



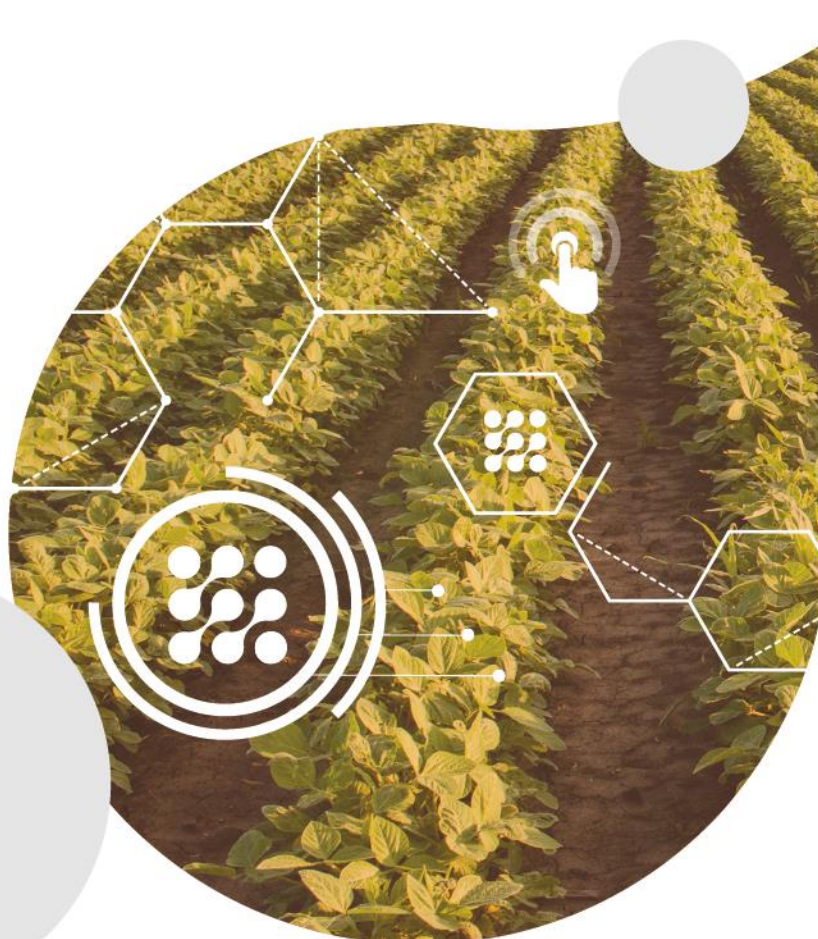
ReTAA

RELEVAMIENTO DE TECNOLOGÍA
AGRÍCOLA APLICADA

INFORME MENSUAL Nro. 49

BRECHAS DE NUTRIENTES EN MAÍZ Y SOJA

27 DE OCTUBRE DE 2021



**DEPARTAMENTO DE
INVESTIGACIÓN Y PROSPECTIVA****Coordinador**

Juan Brihet

jbrihet@bc.org.ar**Analista agrícola**

Sofía Gayo

sgayo@bc.org.ar**Analista agrícola**

Daniela Regeiro

dregeiro@bc.org.ar**Autores del trabajo**

Patricio Grassini

(Universidad de Nebraska-Lincoln)

pgrassini2@unl.edu

Juan Pablo Monzon

(Universidad de Nebraska-Lincoln y

CONICET)

monzon.jp@gmail.com**BRECHAS DE NUTRIENTES
EN MAÍZ Y SOJA**

Para el año 2050 se prevé un incremento del 50% en la demanda de alimentos debido al aumento poblacional, el crecimiento económico y cambios en las dietas. Para poder satisfacer esta demanda creciente de alimentos es necesario aumentar el rendimiento alcanzable de los cultivos, lo que implica disminuir la brecha entre los rendimientos actuales y los alcanzables. Entendiéndose al rendimiento alcanzable como el 70-80% del rendimiento potencial, siendo un objetivo razonable para productores con acceso a mercados, tecnología e información.

Uno de los factores que explica la brecha de rendimientos es la brecha de nutrientes. La misma está relacionada con el nivel de utilización de fertilizantes y con el uso sustentable del recurso suelo.

