde la realidad y desde la problemática actual.

## ¿Cómo era la realidad del mercado en el momento en que vos entras a Pasa?

Cuando comencé a trabajar, el mercado se estancó en 1,5 millones de toneladas hasta el fin de la convertibilidad. A partir del año 2003 con buenos precios internacionales, el consumo de fertilizantes creció rápidamente hasta 3 millones 700 mil toneladas. Este proceso fue acompañado por un impulso de inversiones por parte de las empresas. Esta fase de crecimiento fue sostenida hasta el 2007. Lamentablemente en los últimos 10 años el mercado se volvió a estancar y produjo cambios de consolidación de empresas, y entre esas consolidaciones yo paso a Bunge. Siguen siendo temas que me apasionan todos los referentes a suelos, producción vegetal, como así también la de vacunos a campo. Por esto disfruto enormemente de la posibilidad de aportar desde mi lugar a Fertilizar.

Habiendo pasado por tantas etapas dentro del mercado en este país, ¿qué evaluación te merece el mercado hoy día?

Hemos hecho avances importantes, pasando de una fertilización muy tradicional, que se manejaban en bolsa y con tan solo dos productos (fosfato diamónico y urea perlada), a una comercialización a granel. Hoy la bolsa está en los productores de menor escala o en los intensivos, el resto maneja el fertilizante a granel. El líquido –que

fue mi primera misión cuando entré a Pasa- pasó de 18 mil a 400 mil toneladas, ya tiene bien ganado su lugar en Argentina, y a mí me da orgullo haber trabajado en ese desarrollo porque los países más avanzados como EE.UU., Francia, Australia tienen una parte del mercado en fertilizantes líquidos. Y esto es interesante porque es un mercado en donde el productor tiene más opciones, que se adaptan a sus diferentes necesidades. Por otra parte el esfuerzo de la industria fue muy importante en plantas industriales y puertos. Sin lugar a dudas dentro de los insumos es el rubro que generó más inversiones en el país en los últimos 20 años.

## Si tuvieras que hacer una línea imaginaria con la evolución de la fertilización de acuerdo a los cultivos, ¿cómo sería?

En los 80 solo se fertilizaban los cultivos intensivos cañas de azúcar, vid para vino, hortícolas y frutales. Solo algunos productores líderes fertilizaban trigo. El primer cultivo extensivo que se fertiliza masivamente es el trigo y esto tiene que ver con el ciclo invernal en el que se desarrolla. Tímidamente se empiezan a incorporar cajones en las sembradoras de gruesa y en los escardillos para fertilizar el maíz. Sin embargo, la fertilización de este cultivo fue impulsada por la siembra directa, ya que al no remover el suelo cuidaba más el agua y no producía los pulsos de mineralización que la convencional. Esta fertilización era solo de nitrógeno y fósforo, luego INTA Casilda brinda información sobre respuesta a azufre en soja de segunda y eso incorpora una familia de productos nuevos. El azufre rompe con una tradición argentina de fosfatado a la siembra y refertilización con nitrogenado. Como industria nos preguntamos, ¿cómo agregamos azufre a ese esquema tan determinado y prolijo? Las empresas lanzamos distintos productos que han decantado en 2 o 3 productos importantes que están muy afianzados y que son con quienes los productores entienden que solucionan los problemas operativos con buena eficiencia económica. Estos productos son el superfosfato simple, el tiosulfato de amonio y el yeso.

## En cuanto a la soja, supongo, deberíamos hacer un capítulo aparte

La fertilización en soja comenzó incipientemente en 1998, luego de los trabajos de Martínez y Cordone en Casilda. La red de Fertilizar de los años 2001 y 2002 generó un modelo robusto de fertilización. Actualmente, aun con dosis insuficientes, el cultivo de soja es el que más fertilizantes consume. Esto se explica por el número de hectáreas y porque en estos 15 años sufrimos una sojización. Esta es una de las causas por lo que se ha aplanado el mercado y genera nuevos desafíos, porque si tenemos suelos que tienen una alta presión de



▶  
Jorge  
Bassi

---



## “LA PRINCIPAL DIFERENCIA ENTRE UN PRODUCTOR DE PUNTA Y OTRO CON MEDIANA TECNOLOGÍA, ES EL USO DE FERTILIZANTES”

soja en la secuencia del cultivo tenemos que ser muy inteligentes en lograr estrategias de fertilización que se adapten a esa problemática. Es el ejemplo del productor que toma un campo en alquiler hace soja durante muchos años. Si bien este productor hace caso omiso de nuestros consejos y no realiza una secuencia de cultivos, debemos hacer el esfuerzo para que siembre en directa, haga algún cultivo de cobertura y una fertilización con fósforo y azufre que se acerque a una reposición de nutrientes.

**Si bien las industrias han incorporado avances, han desarrollado productos a lo largo de estos años, que te parece pasó con los productores, a la hora de armar un sistema productivo.**

Los agricultores realizaron un enorme cambio tecnológico que incluye (pero supera) el uso de fertilizantes. El desarrollo de la siembra directa en Argentina, aun con apoyo de organismos oficiales, es un logro de las asociaciones de productores. Hombres como Ghio y Romagnoli han sido fundamentales para generar, adaptar y difundir esta tecnología. En fertilizantes, los productores pasaron de medir cada peso puesto en fertilización y ver en qué situaciones valía la pena usar estas tecnologías, a que sea parte del paquete. Eso está establecido como concepto, pero hace un tiempo atrás era difícil, todo estaba bajo discusión. A modo de ejemplo, te cuento que hace 2 años me tocó dar una charla en Chaco y los productores me decían que allá los fertilizantes no rendían porque la sequía te aplastaba. Yo les respondí que en este proceso de crecimiento venía hablando de sequía y fertilización desde Bragado, y los buenos resultados de la fertilización se ven más allá de la sequía, solo es necesario conocer el sistema e implementarla correctamente. Hoy en Bragado nadie discute si es bueno o no fertilizar.

**Dentro de los productores, podemos diferenciar los de punta a los que son más tradicionalistas. ¿Cuál es la mayor diferencia que notas en cuanto al sistema de fertilización que adoptan?**

Si me pedís que marque la principal diferencia entre un productor de punta y otro con mediana tecnología, es el uso de fertilizantes. Desde hace unos años a esta parte, todo saben controlar las malezas (más allá de lo que sucede ahora) todos siembran las mejores variedades e híbridos, hay un buen manejo de la sanidad, las plagas y las labores, la principal diferencia es el uso de fertilizantes. Esto es así porque el fertilizante es un insumo en el que hay que decidir la dosis, que puede variar ampliamente, mientras que otros insumos entran o no en el paquete pero la dosis es la de marbete. Entonces, los nutrientes a utilizar (nitrógeno, fósforo, azufre y ahora los de punta que ya han incorporado el zinc) y su dosis marcan la diferencia.

**La Resistencia de malezas es un tema de mucha preocupación entre los productores. ¿Crees que el costo de este manejo lo pagó la fertilización?**

Todos sabíamos que la alta presión de soja sobre soja iba a generar

problemas, estábamos seguros de que no era un sistema sustentable. El punto que quiero recalcar es que es muy difícil saber a priori cual va a ser la falla del sistema. Es decir, es fácil entender que el sistema no es sustentable pero es más difícil predecir cuál es la variable que va a fallar primero. Podían ser las malezas, las enfermedades, por plagas o por degradación de los suelos. La primera amenaza parecían ser las enfermedades, la roya de soja nos asustó a aquellos que realizaban soja sobre soja; sin embargo no se dio. Nosotros apostamos a que la limitante iba a ser el suelo, sin embargo el suelo de la zona pampeana muestra una resiliencia muy alta: a pesar del destrato todavía aguanta buenos niveles de productividad. E Pero la soja se rompió por otro lado, inesperado para mí, que fue la aparición de resistencia en las malezas, y hoy tenemos un problema fruto de las malas prácticas acumuladas.

Esto es muy importante cuando se tienen discusiones, es muy difícil sabe a priori cual es el riesgo al incorporar nuevas tecnologías, pero es indispensable discutir cuan sustentables son.

Como ciudadano me duele que la sociedad en su conjunto no valore el recurso suelo, como un recurso natural y estratégico. Hay que discutir estos temas porque si no vamos a continuar secando el recurso en vez de agrandarlo. Hoy el buen uso de fertilizantes agranda el campo, porque 1 ha. produce 50% más que si tiene mal manejo de fertilizantes, pero como no nos ponemos de acuerdo en alquileres de mediano y largo plazo, no podemos meter en nuestra cuenta el efecto residual positivo que tienen los fertilizantes. Ahí la sociedad pierde, porque esa ha. que se arrienda al mejor postor sin cuidado, pierde calidad y rendimiento año tras. Es una picardía perder valor de un recurso simplemente porque nadie hace las cuentas a 2 o 3 años, se hacen a 6 meses.

#### ¿Quiénes son los actores que ayudan a solucionar los conflictos que surgen en este nivel de problemáticas?

Personalmente creo que las Asociaciones Civiles, las Cámaras y ONGs somos los grandes responsables de que esos conflictos se resuelvan de la mejor manera. Si cuando yo vengo a Fertilizar pensara solamente en el interés del suelo, estaría loco, porque hay toda una sociedad que desarrolla su actividad económica sobre ese suelo. Por ejemplo, sabemos que es fundamental para cuidar los suelos incluir cereales en la rotación, pero como la comercialización de estos productos entran en conflicto otros intereses, terminamos atrapados en una red, sin acuerdos y con mucha pérdida de valor.

Las Cámaras y Asociaciones Civiles tienen un rol importantísimo en lograr que esos conflictos se resuelvan de la mejor manera, en abrir el panorama, en entender la posición del otro, en mostrar la propia y lograr acuerdos que trasciendan a los problemas. Por eso creo que hay responsabilidades en diferentes sectores.

#### Estando en Fertilizar, seguramente tenes una chance grande de aportar tu granito de arena. ¿Cómo viviste esa evolución?

En Fertilizar entendemos que hay ciertos temas que deben ser nuestra prioridad; el buen uso de fertilizantes y el cuidado de los suelos. Cuando empezaba la sojización, año 1999, hicimos la primera Red de Soja. Con el INTA, IPNI y sumando alguna Universidad, como la de Buenos Aires, logramos 2 años de 25 ensayos, en toda la pampa húmeda. Generamos la 1ª red que demostró cuales eran los umbrales para la fertilización de fósforo y cuáles eran los diagnósticos que había que hacer para fertilizar con azufre.. Cinco años después había ya un mercado establecido para de fertilizantes en soja, porque el productor está abierto a las novedades y cuando uno le acerca una información, la prueba primero a campo y luego la introduce como parte de su sistema, trabajando de manera racional y profesionalmente. Ahí tuvimos una actitud proactiva y ayudamos a que Mejorar las decisiones de fertilización en este cultivo.

#### ¿La búsqueda de soluciones a conflictos, implica que desde Fertilizar apoyen la sojización?



Es una excelente pregunta. Diez años después de esta primera red, hicimos otra buscando especialmente situaciones con una alta presión de soja en la secuencia de cultivos porque consideramos que eran suelos distintos, más degradados que la situación de fines de los 90. La verdad es que generamos información que es muy interesante para la toma de decisión en estos lotes que lamentablemente son la mayor parte en las zonas agrícolas. De todas maneras, estamos claramente en contra de un modelo de agricultura basado en el monocultivo de soja, queremos una secuencia más balanceada porque aunque podamos reponer fósforo y azufre debemos reponer también materia orgánica y eso solo lo hacen las gramíneas. Creo que tenemos que darle ese rol a las Cámaras, Asociaciones Civiles y ONGs, el de ser el mejor lugar para discutir como sociedad estos conflictos e intereses que muchas veces nos impiden llegar a los mejores resultados finales porque nos quedamos en soluciones intermedias, como la del trigo, que solo tienen efectos negativos en el mediano plazo y largo plazo.

**La fertilización del monocultivo es una realidad, ¿de alguna manera se fue corriendo el velo? ¿Existe una ley que apoye al productor para que fertilice el suelo?**

Nosotros siempre vamos a apoyar la secuencia de cultivos pero entendemos las situaciones que atraviesa un productor agropecuario. Nuestro nuevo desafío es lograr que el cuidado del suelo esté presente como preocupación en las cabezas de quienes ceden el campo en alquiler, casi sin conocerlos a veces, descuidando el recurso e interesándose solo por la renta anual. Creemos además que debemos empujar otras herramientas. Cuando nosotros apoyamos la ley de fertilización que permite una doble desgravación del gasto en

fertilizantes, es justamente para poner otras motivaciones, en este caso económicas-financieras, en juego. La realidad es que por más que el sojero aumente la dosis de fertilizantes nunca va a tener un beneficio impositivo importante si no produce trigo y maíz donde el gasto en fertilizantes es considerable y por lo tanto le permite al presentar el balance, desgravar ganancias.