El presente informe se desprende de un trabajo sobre brechas de nutrientes para distintos cultivos realizado por la Universidad de Nebraska-Lincoln en colaboración con IFA (International Fertilizer Association), basado en los planteos productivos relevados por el ReTAA de la Bolsa de Cereales. El mismo se enfocará, particularmente, en el análisis de la brecha de nutrientes en los cultivos de maíz y soja.

Conocer las brechas de nutrientes permite diagnosticar la situación actual y diseñar estrategias con el objetivo de reducir y cerrar las brechas de rendimiento mediante un uso sustentable del recurso suelo.

CONTACTO

Av. Corrientes 123
C1043AAB - CABA
(54)(11) 4515-8200
investigacion@bc.org.ar
Twitter: @retaabc

bolsadecereales.org/retaa**UNIVERSITY OF
Nebraska
Lincoln**

*Agradecemos el aporte de
nuestros colaboradores en todo el país*

BRECHAS DE RENDIMIENTO Y NUTRIENTES

Brechas de rendimiento

El rendimiento potencial en seco se define como el rendimiento obtenido por un genotipo sin limitantes de nutrientes, y que crece en ambientes con mínimo estrés (plagas, malezas y enfermedades) y con buenas prácticas agrícolas. En este sentido, para un genotipo definido, el mismo está determinado por la disponibilidad de CO₂, la oferta de radiación solar, las precipitaciones, el almacenaje de agua del suelo y la temperatura del aire (Van Ittersum y Rabbinge 1997).

Por otro lado, el rendimiento alcanzable se estima como el 70-80% del rendimiento potencial. Siendo este un objetivo razonable para productores con acceso a mercados, tecnología e información.

En conclusión, la brecha de rendimiento está dada por la diferencia entre los rendimientos actuales y los rendimientos alcanzables.

Brechas de nutrientes

La brecha de nutrientes hace referencia al requerimiento adicional de nutrientes necesarios para obtener el rendimiento alcanzable, y de esta forma cerrar la brecha de rendimiento sin comprometer la calidad del suelo.

La brecha de nutrientes se puede analizar a través del balance de nutrientes de un cultivo. El mismo considera dos componentes fundamentales: el aporte de nutrientes (vía fertilización) y la extracción de nutrientes (vía cosecha de granos). El balance se calcula como la diferencia entre el aporte de nutrientes a partir de las dosis promedio de fertilizante aplicado y la remoción de nutrientes por cosecha.

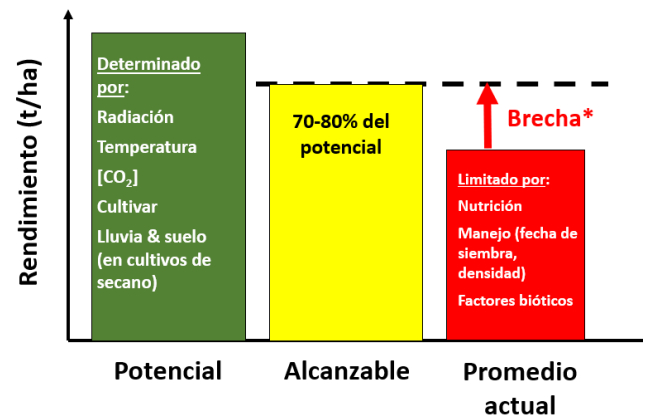
La fertilización es la principal entrada de nutrientes al sistema, su utilización es imprescindible para mantener los altos rendimientos de cultivos y conservar la calidad del suelo. Su insuficiencia conduce a una baja productividad y a una pérdida de suelo; mientras que excesos pueden provocar pérdidas productivas por toxicidad lo que a su vez conlleva a un impacto ambiental.

Por otro lado, la extracción está vinculada a la remoción de nutrientes a través de la cosecha de granos. En este estudio, la misma fue calculada a través de los coeficientes de remoción de las tablas de IPNI.

El balance de nutrientes nos permite identificar los casos en los que el aporte de nutrientes es demasiado bajo o alto en relación de los requerimientos del cultivo y determinar el impacto ambiental.

A continuación se presenta el análisis de las brechas de nutrientes con sus respectivos componentes para los cultivos de maíz (incluye maíz temprano y tardío) y soja (incluye soja de primera y segunda). Los valores corresponden al promedio de 3 campañas (2016/17, 2017/18, 2018/19).