**La ley de Suelos va a beneficiar la conservación y el buen uso del recurso**

Entendemos que esa ley no solo va a aumentar la reposición de nutrientes, sino que además va a cambiar la secuencia de cultivos, porque el mismo contador le va a decir que no puede desgravar porque no hizo trigo. También considera la entrada del ingeniero agrónomo para realizar el plan de siembra, con un análisis de suelo obligatorio. Estas son herramientas que nosotros, junto con las instituciones con las que trabajamos, introdujimos en la reglamentación para maximizar sus efectos positivos. Otro aspecto contemplado es que tiene un horizonte de aplicación de 10 años. Nosotros entendemos que tiene que existir un punto de inflexión en la cultura y que una vez logrado esta ley ya no tendrá sentido y deberá ser revisada y superada por otras herramientas. Hay otros países en la región que tienen otra cultura. Nosotros siempre decimos que el fósforo es el nutriente que está más crítico en la Pampa húmeda, sin embargo nunca logramos que la reposición sea mayor al 60%. Para comparar, en Uruguay, es súper arbitrario, fertilizan más de lo que extraen las cosechas y están enriqueciendo sus suelos. Atrás de esto hay una historia, ellos tienen este tipo de leyes y ahora están implementando una ley de cuidado de suelos que implica presentar un plan de siembra para que lo apruebe el Ministerio de Agricultura. El

**“NO NOS GUSTA EL MONOCULTIVO DE SOJA, QUEREMOS UNA SECUENCIA MÁS BALANCEADA”**

modelo de secuencia de cultivos uruguayo es interesantísimo, pero no es para este momento de la Argentina porque tenemos que ir por etapas. Debemos lograr muchos acuerdos como sociedad para lograr una ley como hoy tienen los uruguayos. Podríamos decir que con esta Ley, la rueda se pondría en marcha.

Ojala salga la ley, con el objetivo social que en 10 años cambie la cultura y lleguemos a otro escalón donde el fertilizante se convierta en un insumo estratégico, que permita al productor entrar en un círculo virtuoso en donde el suelo cada vez sea más fértil, generando cada vez mayor rendimiento, mejor estructura de suelo, muy buen nivel de materia orgánica. Este es el círculo virtuoso que debemos volver a escalar.

Hoy lo que tenemos es un círculo vicioso, cada vez suelos más pobres, con menos estructura, pero con una resiliencia que en algunas zonas es asombrosa. Salto, Rojas, zonas de Córdoba tienen lotes con más de 30 años de chacras y que aun son altamente productivos; en cambio Chaco y Salta son lugares con sistemas mucho más frágiles.

**¿Crees que el Estado debe estar presente en los recursos naturales, así como lo hace, por ejemplo, en los humanos?**

Para nosotros es muy importante instalar la idea y que como sociedad sepamos que una vez que se ponen reglas inteligentes, la gente está motivada a producir más para generar una mayor redistribución de esa riqueza con una mayor entrada de divisas. Soy de la idea que el Estado tiene que tener un rol en los recursos naturales. Dejar el recurso suelo al libre arbitrio de las leyes del mercado es muy peligroso. Pero las regulaciones del Estado tienen que ser cuidadosas de todos los aspectos, de no ser así al productor siempre le sacan re-

ursos, los llenan de restricciones para comercializar la producción y le dan poco en infraestructura, caminos y en tecnología.

**Analizando un poco el mercado argentino en cuanto a cultivos, es indiscutible ver que nuestro país hace tiempo la secuencia soja sobre soja, es un clásico. ¿Cuál es tu opinión al respecto? ¿Crees que en algún momento vamos a poder ser más variables?**

Argentina siempre va a tener una tendencia al monocultivo de soja, el mercado que es global, empuja al más competitivo para realizar una producción a especializarse en la misma, dejando otras actividades de lado. Argentina es súper competitiva para producir soja. Tiene semilla a precios muy competitivos, insumos accesibles, un control de malezas – que era muy sencillo – hasta que aparecieron las resistencias en las últimas campañas, sin problemas graves de enfermedades. En lo que respecta al suelo, no necesita grandes cantidades de fosforo para lograr rendimientos por arriba de los 3000 kilos, no necesita potasio y esto es un ahorro de al menos 50 u\$s por hectárea comparado con Estados Unidos o Brasil. Entonces, al mismo precio, si nosotros tenemos un rendimiento promedio similar al de EE.UU. pero con menores costos, siempre el mercado nos va a llevar a especializarnos en producción de soja. Es por esto, que tenemos que buscar regulaciones inteligentes que logren articular estas necesidades de forma de cuidar el recurso natural ante las necesidades del mercado y de las propias dificultades que atraviesa el país en su desarrollo. Debemos cuidar el suelo para las generaciones venideras.





En la edición no. 27 de nov de 2013 publicamos la traducción de los dos primeros capítulos de la obra "Fertilización Foliar: Principios Científicos y Experiencias de Campo", editado por la Asociación Internacional de Fertilizantes (IFA). IFA ha traducido completamente la obra y estará disponible en breve en su sitio, así como impresa en papel para quienes la soliciten. Dada la importancia del tema, revelado por un creciente interés de los investigadores, técnicos asesores y productores, la Asociación civil Fertilizar organizó el año pasado una serie de conferencias sobre el tema ofrecidas en Pergamino y Mendoza, adonde tuvimos el honor de contar entre los disertantes invitados a unos de los autores del libro en cuestión: el Dr. Patrick Brown, quien aportó su visión general sobre la fertilización foliar. Esta técnica se basa en principios, tanto fisicoquímicos como biológicos que resultan en la absorción foliar y utilización de los solutos por la planta. En este número ponemos a disposición de los lectores un resumen del Capítulo 3 de libro, cuyo mérito principal es unir la experiencia empírica con estos principios físicos, químicos y biológicos para comprender mejor esta tecnología, su potencial, debilidades e incertidumbres. Las referencias y citas bibliográficas, así como mayores detalles podrán encontrarse en el original, que está disponible sin costo en inglés desde el sitio oficial de IFA.

# Propiedades fisicoquímicas de **LAS SOLUCIONES DE PULV** *y su impacto en la penetración*



Por: Virginia Fernandez, Thomas Sotiropoulos y Patrick Brown

La absorción de nutrientes aplicados al follaje de una planta envuelve una compleja serie de procesos y eventos. El principal proceso implicado incluye la formulación de la solución de nutrientes; la atomización de la solución a pulverizar y el transporte de la gotitas pulverizadas hasta la superficie de la planta; el mojado, desparramado y retención de la solución por la superficie de la planta; la formación de un residuo de pulverización en la superficie; y la penetración y distribución de los nutrientes a los sitios de reacción (metabólico). Los eventos mencionados están interrelacionados y se superponen de forma que un cambio en uno de ellos normalmente tiene un efecto en los otros, y cada proceso es afectado por los factores de crecimiento de la planta, condiciones ambientales y parámetros de aplicación.

Las propiedades de las formulaciones de pulverización son cruciales para determinar la performance de los fertilizantes foliares, especialmente porque al momento de realizar el tratamiento, la mayoría de las condiciones no pueden ser completamente controladas. Las fertilizaciones foliares son en general soluciones acuosas que contienen compuestos de elementos minerales como ingredientes activos. Las características fisicoquímicas de los compuestos minerales específicos de la solución acuosa, tales como la solubilidad, pH, punto de delicuescencia y peso molecular, tienen una influencia primaria en la tasa de absorción del elemento por la hoja. Sin embargo, a menudo se le agrega un conjunto de aditivos que pueden modificar las propiedades de la solución fertilizante, con la intención de mejorar el resultado final de la pulverización de nutrientes. La tasa de retención, de mojado, de cobertura y resistencia al lavado por las lluvias de una pulverización foliar de nutrientes es gobernada por las propiedades fisicoquímicas de la formulación. Éstas pueden contener compuestos químicos con características diferentes que pueden interactuar entre sí cuando están juntos en la solución acuosa.

Cuando una solución acuosa se aplica a la hoja, inicialmente hay una alta tasa de penetración que decrece con el tiempo, resultante del secado de la solución aplicada. Este secado está influido por las condiciones ambientales prevalentes y por la formulación de la solución foliar pulverizada.

En las secciones siguientes, serán descritos en términos teóricos y aplicados, las principales propiedades fisicoquímicas de una formulación fertilizante que puede afectar y mejorar su performance.

El agua es la matriz corriente de las pulverizaciones foliares de nutrientes.

- *Las superficies de la planta son hidrofóbicas en mayor o menor grado, y el área de contacto de las gotas de agua pura puede ser pequeña, dependiendo de las características de la superficie.*
- *El ambiente prevaleciente afectará las propiedades fisicoquímicas y la performance de las formulaciones en la superficie de las hojas.*

#### **FACTORES DETERMINANTES DE LA RETENCIÓN DE LA PULVERIZACIÓN, MOJADO DE LA HOJA, COBERTURA Y TASA DE PENETRACIÓN**

Las respuesta de la planta a los fertilizantes foliares puede ser afectada por las propiedades de la solución de pulverización, determinando el éxito para alcanzar la absorción y translocación de los nutrientes aplicados en los órganos de la planta. Mientras que el proceso de absorción de las soluciones aplicadas a la hoja es complejo y corrientemente continúa poco claro, las propieda-

# e ERIZACIÓN

Tabla 1.

Fuentes de macro y micro nutrientes normalmente usados en la formulación de pulverizaciones foliares.

Macronutriente	Compuestos frecuentes	Micronutriente	Compuestos frecuentes
N	Urea, sulfato de amonio, nitrato de amonio	B	Ácido bórico (B(OH) <sub>3</sub> ), Bórax (Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> ), Octaborato de Na (Na <sub>2</sub> B <sub>8</sub> O <sub>13</sub> ), Polioles de B
P	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> , KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> , NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> , Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> , fosfitos	Fe	FeSO <sub>4</sub> , Quelatos de Fe (III)-, Complejos de Fe (lignosulfonatos, glucoheptonatos, etc.)
K	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , KCl, KNO <sub>3</sub> , K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Mn	MnSO <sub>4</sub> , Quelatos de Mn(II)-
Mg	MgSO <sub>4</sub> , MgCl <sub>2</sub> , Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Zn	ZnSO <sub>4</sub> , Quelatos de Zn(II)-, ZnO, 'Complejos' orgánicos de Zn
S	MgSO <sub>4</sub>		
Ca	CaCl <sub>2</sub> , Propionato de Ca, Acetato de Ca		

des de las formulaciones están asociadas a estrictos principios químicos así como a las condiciones ambientales prevalentes (Por ej. Humedad relativa o temperatura ambiente) al momento del tratamiento. La siguiente sección proveerá un recuento de los principales factores fisicoquímicos en relación con la aplicación foliar de soluciones de nutrientes.

### 1. Concentración

En el Capítulo anterior se mostró que los modelos corrientes de difusión cuticular están basados en la primera ley de Fick, que relaciona el flujo de difusión al gradiente de concentración entre las partes externas e internas de la superficie de la planta. La concentración de un nutriente presente en un spray foliar siempre será significativamente más alta que la concentración encontrada dentro del órgano de la planta. Por lo tanto, se establecerá un gradiente de concentración cuando se aplique una solución nutritiva a la superficie de la planta y ésta conducirá potencialmente a la difusión a través de su superficie. Se han reportado mayores tasas de penetración asociadas a concentraciones crecientes de varios elementos minerales aplicados, en estudios llevados a cabo con cutículas aisladas y hojas intactas.

El rango ideal de concentraciones de soluciones de nutrientes minerales para la aplicación foliar debería elegirse de acuerdo a factores tales como la clase de nutriente (por ej. macro- o micronutriente), especies vegetal, edad de la planta, estado nutricional y condiciones ambientales, y todos ellos estarán en definitiva limitados por la necesidad de evitar la fitotoxicidad.

### 2. Solubilidad

Antes de aplicar una formulación foliar pulverizada, es crucial que los compuestos que contenga estén apropiadamente disueltos

o suspendidos. Los fertilizantes foliares por lo común están disueltos o suspendidos en agua y contienen diversos compuestos químicos como ingredientes activos, tales como sales, quelatos o complejos de nutrientes minerales. La solubilidad de un compuesto químico en agua a una temperatura determinada, es una propiedad física que puede alterarse con el uso de aditivos. El límite de solubilidad más alto de una sustancia en un solvente se refiere como la concentración de saturación donde agregar más soluto no aumenta la concentración de la solución. La solubilidad en agua de una sustancia aplicada es un factor clave para la absorción foliar, dado que la absorción ocurrirá solo cuando el compuesto aplicado se disuelve en la fase líquida sobre la superficie de la planta, y que subsecuentemente se difundirá hacia los órganos de la planta.

### 3. Peso molecular

El tamaño de la molécula del nutriente en solución afectará la tasa de penetración de un fertilizante foliar como consecuencia del mecanismo de absorción cuticular. Se ha sugerido que el agua y los solutos cruzan la cutícula por vía de los poros acuosos o por un continuo acuoso, pero pocos estudios han estimado el radio de dichos poros por medios indirectos. Varios experimentos con solutos y membranas cuticulares diferentes han mostrado que el proceso de permeabilidad cuticular es selectivo por tamaño, limitando la entrada de compuestos de alto peso molecular (más grandes) mientras que sí entran las moléculas de bajo peso molecular. Evidencias recientes sugieren que el camino de la absorción foliar es menos selectivo por tamaño que lo que se esperaría por la ruta de penetración cuticular lo que puede indicar que existe un camino a través de los estomas. Sin embargo el proceso de la absorción por los estomas también es

selectivo por tamaño.

#### 4. Carga eléctrica

Las sales son electrolitos y se disocian en iones libres cuando se disuelven en agua siendo la solución final eléctricamente neutra. Los aniones y cationes presentes en la solución acuosa se hidratarán o solvatarán en diferente grado, dependiendo de sus características fisicoquímicas. El mismo fenómeno se da con los nutrientes aportados como quelatos o complejos, dado que con pocas excepciones la mayor parte de estos compuestos no son neutros y por lo tanto se ionizarán cuando se disuelvan en agua. A pH mayor de 3 las cutículas de la planta están cargadas negativamente y las paredes celulares tienen cargas que se corresponden a los ácidos débiles disociados. Consecuentemente, los compuestos sin carga y aniones o compuestos con carga negativa

pueden penetrar la hoja y son translocados en el apoplasto más fácilmente que los complejos cargados positivamente o cationes.

Sin embargo, cuando se aplican sales o quelatos o complejos, éstos dos últimos formados al mezclar sales metálicas con ligandos acompañados con su propio ion correspondiente, los aniones y cationes presentes en la solución pueden penetrar por las hojas. La naturaleza de los aniones y cationes en la solución foliar aplicada tendrá significancia fisiológica y deberá considerarse cuando se diseña una formulación foliar.

#### 5. pH de la solución

Dado que la cutícula de las plantas son poli-electrolitos, su capacidad de intercambio catiónico se alterará con las fluctuaciones de pH. Las cutículas han demostrado tener su punto isoeléctrico

**Tabla 2.**

Ejemplos de adyuvantes disponibles en el mercado clasificado de acuerdo a su supuesto modo de acción.

Nombre adyuvante en la etiqueta	Modo de acción propuesto
<i>Surfactante o Tensioactivo</i>	Disminuye la tensión superficial
<i>Agente humectante</i>	Equivalente a "tensioactivo" (o "surfactante")
<i>Detergente</i>	Equivalente a "tensioactivo" (o "surfactante")
<i>Desparramante</i>	Equivalente a "tensioactivo" (o "surfactante")
<i>Adherente</i>	Promotor de la retención de la solución; resistencia a la lluvia
<i>Auxiliar de retención</i>	Promotor de la retención de la solución; resistencia a la lluvia
<i>Agente tampón o Regulador de pH</i>	Regulación del pH
<i>Neutralizante</i>	Regulación del pH
<i>Acidulante</i>	Disminución del pH
<i>Penetrante</i>	Promotor del aumento de la tasa de penetración foliar (por ejemplo, solubilizante de componentes cuticulares)
<i>Sinergizante</i>	Promotor del aumento de la tasa de penetración foliar
<i>Activador</i>	Promotor del aumento de la tasa de penetración foliar
<i>Agente de compatibilidad</i>	Mejorador de la compatibilidad de la formulación
<i>Humectante</i>	Retardante del secado de la solución, mediante la disminución del punto de deliquesencia (POD) de la formulación sobre la hoja.
<i>Anti deriva</i>	Mejorador de la localización del spray y deposición en el follaje
<i>Anti rebote</i>	Mejorador de la localización del spray y deposición en el follaje

alrededor de pH 3 y cuando los valores de pH de la solución son más altos que éste, dejarán a la cutícula cargada negativamente, uniéndose entonces los grupos carboxílicos cuticulares a los iones cargados positivamente.

Si bien es claro que el pH de la solución a pulverizar altera la penetración, no es consistente con la respuesta de la planta, indicando que el pH de la solución como único valor no es tan predictor de la penetración, siendo más significativamente influenciado por los nutrientes aplicados y la especie vegetal tratada. En la mayor parte de los informes científicos sobre fertilización foliar normalmente no se hace referencia al pH de la solución nutritiva aplicada al follaje, una omisión crítica particularmente cuando se da el caso de elementos minerales como el Fe de pH inestable

Con frecuencia la pulverización de pulverizaciones foliares de sales disueltas en agua pura alterará el pH de la solución y pudiendo tener algunas formulaciones valores extremos de pH, influyendo por lo tanto al proceso de absorción por el follaje.

### 6. Punto de delicuescencia

El proceso de hidratación y disolución de una sal está determinado por su punto de delicuescencia que es la propiedad física de un compuesto asociada a una determinada temperatura. Las sales delicuescentes son sustancias higroscópicas (i.e. capaces de atrapar agua del ambiente circundante) y se disolverán una vez que se haya alcanzado el punto crítico de humedad relativa. El punto de delicuescencia se define como el valor de humedad relativa al cual la sal se vuelve un soluto. Por ello, cuanto más bajo es el punto de delicuescencia de una sal, más rápido se disolverá a la exposición a la humedad relativa ambiente. Cuando la humedad relativa ambiente es más alta que el punto de delicuescencia de un compuesto aplicado por vía foliar, la sustancia se disolverá y se volverá disponible para ser absorbida por la hoja. El efecto de la humedad relativa en la solución o la cristalización de sales ha sido evaluado en varios estudios llevados a cabo con membranas cuticulares y hojas intactas, la que podría ser mejor explorada siguiendo las prácticas experimentales usadas en investigación con aerosoles. Similarmente, los efectos fisiológicos asociados con la deposición de partículas higroscópicas de aerosoles sobre la superficie de las plantas no están totalmente comprendidos, pero se considera que tales partículas pueden ya sea actuar como desecantes del follaje, o promover un aumento de la tasa de absorción.

### MEDIO AMBIENTE

Los factores ambientales tales como la humedad relativa y la temperatura juegan un rol importante en la performance de las pulverizaciones foliares y en la absorción de soluciones aplicadas al follaje. El ambiente también puede alterar la eficacia de las pulverizaciones foliares a través de su influencia en la biología de la planta, procesos que serán discutidos en el próximo Capítulo.

Se describirán los factores ambientales más relevantes que afectan la performance de las soluciones cuando son pulverizados en el follaje considerando que bajo condiciones de campo, la continua interacción entre tales factores resultará en respuestas y

efectos fisiológicos y fisicoquímicos diferentes. El efecto del ambiente sobre los fenómenos relacionados con la absorción foliar serán discutidos en más detalle cuando se describan los factores biológicos que afectan la eficacia de la fertilización foliar en el Capítulo 4. En éste trataremos los dos factores ambientales que afectan más directamente la performance de la pulverización foliar de nutrientes: la temperatura y la humedad relativa.

La humedad relativa es el principal factor que influye en la absorción foliar de pulverizaciones de nutrientes, dado que afecta la permeabilidad de la superficie de la planta y las respuestas fisicoquímicas a los compuestos aplicados. A una alta humedad relativa la permeabilidad pueda aumentar debido a la hidratación cuticular y a la demora en el secado de las sales depositadas en la superficie de la planta siguiente a la aplicación de la pulverización. Sales con puntos de delicuescencia por encima de la humedad relativa prevaeciente en las hojas teóricamente permanecerán como solutos, prolongándose la penetración a través de la hoja.

La temperatura afectará varios parámetros fisicoquímicos de la formulación de pulverización foliar, tales como la tensión superficial, la solubilidad, viscosidad o punto de delicuescencia. En general bajo cualquier condición de campo, al aumentar el rango de temperatura aumentará la solubilidad de los ingredientes activos y coadyuvantes, pero decrecerá la viscosidad, la tensión superficial y el punto de delicuescencia. Además las altas temperaturas acelerarán la tasa de evaporación de la solución depositada en el follaje reduciendo el tiempo necesario para que se seque la solución y se detenga la penetración por las hojas.

Otros factores ambientales, tales como la intensidad de la luz o las precipitaciones, puedan afectar también la performance de las pulverizaciones foliares de nutrientes. Por ejemplo, se sabe que varios quelatos de Fe (III) se degradan por la exposición a la luz solar. Por otra parte, la ocurrencia de lluvias inmediatamente después de una pulverización foliar lavará rápidamente el tratamiento recién aplicado.

Como consecuencia, antes de una aplicación foliar deberían consultarse los pronósticos meteorológicos evitando condiciones que puedan reducir la humedad o aumentar la velocidad de secado, tales como fuertes vientos, lluvias intensas o temperaturas extremas al momento de la aplicación foliar.

### FORMULACIONES Y COADYUVANTES

Las formulaciones comerciales de nutrientes foliares están compuestas en general de al menos dos componentes principales, a saber: el ingrediente(es) activo, y el material(es) inerte(s) o coadyuvante(s).

Los coadyuvantes ayudan a mejorar la cobertura (mojado) y la persistencia (pegajosidad) del ingrediente(s) activo, o de los elemento(s) mineral(es) en la superficie de las hojas, así también como promover mayor velocidad de absorción y bioactividad de los elemento(s) minerales aplicados. Las limitaciones a la absorción foliar de los elementos minerales aplicados ha conducido a un amplio uso y búsqueda continua de coadyuvantes que mejoren la performance de los tratamientos de pulverización foliar. En los párrafos siguientes se brindará información

**“LA COMPOSICIÓN Y CONCENTRACIÓN DE SURFACTANTE SON FACTORES CLAVE QUE INFLUYEN EN EL RENDIMIENTO DE LAS APLICACIONES FOLIARES”**

de ingredientes activos y coadyuvantes.

## 1. Compuestos minerales aplicados con pulverizaciones foliares

Debería realizarse una distinción preliminar concerniente a la aplicación de macro o micro-nutrientes, siendo los últimos suministrados a dosis y concentraciones menores y a menudo siendo inestables cuando se aplican como sales inorgánicas. Un listado de las fuentes de elementos minerales más comunes según artículos recientes se muestra en la Tablas 1. La industria de fertilizantes foliares se caracteriza por un gran número de productos propios, que frecuentemente derivan de sales comunes que pueden ocasionalmente mezclarse en relaciones novedosas y/o con la adición de compuestos que sirven para 'acomplejar, quelatar, o unir', y/o coadyuvantes que pueden 'mejorar' la eficiencia de absorción.

Hasta los 1970's, el mercado de fertilizantes micronutrientes foliares estaba dominado por productos basados en compuestos inorgánicos, en particular sulfatos. Durante los 1980's, se ofreció una amplia variedad de 'quelatos' y 'complejos' micronutrientes como una alternativa a la aplicación de compuestos inorgánicos.

Las dosis recomendadas de uso de los fertilizantes foliares son altamente variables y corrientemente se basan en los cultivos específicos a tratar. Como se describió previamente, las propiedades fisico-químicas de los ingredientes activos, i.e. tamaño de molécula, solubilidad o punto de delicuescencia, influirán en la tasa de absorción por el follaje. En general, los quelatos sintéticos son mucho más grandes y tienen puntos de delicuescencia más altos que las sales minerales inorgánicas, más comúnmente usadas como fuentes de ingredientes activos. Si bien algunos materiales se recomiendan en base a ensayos realizados en ambientes rigurosamente controlados y numerosas evaluaciones de campos, muy frecuentemente se utilizan dosis diseñadas apenas para garantizar la seguridad de uso y satisfacer inquietudes relativas al coste.

No se dispone en la actualidad de las dosis óptimas de concentración para los muchos y variados tipos de fertilizantes foliares disponibles para los diferentes cultivos, y los futuros esfuerzos de investigación deben centrarse en ensayos diseñados para establecer umbrales claros de concentración de las soluciones de nutrientes foliares.

Las soluciones de nutrientes de aplicación foliar podrían ser fitotóxicas debido a su alto potencial osmótico y pH, afectando importantes procesos fisiológicos tales como la fotosíntesis y/o apertura de los estomas. Estos efectos pueden ser un factor crítico al considerarse la pulverización de fertilizantes macronutrientes sobre el follaje.

## 2. Aditivos para la formulación: co-adyuvantes

### Información general

Como se describió en el Capítulo anterior, la topografía de la superficie de la planta puede variar entre las especies y variedades de plantas, órganos y condiciones de crecimiento. La presencia, la química y la topografía de las ceras epicuticulares y estructuras epidérmicas tales como tricomas, pueden hacer difícil mojar

las superficies de la planta. Bajo tales circunstancias, la humectación adecuada, la difusión y la penetración de los fertilizantes foliares puede requerir la adición de coadyuvantes, tales como agentes surfactantes que modifican las propiedades de la solución de pulverización.

Numerosos estudios de absorción foliares y cuticulares han demostrado la mejora de la eficacia de las formulaciones que contienen adyuvantes, los que actúan mediante la mejora de las propiedades de mojado, desparramado, retención, penetración y humectación de las pulverizaciones foliares, en comparación con soluciones de elementos minerales puros aplicados sin éstos adyuvantes. Por lo tanto, la formulación de soluciones de elementos minerales con adyuvantes puede tener un efecto significativo sobre la absorción y la bioactividad de los nutrientes suministrados al follaje, aunque éstos también pueden disminuir o aumentar el riesgo de fitotoxicidad asociado con los ingredientes activos de los nutrientes aplicados. Esto implica un ajuste fino de los ingredientes activos de los nutrientes y de los compuestos adyuvantes y su concentración relativa, necesarios para desarrollar una formulación de nutrientes para aplicación foliar que ofrezca respuestas reproducibles de absorción por las plantas y sin causar daños a éstas.

Los adyuvantes pueden ser definidos como una sustancia cualquiera incluida en una formulación, o que se añade al tanque de pulverización, y que modifica la actividad del ingrediente activo de nutrientes o las características de la solución de pulverización. Por lo general, se clasifican como; (i) adyuvantes activadores (por ejemplo, agentes tensioactivos) que aumentan la actividad, la penetración, difusión y retención del ingrediente activo, o (ii), adyuvantes utilitarios (por ejemplo, acidificantes) que modifican las propiedades de la solución sin afectar directamente la eficacia de la formulación.

**“LA HUMEDAD RELATIVA ES EL PRINCIPAL FACTOR QUE INFLUYE EN LA ABSORCIÓN FOLIAR DE PULVERIZACIONES DE NUTRIENTES”**

Aunque hay muchos adyuvantes o coadyuvantes comerciales en el mercado (Tabla 2), existe una considerable confusión con respecto a la clasificación de estos compuestos y su supuesto modo de acción.

Los nombres de los adyuvantes suelen relacionarse con las propiedades principales que le confieren a las formulaciones de pulverización a la que se añaden. Sin embargo, la categorización y distinción entre activador y adyuvantes utilitarios es muy subjetiva, y en la actualidad carece de estandarización. Por ejemplo, los adyuvantes descritos como 'penetradores', 'sinergizadores' o 'activadores' puede aumentar la tasa de absorción foliar a través de diferentes mecanismos químicos o físicos aunque el principio general para mejorar la absorción de la pulverización es el mismo.

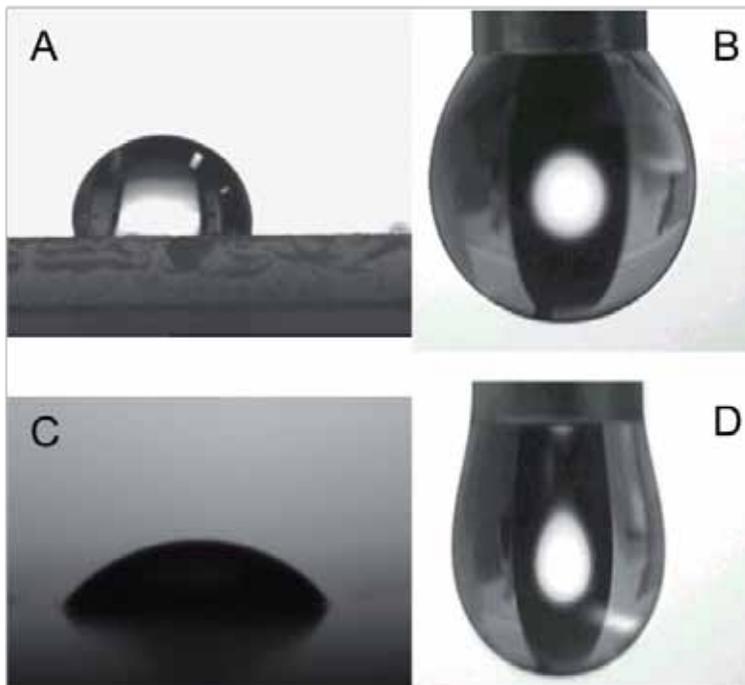
Los adyuvantes descritos como "agentes tampón" o "neutralizadores" son generalmente sistemas químicos que ajustan y estabilizan el pH de la solución pulverizadora; mientras que otros tensioactivos pueden denominarse como "detergentes", "agentes humectantes", o "esparcidores"; pero nuevamente, para ambos tipos, los principios generales son los mismos. Hay varios tipos de adyuvantes generalmente referenciados como "adherentes" que aumentan la retención de la solución y resistencia al lavado por la lluvia, y algunos de ellos también pueden prolongar o retardar el proceso de secado de la solución cuando se

los incluye en las pulverizaciones foliares.

Los humectantes son compuestos con propiedades de retención de agua que pueden ser orgánicos, tal como la carboxi-metil celulosa, o inorgánicos, tal como el  $\text{CaCl}_2$ . Su presencia en la formulación reduce el punto de deliquesencia y prolonga el proceso de secado de la solución, que es especialmente importante para aumentar la eficacia de la aplicación foliar en las regiones de cultivo áridas y semiáridas. Algunos tipos de agentes "tensioactivos" o adyuvantes "utilitarios" tales como adherentes o humectantes también pueden actuar aumentando la tasa de retención y la resistencia a la lluvia de las formulaciones de aplicación foliar lo que puede ser particularmente importante en regiones de alta precipitación o cuando se emplea frecuentemente riego por aspersión. Los típicos ejemplos de adherentes y humectantes son el látex y la lecitina de soja, ambos puede mejorar significativa-

**Figura 1.**

Ángulos de contacto (A y C), y gotas colgantes (B y D) usados para calcular la tensión superficial del agua destilada (A y B) y de una solución de surfactante órgano-siliconado al 0.1% (C y D).



mente la retención de las pulverizaciones foliares en las hojas y con frecuencia se incluyen en las formulaciones comerciales de muchos productos fitosanitarios. No obstante aparentemente falta información adecuada sobre la eficacia de estos adyuvantes cuando se utilizan con fertilizantes foliares.

La razón subyacente a este tema es que se han hecho considerables esfuerzos de investigación en las últimas décadas para desarrollar adyuvantes para formulaciones de pulverización foliar que optimicen el rendimiento de pesticidas y herbicidas, mientras que se ha prestado menos atención al desarrollo de productos específicos para pulverizaciones de nutrientes foliares. Los adyuvantes se comercializan normalmente por separado y pueden contener compuestos individuales (por ejemplo, solo agentes tensioactivos) o se venden como mezclas de tensioactivos, lecitina, látex sintético, aceites vegetales, aminos de sebo o ésteres de ácidos grasos que confieren un espectro de las propiedades deseadas esbozadas anteriormente cuando se incluyen en una

solución de aplicación foliar.

Como consecuencia de ello, dado que la mayoría de los productos coadyuvantes comerciales se han ideado para aplicarse combinándolos con productos fitosanitarios para facilitar su rendimiento cuando se aplican al follaje, su idoneidad para la combinación con pulverizaciones de nutrientes foliares, que normalmente son solutos hidrofílicos, no pueden ser asumida a priori, debiendo por lo tanto siempre ser evaluada empíricamente. Para pulverizaciones foliares de nutrientes es fundamental que los tratamientos no sean fitotóxicos para las hojas u otros órganos de la plantas dado que su valor y comerciabilidad puede verse comprometida por daños a los cultivos causados por tales tratamientos. Lamentablemente no es posible por ahora predecir teóricamente la performance de ningún ingrediente activo, sea un herbicida, un pesticida o un elemento nutriente mineral en combinación con un adyuvante en particular.

### Surfactantes

Los agentes tensioactivos o surfactantes son el tipo más ampliamente utilizado de adyuvante en formulaciones de pulverización foliares. Uno de los primeros ejemplos de estos compuestos añadidos a las pulverizaciones foliares de nutrientes fue en la primera mitad del siglo 20 con el uso del tensioactivo iónico Vatsol en combinación con compuestos de Fe.

Para evaluar el efecto de un agente tensioactivo la Figura 1 muestra algunos de los métodos usados para ese propósito: La medida del ángulo de contacto con un portaobjetos de microscopio parafinado, y la forma de la gota por el método de la gota colgante comparan la tensión superficial del agua pura (A y B) con una solución surfactante órgano-siliconado al 0.1% (C y D).

Estas mediciones se llevaron a cabo a  $25^\circ\text{C}$  y los ángulos de contacto (Figura 3.1 A y C) para el agua y la solución del tensioactivo órgano siliconado al 0.1% fueron de aproximadamente  $95^\circ$  y  $45^\circ$ , respectivamente, dando tensiones superficiales calculadas de aproximadamente 72 y 22 mN respectivamente.

Este sistema experimental demuestra cómo el agregado de un tensioactivo a una solución de agua pura disminuye su tensión superficial y aumenta dramáticamente el área de contacto entre el líquido y el sólido (en este caso una superficie parafinada) mediante la reducción del ángulo de contacto.

Los surfactantes son moléculas grandes que constan de una porción no polar, hidrófoba, unida a un grupo polar, hidrófila. Es importante que los extremos de las partes hidrófobas e hidrófilas de la molécula del tensioactivo estén lejos una de la otra para que puedan reaccionar independientemente unas de otras, con superficies y moléculas del solvente. La parte hidrófoba del tensioactivo interactúa débilmente con las moléculas de agua mientras que el grupo de la cabeza polar o iónica, interactúa fuertemente con éstos para volver a la molécula del tensioactivo soluble en agua.

Los agentes tensioactivos se caracterizan por el cambio brusco que ocurre en sus propiedades físicas una vez que se ha alcanzado una cierta concentración. Estos cambios en la solubilidad, tensión superficial, conductividad equivalente o presión osmótica se deben a la asociación de iones o moléculas de tensioactivo en la solución para formar unidades más grandes. Estas unidades asociadas se llaman micelas y la concentración a la que esta asociación se lleva a cabo se la conoce como concentración micelar crítica. Cada molécula de un tensioactivo particular tiene un valor de concentración micelar crítica, característico para una

# “LA PORCIÓN HIDRÓFILA DE UN TENSIOACTIVO IÓNICO PUEDE SER ANIÓNICA O CATIÓNICA”

temperatura y una concentración dada.

Los mecanismos de acción de los tensioactivos cuando se aplican al follaje son muy complejos y sólo se han comprendido parcialmente, aunque se ha sugerido posibles modos de la acción surfactante, e incluyen: el aumento del área de contacto efectiva de las deposiciones; disolución o disrupción de las ceras cuticulares; solubilización de agroquímicos en las deposiciones; prevención o retraso de la formación de cristales en los depósitos; retención de la humedad de los depósitos; y la promoción de la infiltración por los estomas. Sin embargo, ahora se sabe que los tensioactivos también pueden alterar la difusión de sustancias a través de la solubilización cuticular o la hidratación, y que también pueden afectar la permeabilidad de la membrana plasmática. Por lo tanto la composición y concentración de surfactante son factores clave que influyen en el rendimiento de las aplicaciones foliares.

La parte hidrófila de un agente tensioactivo puede ser iónico, no iónico, o de ion híbrido, acompañado por iones contraparte en los dos últimos casos. Cuando un agente tensioactivo está presente en una pulverización foliar, la formulación de la polaridad de la parte hidrófila puede determinar interacciones entre el tensioactivo y los ingredientes activos, o las propiedades de contacto entre la solución de pulverización y cada superficie de la planta en particular.

## **Surfactantes no iónicos**

Los tensioactivos no iónicos son ampliamente utilizados en aplicaciones foliares, ya que son teóricamente menos propensos a interactuar con otros componentes polares de la formulación. El grupo hidrófilo polar más común en tensioactivos no iónicos se basa en el óxido de etileno con los siguientes compuestos perteneciente a este grupo de tensioactivos: organosiliconas, etoxilatos de alquilo, alquil-poliglucósidos, etoxilatos de alcoholes grasos, ácidos grasos polietoxilados, aminoras grasas etoxiladas, alcanolamidas o ésteres de sorbitán.

La adición de tensioactivos no iónicos con bajo contenido de óxido de etileno, que son buenos esparcidores con baja tensión superficial, favorecerá la absorción de plaguicidas lipófilos; mientras que por el contrario, la absorción de pesticidas hidrófilos es mejorada por tensioactivos con unidades de óxido de etileno más altas y por lo tanto, de pobres propiedades de cobertura por desparramado o extensión. Sin embargo, pruebas contradictorias sobre el efecto de tensioactivos que contienen alto o bajo contenido de óxido de etileno sugieren que los tensioactivos etoxilados pueden aumentar la captación de ambos compuestos hidrófilos y lipófilos por diferentes mecanismos que aún no están totalmente aclarados. Por ejemplo, se encontró que los tensioactivos de bajo contenido de óxido de etileno aumentan la captación de compuestos lipófilos y alteran las propiedades físicas de las cutículas y son más fitotóxicos. Por el contrario, los tensioactivos con contenidos más elevados de óxido de etileno parecen aumentar la hidratación cuticular y ser menos fitotóxicos. Surfactantes con grandes grupos hidrófobos o largas cadenas hidrófilos, o ambas, han sido reportados ser menos fitotóxicos debido a su menor solubilidad en agua y, por lo tanto, determinan velocidades más lentas de absorción foliar. Estudios realizados con compuestos que contienen Ca (CaCl<sub>2</sub> y Acetato de Ca) en combinación con tensioactivos etoxilados de aceite de colza con diferentes contenidos de óxido de etileno demostraron que puede afectarse la tasa de permeabilidad cuticular del Ca a través de la distribución del ingrediente activo en la gota, y la resistencia al lavado de las formulaciones por la lluvia.



Los tensioactivos no iónicos organo-siliconados, también conocidos como super desparramadores son un grupo de sustancias químicas que contienen grupos alquil-siloxano como la fracción hidrófoba. Debido a su baja tensión superficial tales tensioactivos son conocidos como promotores de infiltración por los estomas y por aumentar la humectación y la cobertura de la hoja, lo que reduce la retención de la solución por el follaje debido a la formación de una delgada película líquida y aumenta el escurrimiento de la solución de pulverización. El efecto de aplicaciones foliares de nutrientes que contienen tensioactivos organo-siliconados se ha evaluado en varios estudios de absorción foliar, observándose a menudo un alto riesgo de fitotoxicidad debido al aumento de la velocidad de penetración, sugiriéndose que tales compuestos se deben utilizar con precaución (es decir, a concentraciones más bajas y / o mediante la reducción de la dosis de ingrediente activo) para evitar quemaduras en las hojas y la potencial defoliación.

A pesar de ser no iónico, varias investigaciones mostraron que este tipo de tensioactivos (por ejemplo, conteniendo organo-siliconados, etoxilatos de alcoholes o etoxilatos de triglicéridos) pueden interactuar con los iones de los elementos minerales presentes en las soluciones de nutrientes foliares y alterar su rendimiento mediante disolución o cristalización y precipitación de las moléculas surfactantes, resultando en la formación de polímeros. La interacción de los compuestos de nutrientes minerales con tensioactivos puede conducir a la pérdida de la tensión superficial como se ha observado para el tensioactivo organo-siliconado Silwet® L-77 en presencia de citrato férrico. Por otro lado, la interacción entre los cationes divalentes  $Ca^{2+}$  y  $Mg^{2+}$  (en forma de  $CaCl_2$  y  $MgSO_4$ ) y las moléculas del tensioactivo redujeron la fitotoxicidad de 0.1% Triton® X-100 y Genapol® C-80, cuando se aplicaron a las hojas y brácteas de *Euphorbia pulcherrima*.

### Surfactantes iónicos

Los agentes tensioactivos iónicos son ampliamente utilizados en formulaciones ideadas con propósitos de limpieza tales como detergentes, champús o polvos de lavado, pero son de limitada importancia en agricultura ya que la mayoría de los nutrientes

se administran como compuestos ionizados (por ejemplo, sales nutrientes) que pueden interactuar y enlazar con el moléculas surfactantes iónicos y de ese modo alterar su desempeño tensioactivo.

La porción hidrófila de un tensioactivo iónico puede ser aniónica o catiónica. Los tensioactivos aniónicos pueden poseer uno o más grupos funcionales que se ionizan en solución generando los iones orgánicos cargados negativamente responsables de la reducción de la tensión superficial. Este grupo de tensioactivos es probablemente el más ampliamente utilizado e incluye varios grupos de compuestos químicos, tales como alquil-sulfatos, alquil-fosfatos y sulfatos de alquil-poliéter y también sulfonatos de parafina, olefina y alquilbenceno y ésteres de sulfato. Los grupos éster sulfato (adjuntos a la fracción hidrófila del tensioactivo se hidrolizan fácilmente en el correspondiente alcohol y el ion sulfato por ácidos diluidos mientras que la fuerte unión de los grupos sulfonato es mucho más estable y sólo se romperá bajo condiciones químicas extremas.

Los tensioactivos catiónicos tienen uno o más grupos funcionales que se ionizan en solución para generar iones orgánicos cargados positivamente siendo por lo tanto incompatibles con tensioactivos aniónicos. Los tensioactivos catiónicos más representativos se basan en amonio cuaternario, alquil-etoxilato de amonio o alquil compuestos de piridinio que tienen propiedades anti-microbianas.

### Tensioactivos de ambivalentes o anfóteros

Este tipo de agentes tensioactivos contiene en la fracción activa tanto grupos aniónicos como catiónicos y puede ser aniónicos, catiónicos o no iónicos, dependiendo del pH de la solución. Estos agentes tensioactivos son más leves en comparación con otros y se utilizan a menudo en cosméticos y productos químicos domésticos "blandos" en combinación con otros aditivos. Como ejemplo de tensioactivos anfótero de uso común se mencionan las alquil-betaínas y lecitina, además de una serie de mezclas de adyuvantes comercialmente disponibles que utilizan lecitina de soja como principal ingrediente.

• Fuentes de elementos minerales pueden aplicarse solos o en



combinación con una variedad de adyuvantes que pueden mejorar las propiedades de contacto, velocidad de absorción y distribución en la superficie del ingrediente activo(s) cuando se aplican al follaje. Los tensioactivos son un grupo importante y ampliamente utilizado de adyuvantes que reducen la tensión superficial de soluciones de nutrientes, así como en general, mejoran su humectación y difusión sobre la superficie de la planta.

- Algunos coadyuvantes tales como agentes tensioactivos, agentes sinergizadores, adherentes y humectantes pueden aumentar la tasa de absorción, retención y retardar la velocidad de secado de pulverizaciones foliares de nutrientes

### CONCLUSIONES

En este capítulo se ha brindado el estado actual de conocimientos sobre las propiedades físico-químicas de las formulaciones de pulverización de nutrientes foliares, y de los factores que pueden afectar a dichas propiedades. Dado que las superficies de las plantas son hidrófobas en mayor o menor grado dependiendo de la especie de planta, órgano y las condiciones de crecimiento, las soluciones de agua pura (sin formular) se absorben limitadamente por el follaje. Por lo tanto, es importante formular pulverizaciones foliares a partir de fuentes apropiadas de nutrientes y adyuvantes que tengan en cuenta estas propiedades físico-químicas y limitaciones, de modo que la eficacia general de los fertilizantes foliares pueda optimizarse.

Con esta base actual de conocimientos, se pueden abordar las siguientes certezas, incertidumbres y oportunidades para la aplicación de fertilizantes foliares.

#### Certezas

- Existe abundante evidencia empírica y científica para demostrar que en diversos grados las hojas de las plantas pueden absorber agua pura y formulaciones de soluciones de nutrientes.
- El carácter hidrófobo de la superficie de las plantas disminuye la tasa de absorción de soluciones de nutrientes con agua pura en comparación con formulaciones que contienen aditivos que reducen la tensión superficial, aumentan la retención y la humectación.

- Si bien pueden suministrarse soluciones de nutrientes de alta concentración sin coadyuvantes, su eficacia será menor comparada con tratamientos de pulverización foliar formulados con adyuvantes, pudiendo a su vez, ser también más fitotóxicos para las hojas.

- Los factores ambientales tales como la humedad relativa y / o la temperatura ambiente influyen sobre las propiedades físicas y el rendimiento de una formulación fertilizante foliar y éstas deben ser tenidos en cuenta antes de aplicar tratamientos de pulverización en condiciones de campo.

#### Incertidumbres

- Los parámetros físico-químicos que regulan la absorción foliar son poco conocidos.
- Las interacciones que se producen entre nutrientes y adyuvantes no son completamente entendidas.
- Si bien la performance de una fuente de nutriente en particular puede mejorarse mediante la adición de tensioactivos y / u otros aditivos, actualmente no es posible determinar con precisión qué adyuvante o que aditivo será más eficaz, ni determinar las dosis óptimas a agregar, sin realizar pruebas empíricas.

#### Oportunidades

- La mayor comprensión de los mecanismos de penetración de los nutrientes en las hojas proporcionará mejores objetivos para el desarrollo de formulaciones de fertilizantes foliares con mejor eficacia y seguridad.
- La mejor comprensión de las propiedades de los aditivos de formulación, sus interacciones con los nutrientes y sus efectos sobre la estructura y la química de la hoja también ayudará a mejorar la eficacia y reproducibilidad de las performances de las aplicaciones foliares.
- El agregado de humectantes a las formulaciones de fertilizantes foliares ayuda a prolongar el proceso de secado de la solución pudiéndose mejorar la eficacia de los tratamientos de pulverización en especial en las regiones áridas y semiáridas.

La difusión del excelente proyecto de Fertilizar conducido por el equipo del Ing. Hernán Sainz Rosas del INTA de Balcarce sobre la condición de suelos actual comparada con las situaciones anteriores a la agricultura ha revelado muchas verdades interesantes. Sin duda que el empobrecimiento de los suelos fue el tema central, y en particular de fósforo. Si bien también ciertamente indicó que en muchas regiones marginales los valores de P no habían caído tanto como para justificar aplicaciones económicas de fertilizantes.

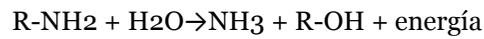
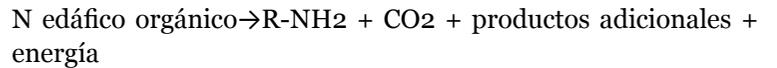
Uno de los aspectos más interesantes fue la comprobación de la resiliencia de las propiedades de los suelos de la región pampeana, y en particular en lo referente a la potencial acidificación (ver recuadro). En efecto, luego del análisis de casi 1200 muestras provenientes de campos bajo agricultura, la comparación en el gran promedio indicó que el pH solo había descendido menos de 0,3 unidades (6,87 vs 6,58). Esta situación se ilustra claramente en el mapa adjunto donde muestra que gran parte de las caídas se dieron en la región pampeana norte y que en el mejor de los casos pudieron descender media unidad.

**ACIDEZ GENERADA POR LA MINERALIZACIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA**

El relevamiento además indica una esperada caída de los valores de materia orgánica con la actividad agrícola. En promedio, en toda la región esa caída es del 1 % de M.O. (4,20 a 3,19%), o de 0,59 % de C. Esto en números, groseramente, representa unas 15 t de C por ha considerado una masa de 2.600 t de suelo para

una capa de 20 cm (0,59 % de C = 5,9 kg de C/t; 5,9 \* 2.600 = 15.340 kg de C/ha). Yendo un poco más allá en la especulación, si consideramos una relación C/N típica de la materia orgánica de los horizontes superiores del suelo de 11, estimamos entonces que se mineralizaron unas 1.400 kg /ha de N orgánico (Tabla 1).

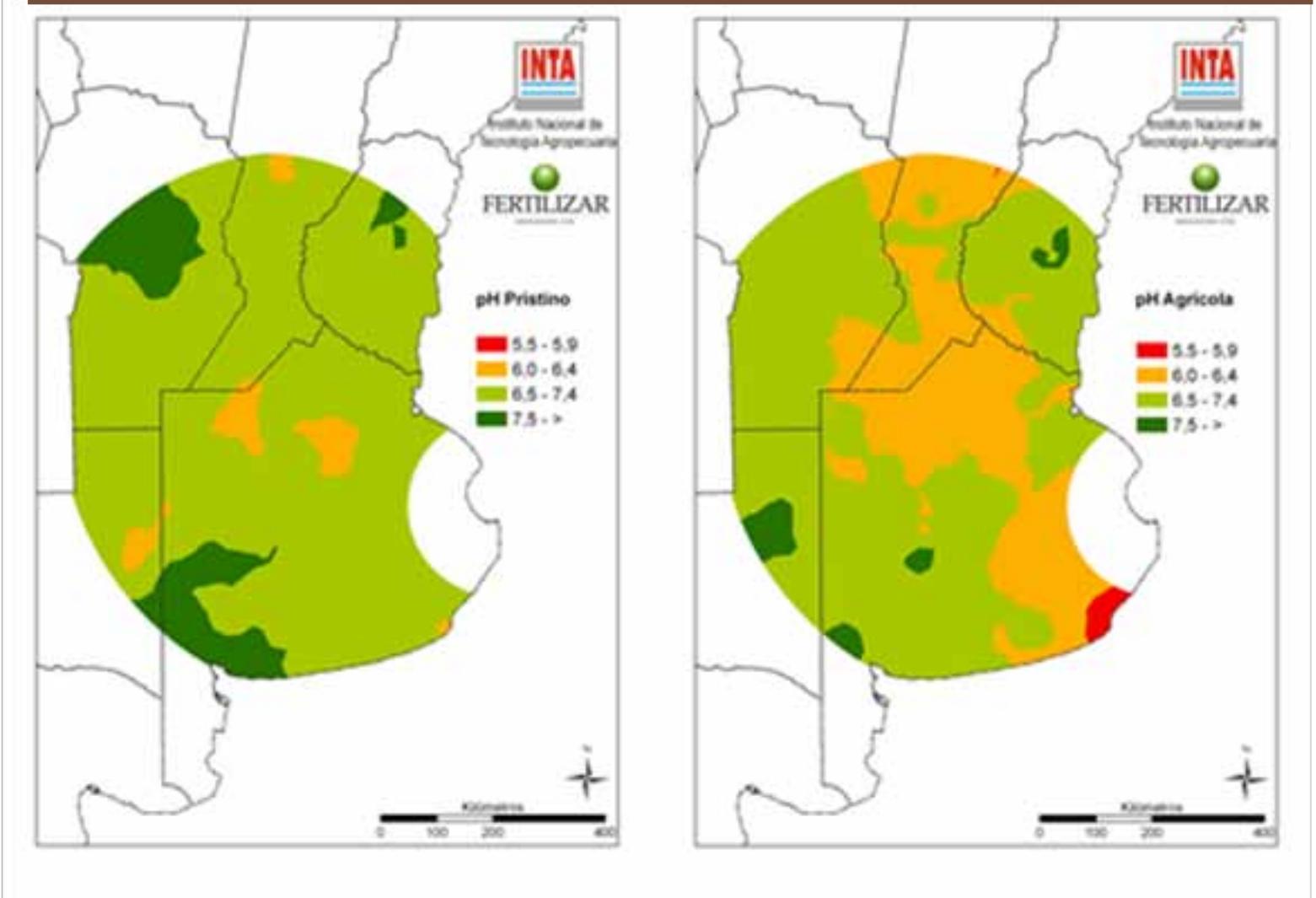
Al margen del destino de ese N mineralizado por los conocidos mecanismos biológicos de amonificación y nitrificación controlados por la actividad microbiana, nos interesa resolver la “cantidad de acidez” generada por la mineralización de esa materia orgánica del suelo. Ésta contiene el N principalmente en forma de amino (proteínas) y en forma de bases nitrogenadas de los ácidos nucleicos. La liberación de N-amino de la materia orgánica se llama proteólisis y la reducción de N-amino a NH3 se llama amonificación. Este proceso se presenta sistemáticamente como sigue:



En ambos procesos la energía liberada la utilizan los microorganismos heterotróficos que efectúan la reacción. Estos microorganismos requieren C orgánico como fuente energética y la microflora del suelo efectúa las reacciones descritas. El NH4 resultante de la amonificación puede oxidarse fácilmente a NO2- y NO3- si hay oxígeno disponible, es decir, si el suelo está convenientemente aireado.

Figura 1.

Rangos de valores de pH del horizonte superficial (0-20 cm) de suelos prístinos y agrícolas de la región pampeana Argentina (Sainz Rosas y col. 2013).

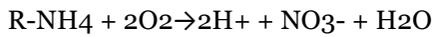




# ACIDIFICACIÓN DE SUELOS

Entre el  
Mito y la realidad

Ing. Agr. PhD Ricardo Melgar  
[melgar.ricardo@inta.gob.ar](mailto:melgar.ricardo@inta.gob.ar)



Si un mol de N produce 2 moles de H<sup>+</sup>, ¿Cuánta acidez se generó entonces con la “quema” de los miles de kg de carbono por hectárea y consecuente nitrificación del N de esa materia orgánica perdida?

Una pista nos la da la acidez equivalente, definida como la cantidad de carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>) necesaria para neutralizar la acidez residual causada por los fertilizantes nitrogenados amoniacales. Por ejemplo, 100 kg de sulfato de amonio, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, produce acidez que necesitará 110 kg de CaCO<sub>3</sub> para neutralizarla. Por lo tanto la acidez equivalente del (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> es 110. Similarmente, la de la urea es 84 y la del nitrato de amonio 60.

A los fines prácticos podemos considerar que 100 kg del N de la materia orgánica genera la acidez equivalente de igual masa de carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>). Siendo por lo tanto, que aquellos 1400 kg de N representan la misma cantidad de carbonato de calcio equivalente.

Entonces, siguiendo la cuenta de más arriba, el mismo relevamiento de nutrientes del suelo indicó que las pérdidas medidas de calcio y magnesio de los suelos fueron mucho menores que los 1400 kg de acidez equivalente, y que la Tabla 1 muestra como cercanas a los 300 kg/ha.

### EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN LA PERDIDA DE BASES DEL SUELO

En el proceso de agriculturización verificado en los últimos 40 o 50 años se utilizaron cientos de kg de fertilizantes nitrogenados, de claro poder acidificador (ver recuadro). En buena parte de la región pampeana, el área sembrada con cereales trigo y maíz recibe regularmente una fertilización nitrogenada de aproximadamente 50 a 60 kg de N/ha como urea o UAN. Esta superficie sembrada con cereales se rota con soja en una proporción que

varía según la región, siendo de alrededor de dos a cuatro años de soja por cada campaña con cereales. Por lo que esa dosis de N que recibe un maíz o un trigo representaría para un lote determinado una fracción entre el 50 y el 25 % de esa dosis anual; respectivamente entonces unos 10 a 30 kg de N/ha/año. En el lapso de los últimos 20 años entonces cerca de 200 a 600 de N/ha, equivalentes a cantidades similares de calcio + magnesio, se habrán perdido de las capas superiores del suelo.

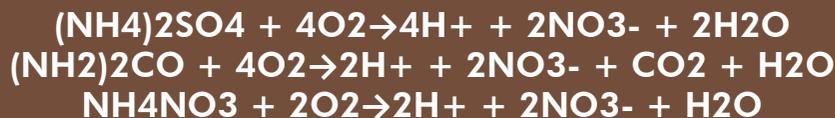
Si bien podemos asumir que la soja tuvo y tiene una importante presencia temporal y espacial en la serie, tampoco este cultivo, por no merecer urea u otros fertilizantes nitrogenados tiene un efecto neutro en el proceso de acidificación. El residuo del cultivo, cuyo contenido de N fuera aportado por la fijación biológica eventualmente se mineralizará y contribuirá con cantidades variables de acidez. Por ejemplo, un rendimiento de 3 t de grano generará poco más de 1 t de residuos con 1,5 % de N en el residuo, es decir 15 kg /ha de N.

### LA COMPROBACIÓN EMPÍRICA

En ensayos controlados de cierta duración esta especulación puede tomar forma de números más concretos, detectándose cambios en el pH provocados por la acción de cultivo y magnificada por fertilización nitrogenada en los cereales que participan de la rotación. En la red de ensayos que conduce el IPNI en campos del CREA Sur de Santa Fe con la empresa ASP, se detectaron disminuciones en el pH a lo largo de 12 años, que si bien no son estadísticamente significativos, es claro que el pH disminuye con el tiempo, y más aún en las parcelas que son más fertilizadas con N (Figura 2). En 2012, las diferencias fueron significativas en tres sitios de los nueve sitios participantes. Esta disminución es paralela con la menor dotación de bases intercambiables, principalmente calcio y magnesio, observada con el tiempo de cultivos.

### POR QUÉ ACIDIFICAN LOS FERTILIZANTES NITROGENADOS?

Durante el proceso de nitrificación del amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) del fertilizante a nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) se liberan iones H<sup>+</sup> que pueden producir acidez en el suelo. El grado de acidez que induce depende de la fuente de N que se utiliza. Entre los fertilizantes nitrogenados de uso más frecuente se encuentran la urea, el nitrato de amonio (NA), el UAN (50% de urea + 50% de NA) y el sulfato de amonio (SA). Durante su transformación en el suelo, la reacción da como resultado la producción de igual cantidad de N con las tres fuentes, pero los protones liberados son mayores para el SA. Así, tenemos que por cada mol de SA se liberan 4 unidades (moles) de H<sup>+</sup>, mientras que cada unidad (mol) de urea y NA produce solo 2 moles de H<sup>+</sup>. Por lo tanto, si a un suelo le agregamos una cantidad determinada de N/ha con cada una de estas tres fuentes, la acidez inducida por la nitrificación del producto debería seguir el siguiente orden AS > urea = AN.



En experiencias recientes se demostró empíricamente que el sulfato de amonio es más acidificante que otras fuentes nitrogenadas como la urea o el nitrato de amonio. Esta mayor capacidad de acidulación del sulfato de amonio se cuantificó en promedio como del 55 % más, o 1,5 veces el valor acidificante de la urea, valor mucho menor que el que se consideraba previamente como de 3 veces) o 300 % más (Chien et al 2002), aunque variable según el contenido de arcilla del suelo. Chien, S.H., M.M. Gearhart y D.J. Collamer. 2008. Acidez generada por los fertilizantes nitrogenados: Nueva evaluación de los requerimientos de cal. Informaciones Agronómicas # 41:16-17

Tabla 1.

Valores promedio de del contenido de materia orgánica, calcio y magnesio intercambiables y pH del horizonte superficial del suelo (0-20 cm) en 1700 muestras de suelos bajo agricultura y prístinos de la Región Pampeana (Sainz Rozas y col. 2013).

Variable de suelo	Condición	Percentil			
		Promedio	25%	Mediana	75%
Materia orgánica %	Agrícola	3,2	2,25	2,91	3,82
	Prístina	4,19	2,99	3,95	5,04
Reacción del suelo (pH)	Agrícola	6,59	6,22	6,47	6,84
	Prístina	6,86	6,42	6,76	7,31
Ca (mg/kg)	Agrícola	1738	1220	1580	2040
	Prístina	1972	1400	1820	2380
Mg (mg/kg)	Agrícola	254	194	231	292
	Prístina	310	243	292	365
$\Delta$ M.O. (%)		0,99	0,74	1,04	1,22
$\Delta$ C (%)	(0,58% C)	0,57	0,43	0,60	0,71
$\Delta$ C (g/kg)			4,3	6,0	7,1
$\Delta$ N (%)	(R C/N= 11)	0,052	0,04	0,05	0,06
$\Delta$ N (g/kg)		0,52	0,39	0,55	0,64
$\Delta$ N (kg/ha)		1.357	1.014	<u>1.426</u>	1.673
Equiv. kg CaCO <sub>3</sub> /ha		<u>1.357</u>	<u>1.014</u>	<u>1.426</u>	<u>1.673</u>
$\Delta$ Ca+ Mg (kg/ha)		<u>290</u>	<u>229</u>	<u>301</u>	<u>413</u>
$\Delta$ Ph		0,27	0,20	0,29	0,47

La tabla 2 indica las pérdidas de calcio y magnesio sufridas por las parcelas fertilizadas, que no difieren casi con las observadas en las parcelas testigo. En efecto, los valores indicados en la última columna de la tabla con respecto al comienzo de la experiencia son apenas 320 kg en total o 26 kg/ha/año a lo largo de los 12 años en total.

### LO QUE NO CONTAMOS

Estos fenómenos observados de disminución del pH y pérdida de bases del suelo, causadas por la actividad agrícola y magnificada por la fertilización nitrogenada no toma en cuenta un importante proceso, que es el de “bombeo” de nutrientes desde las capas más profundas hacia la superficie del suelo y mitigan el proceso descrito. En efecto, cuando un cultivo determinado explora es perfil del suelo, absorbe agua y nutrientes desde las capas profundas y las acumula en su biomasa. Al terminar el ciclo luego de la cosecha, aquellos que quedan en la paja, hojas, tallos y otros restos quedarán en la superficie del suelo, y en particular

aquellos cationes que no intervienen de la estructura vegetal y por lo tanto no estarán ligadas a la materia orgánica del suelo se moverán libremente en la solución de suelo y adsorbidas a los coloides de los primeros cm del suelo superficial. Esto es, lo que uno evalúa y mide en el análisis de suelo es el balance entre los cationes perdidos (por extracción o lixiviado) y ganados por el aporte de los residuos. Por otra parte cuando se realizan evaluaciones del balance de cationes en capas más profundas del suelo esta disminución también se verifica. Entonces las disminuciones relativamente menores que se observan en el pH del suelo con el tiempo serían mucho mayores si no se diera este proceso.

El relevamiento de suelos que aludíamos al principio los autores asociaron la disminución del pH con la de la saturación con bases, o lo que es lo mismo con las cantidades perdidas de calcio y magnesio (estos cationes dominan normalmente más del 80 % de las bases de cambio); ambos descensos relacionados al uso agrícola de los suelos, observado con más o menos intensidad según las zonas. En algunas regiones también los auto-

res observaron alguna disminución de las cantidades de calcio y magnesio en profundidad. Al no usarse encalado en los suelos pampeanos, es natural que esto suceda. Sin embargo, la caída promedio del 13% de la saturación de bases explica parcialmente la caída del pH, de apenas el 4% ( $\Delta 0,27/6,87$ ).

El otro gran factor que explica la resiliencia del pH al paso del tiempo es la materia orgánica. Las moléculas de ácidos húmicos y fúlvicos del humus del suelo tienen cargas variables con el pH, siendo cada grupo químico disociable a diferente pH. A un pH bajo los grupos R-OH<sub>2</sub> no se disocian. Luego, a un pH ma-

yor a 5.0 se disocian los H<sup>+</sup> de los grupos carboxílicos (R-O<sup>-</sup> + 2H<sup>+</sup>), y después con un pH más alto (> 8) lo hacen los de los grupos fenólicos, quedando en cada caso que las cargas pueden ser intercambiados por cationes. Si la densidad de cargas por unidad de peso es abundante, como por ejemplo con un alto contenido de materia orgánica, entonces el grado de disociación de los grupos R-OH es alto y con la cantidad de bases por unidad de masa. Al perderse bases por el uso agrícola (extracción, lixiviado) los grupos carboxílicos se polimerizan cancelándose y balanceándose las cargas. Este es uno de los grandes atributos

**RESILIENCIA DE LOS SUELOS**

La resiliencia de los suelos se refiere a la habilidad de un suelo de resistir o de recuperar su estado original en respuesta a influencias desestabilizantes – es un subconjunto de la noción de resiliencia ambiental. Influencias desestabilizantes por la actividad humana incluyen la

Normalmente se dice que los suelos son resilientes a los cambios ambientales – esto es, se recuperarán o se ajustarán si se da suficiente tiempo ‘pedológico’. Las prácticas de manejo de suelos que el hombre ha aplicado en un marco de tiempo mucho menor son insostenibles y en algunas situaciones de la historia de la humanidad han conducido al colapso de civilizaciones y sociedades antiguas (Colapso, Jared Diamond, 2012).

Las prácticas en uso desde hace unos 120 años en la región pampeana no han sido sustentables y han provocado problemas como salinización, acidificación, disminución en la dotación de nutrientes, erosión y degradación de la estructura.

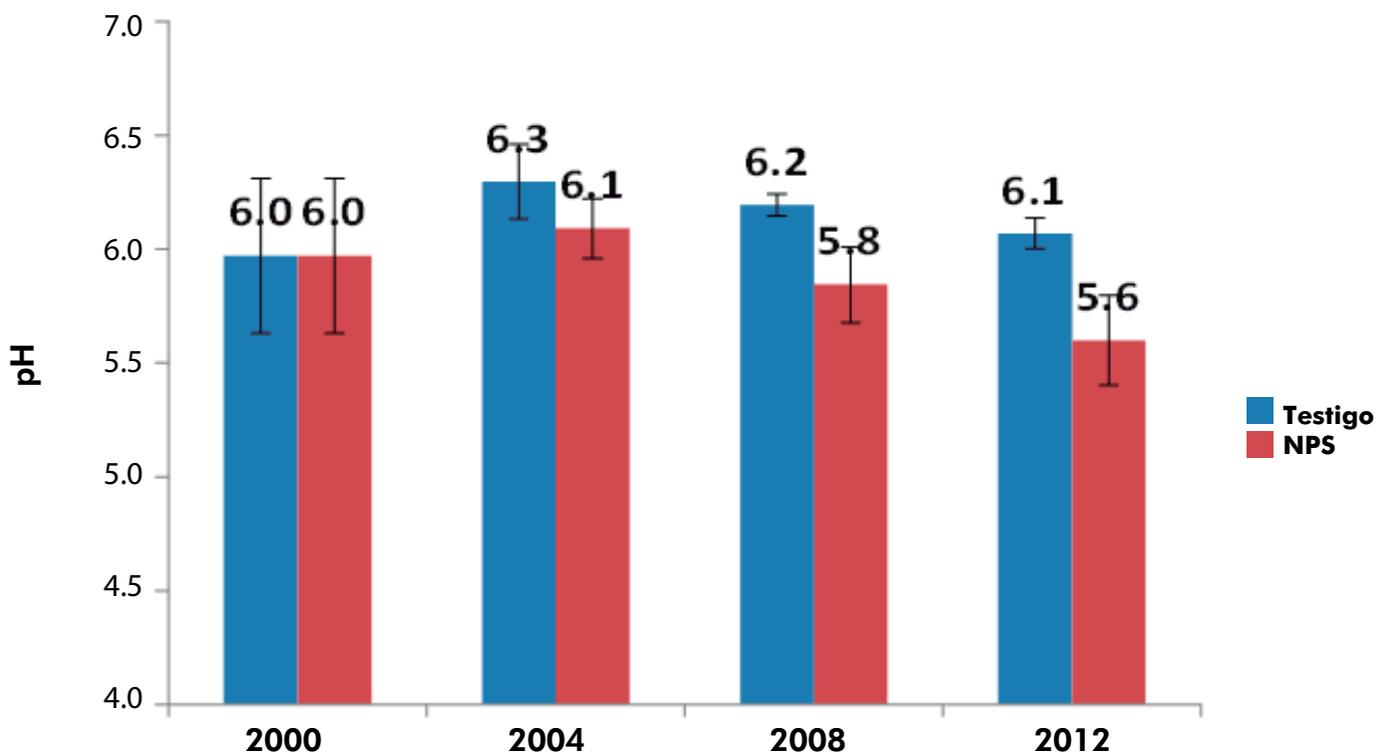
La resiliencia de un suelo en el marco de tiempo y las expectativas humanas dependerá de la capacidad de recobrar su estado de equilibrio una vez que se han impuesto y aplicado extensivamente prácticas mejoradas de manejo.

Esperamos que los suelos permanezcan en buen estado y continúen dando los mismos servicios económicos y ambientales como en el presente. Por eso las prácticas de buen manejo de los suelos son fundamentales para lograrlo.

40

**Figura 2.**

Evolución de los valores de pH del suelo superficial en parcelas testigos y fertilizadas en ensayos de larga duración del Crea Sur de Santa Fe. Promedios de nueve sitios. Gentileza Dr. Fernando García.



de la materia orgánica, lo que le da al suelo la capacidad para recobrar su estado original luego de las alteraciones provocadas por la agricultura. (Figura 3)

**CONCLUYENDO**

En síntesis, la dinámica de la química de los suelos típicos de la región pampeana (Molisoles) hace que sean muy resistentes a los cambios en el pH, carácter dado por la alta capacidad de intercambio catiónico y saturación de bases, al menos en términos de relación con otros tipos de suelo. De hecho, estas son las dos principales características que definen a los Molisoles.

Aun con fertilizaciones nitrogenadas regulares estos cambios en

el mediano plazo son difíciles de observar y deberá demostrarse en ensayos de larga duración, que altas dosis de N, cualquiera sea la fuente, provoquen una disminución de pH peligrosa para el desarrollo de las plantas.

Dados los valores aceptables a altos de saturación de bases es improbable que el encalado sea una práctica común o necesaria para resolver algún tipo de problema por la acidez vinculada con la toxicidad por aluminio. Se reconoce como excepción a la alfalfa, un cultivo típicamente celícola, sobre el que se han demostrado respuestas importantes de producción, física y económica, en varias situaciones y ambientes.

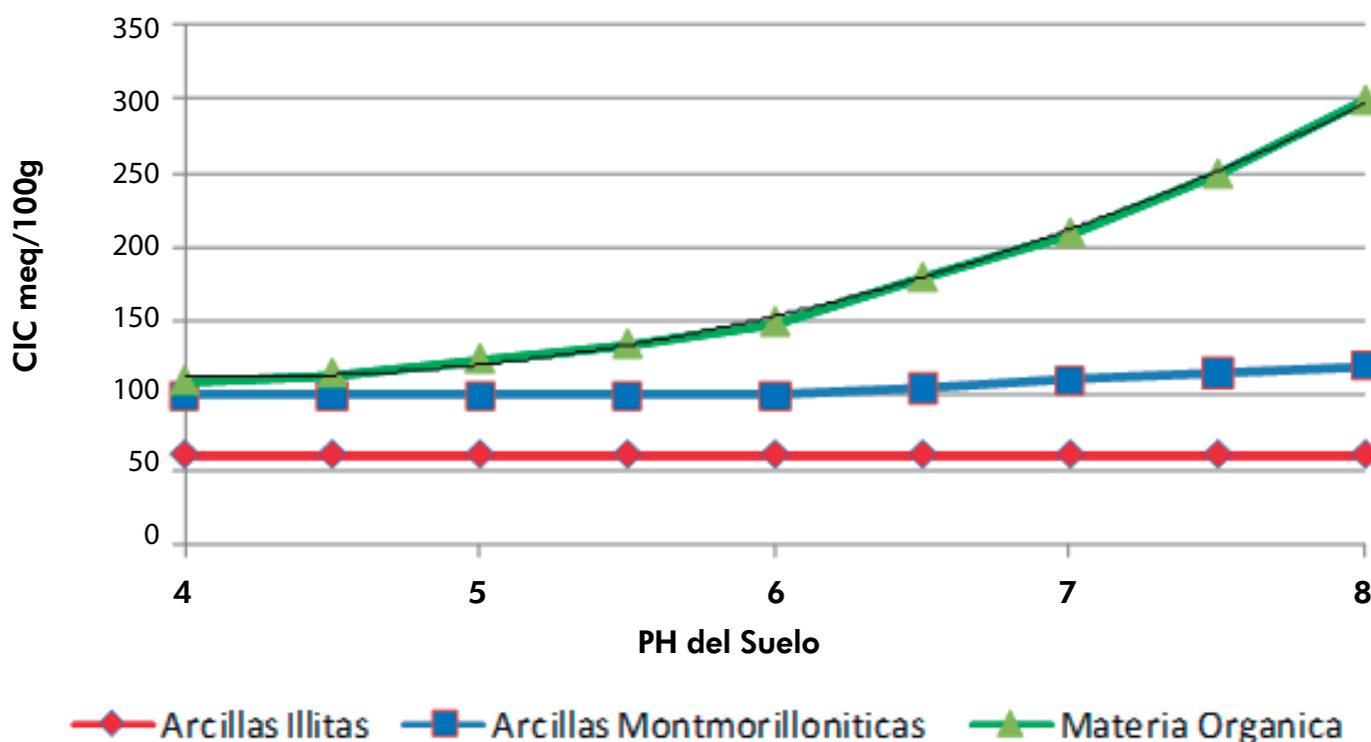
**Tabla 2.**

Evolución de los contenidos de calcio y magnesio en el suelo superficial de las parcelas Testigo y Fertilizadas con 120 kg/ha anuales de N. Ensayos de larga duración Crea Sur de Santa Fe, IPNI-AACREA-ASP.

	2000	2004		2012	
	Comienzo	Testigo	Fertilizada	Testigo	Fertilizada
<b>Calcio (cmolc/kg)</b>	9,3	8,7	8,7	8,5	8
<b>Magnesio (cmolc/kg)</b>	3,7	2,9	2,8	2,7	2,4
<b>Calcio (ppm)</b>	1860	1740	1740	1700	1600
<b>Magnesio (cmolc/kg)</b>	444	348	336	324	288
<b>Ca+Mg (kg/ha)</b>	4608	4176	4152	4048	3776
<b>Δ Ca+Mg (kg/ha) – Total</b>		-432	-456	-536	-856
<b>Δ Ca+Mg (kg/ha/año)</b>		-108	-114	-13	-50

**Figura 3.**

Variación de la capacidad de intercambio catiónico específica de distintos coloides que componen el suelo.



## Fertilizar en Expoagro 2015



Del 3 al 6 de marzo, Fertilizar, entidad cuyo objetivo es la difusión de tecnología de fertilización y nutrición mineral de cultivos, participó en “La Plaza de las Buenas Prácticas Agrícolas” que montó la muestra con el objetivo de divulgar el trabajo que realizan las entidades del sector para extender el uso de las Buenas Prácticas Agrícolas. La plaza contó con seis estaciones temáticas para recorrer y aprender, lideradas por cada una de distintas instituciones referentes en la temática. En este marco, Fertilizar tuvo a cargo la estación “Fertilización de suelos y nutrición de cultivos”.

En este espacio, técnicos de Fertilizar, junto a representantes de CIAFA, Aapresid e IPNI, difundieron a los productores la importancia de los 4 Requisitos (4R) para el manejo adecuado de la nutrición de cultivos: dosis de fertilizante, momento del cultivo para aplicarlo, lugar donde se ubicará el fertilizante y fuente, además compartieron resultados de estudios realizados sobre estado nutricional de los suelos a través de mapas de disponibilidad de nutrientes; y se refirieron al impacto de la fertilización sobre la productividad y analizaron su beneficio económico. Además, la entidad puso a disposición de los productores y asesores sus publicaciones específicas y difundió la realización del Simposio Fertilidad 2015, que organiza en conjunto con el IPNI, el 19 y 20 de mayo en Rosario, Santa Fe.

Las otras estaciones que formaron parte de la Plaza fueron: No remoción. Presencia de cobertura; Rotación de cultivos; Manejo integrado de plagas – MIP; Manejo eficiente y responsable de fitosanitarios y Gestión de la información ganadera.

*“En Fertilizar estamos comprometidos con la difusión de las buenas prácticas agrícolas en general y, dentro de este marco, en el uso y manejo seguro de los fertilizantes, es por esto que haber estado presentes en esta la Plaza representó una muy buena oportunidad para cumplir con nuestra tarea, y además destacar la importancia que tiene esta herramienta en la producción de granos y alimentos. La implementación de buenas prácticas agrícolas permite ser social y ambientalmente responsables y a su vez generar más rentabilidad en los planteos productivos actuales”,* comentó la Ing. Agr. María Fernanda González Sanjuan, Gerente Ejecutiva de Fertilizar.

## Se presentó la Red de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)

Treinta entidades públicas y privadas vinculadas a la agroindustria, entre las que se encuentra Fertilizar Asociación Civil, decidieron integrar la primer Red de Buenas Prácticas Agrícolas del país.

Con la presencia de miembros de las 30 instituciones que la integran, se presentó la Red de Buenas Prácticas Agrícolas. Esta Red es el resultado de un proceso de diálogo interinstitucional entre las principales entidades públicas y privadas de Argentina, las cuales desarrollan diversas actividades en relación a la materia. Se creó para contar con un mecanismo de intercambio de información, diálogo y cooperación entre sus miembros para abordar de forma integral las distintas dimensiones de esta temática.

La Red ha definido a las Buenas Prácticas Agrícolas como una manera de producir de modo que los procesos de siembra, cosecha y poscosecha de los cultivos cumplan con los requerimientos necesarios para una producción sana, segura y amigable con el ambiente.

Las organizaciones fundacionales de la Red BPA son: AAPRESID, ArgenBio, AACREA, ASAGIR, ASA, Bolsa de Cereales, CARBIO, CIARA-CEC, CIAFA, CASAFE, CONINAGRO, CRA, CPIA, Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires y Programa de Agronegocios y Alimentos, Federación de Centros y Entidades Gremiales de Acopiadores de Cereales, Fertilizar, IRAM, INTA, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires, SENASA y SRA. También forman parte de ella consultores fundacionales como David Hughes, Eduardo Serantes, Federico Pochat, Gustavo Idígoras y Santiago Casares. Adhirieron posteriormente ASAGO y FISO.

La Red entiende que las BPA constituyen un instrumento estratégico para atender adecuadamente los desafíos del crecimiento cuantitativo y cualitativo de la demanda de los productos de la agroindustria, que implica la integración de la disponibilidad, la calidad e inocuidad y la sustentabilidad de la producción agroindustrial.

*“La Red es una iniciativa abierta y dinámica que se construye gradualmente y de manera consensuada con todos sus miembros a través de un proceso de diálogo constructivo”,* comentó Ramiro



Costa, Coordinador de la Red.

En el marco de su presentación en sociedad, y como una de sus primeras actividades concretas, la Red elaboró un documento que es el marco conceptual y técnico de la misma: *“El documento que presentamos recorre los distintos procesos de producción, señalando los requisitos a implementar para lograr el cumplimiento de las BPA, basándose en la capacitación del personal y abarcando desde la planificación del cultivo y hasta la obtención del producto final”*, agregó el Coordinador de la Red.

Desde la Red se promueve que los productos agrícolas sean usados responsablemente sin afectar a la salud humana ni animal, así como tampoco al medio ambiente y protegiendo la seguridad de los trabajadores.

Con el objetivo de lograr la adopción masiva de las BPA a través de un proceso de mejora continua que permita lograr un buen posicionamiento de Argentina en el contexto mundial, la Red profundizará el Documento de Lineamientos para generar guías de implementación más específicas según los tipos de cultivos (intensivos o extensivos) y evaluará la situación actual en relación al uso de las BPA en Argentina. Además, avanzará con la coordinación de las capacitaciones y trabajará en el desarrollo e implementación de un plan de comunicación para promover las BPA y dar respuestas a las preocupaciones de la sociedad respecto de la actividad agroindustrial.

En el cierre del evento, el Ing. Marcelo Regúnaga, Responsable de la Comisión de Capacitación, remarcó que la Argentina está bien encaminada en cuanto a las Buenas Prácticas aunque aún queda mucho por hacer. *“Se trata de un proceso de mejora continua”*, señaló. En este sentido, destacó que el periodismo es una pieza fundamental para la difusión de las BPA, con llegada directa a la sociedad. Haciendo referencia a la creación de la Red, Regúnaga rescató la interacción público-privada que se da en este ámbito y comentó que los beneficios de aplicar BPA no son sólo para el productor sino para toda la cadena y el país.

*“Desde la Red buscamos, además de promover la implementación de las BPA, trabajar en la comunicación a la sociedad de cómo se producen los alimentos en Argentina”*, añadió Regúnaga.

**Para obtener más información, ingrese a [www.redbpa.org.ar](http://www.redbpa.org.ar)**

**Para acceder al Documento de Lineamientos, ingrese a la Biblioteca Digital en [www.redbpa.org.ar](http://www.redbpa.org.ar)**



## IPNI y Fertilizar realizaron el “Simposio Fertilidad 2015”

Fertilizar Asociación Civil y el IPNI Cono Sur llevaron a cabo el **“Simposio Fertilidad 2015”**, bajo el lema **“Nutriendo los suelos para las generaciones del futuro”**. El mismo se realizó los días 19 y 20 de mayo de 2015 en el centro de Convenciones Metropolitano, Alto Rosario Shopping de la ciudad de Rosario, Santa Fe. El Simposio, en su 12° edición, estuvo dirigido a productores, estudiantes, profesionales y técnicos, de la actividad pública y privada.



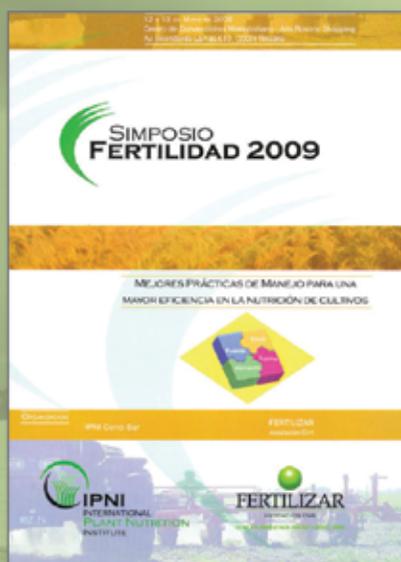
**El Simposio Fertilidad 2015** contó con el apoyo de profesionales destacados del ámbito nacional, quienes abrieron discusión sobre temas como: “Requerimientos de nitrógeno para altos rendimientos”, “Reciclado de nutrientes de fuentes no convencionales”, “Manejo sustentable del recurso suelo”, “Cómo estamos y cómo podemos mejorar la producción de granos”, “La fertilización en el largo plazo: efectos productivos y económicos”; “Buscando una producción efectiva y eficiente: Desafíos para la próximas campañas”, así como también se presentó un panel mano a mano con los que saben de fertilización de cultivos.

*“Concebimos esta nueva edición del Simposio con el fin de estimular la discusión entre las partes involucradas en lo que refiere al manejo de la fertilización de cultivos y la fertilidad de suelos”*, comentó la Ing. María Fernanda González Sanjuan de Fertilizar, uno de los organizadores del evento.

Complementariamente a los paneles de discusión, se realizaron exposiciones de posters de trabajos relacionados a la nutrición de cultivos y los sistemas de producción en la región.

*“El evento fue un ámbito de discusión ideal sobre la fertilidad de nuestros suelos y el manejo nutricional de los cultivos considerando la intensificación productiva sustentable y el año internacional de los suelos 2015”*, agregó el Ing. Fernando García del IPNI.

En el evento también colaboraron INTA, Aapresid, la Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo (AACS), CREA Sur de Santa Fe, la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario y la Fundación Producir Conservando. Así como también contó con el auspicio de la IFA, International Fertilizer Industry Association.



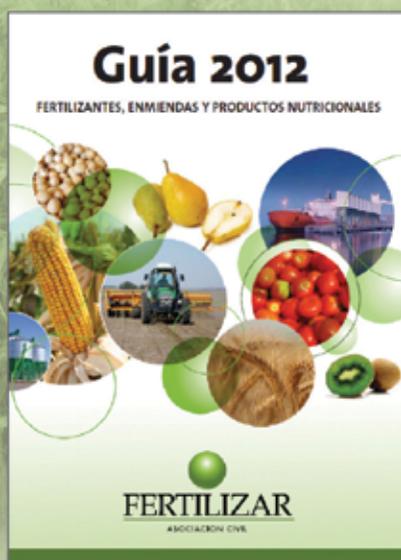
Precio: **\$50** para el público general y **\$40** para socios y suscriptos a la revista de la entidad + gastos de envío



Precio: **\$70** para el público general y **\$50** para socios y suscriptos a la revista de la entidad + gastos de envío



Precio: **\$150** para el público general y **\$110** para socios y suscriptos a la revista de la entidad + gastos de envío



Precio: **\$70** para el público general y **\$50** para socios y suscriptos a la revista de la entidad + gastos de envío



Precio: **\$100** para el público general y **\$80** para socios y suscriptos a la revista de la entidad + gastos de envío



Precio: **\$100** para el público general y **\$80** para socios y suscriptos a la revista de la entidad + gastos de envío

## Venta de publicaciones especializadas consulte



Más información en: [www.fertilizar.org.ar](http://www.fertilizar.org.ar) o [info@fertilizar.org.ar](mailto:info@fertilizar.org.ar)