Gráfico 1. Rendimiento potencial, alcanzable y actual. (t/ha)



BRECHAS DE RENDIMIENTO Y DE NUTRIENTES: CASO MAÍZ

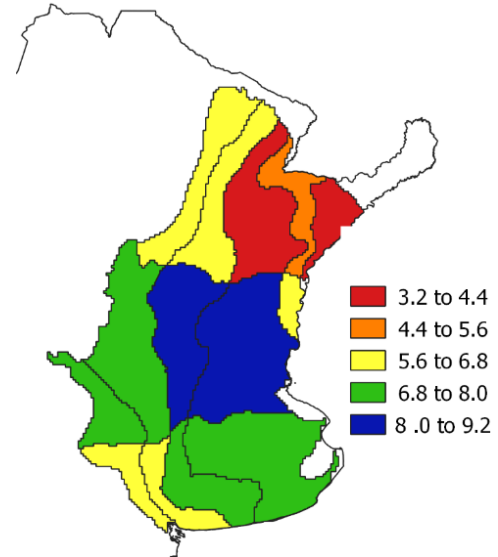
El maíz es un cultivo con elevados requerimientos nutricionales y alta capacidad de respuesta a la fertilización. Se presenta el análisis de la brecha de nutrientes a partir del balance parcial de nitrógeno y fósforo.

Rendimiento promedio actual y extracción de nutrientes

En el mapa 1 se presenta el rendimiento promedio de maíz de las campañas 2016/17, 2017/18 y 2018/19, e incluye maíz temprano y tardío. El rendimiento promedio a nivel país fue 7,8 toneladas por hectárea.

Tomando los datos de rendimientos regionales y afectándolos por el índice de remoción (IPNI) se obtuvo la cantidad de nutriente extraído por el cultivo a nivel región y país.

Mapa 1. Rendimiento promedio de maíz. (t/ha)



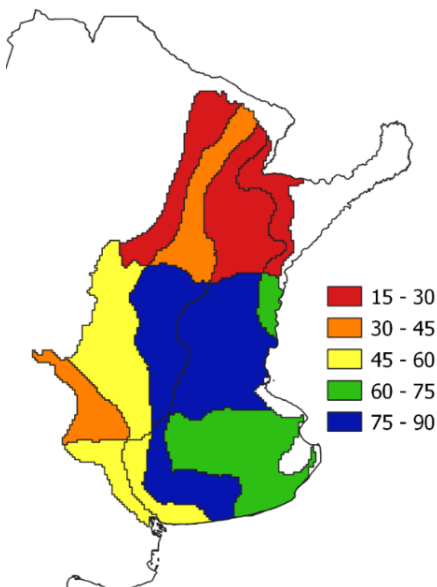
Aporte de nitrógeno

La fertilización nitrogenada es fundamental en el cultivo de maíz, está involucrado en el proceso de fotosíntesis pero, sobre todo, asegura una alta productividad. En el mapa 2 se observa la dosis promedio de nitrógeno aplicado en las tres campañas, que a nivel país fue de **59 Kg N/ha**.

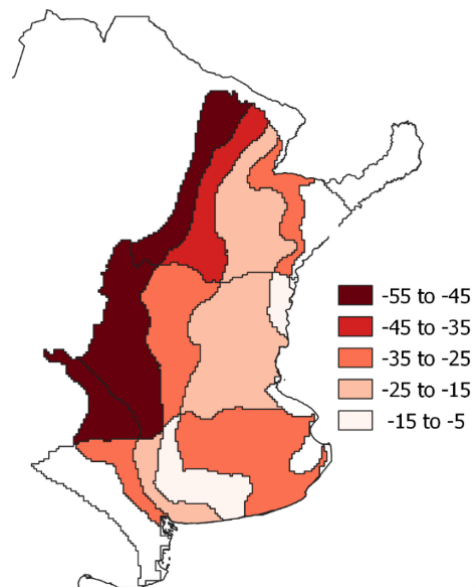
Balance de nitrógeno

Considerando la extracción por cosecha, se realizó el balance parcial (mapa 3) concluyendo que el maíz tiene un **balance parcial negativo de 35 kg/ha de nitrógeno**. Los balances más negativos de nitrógeno se pueden observar en el norte y oeste del país.

Mapa 2. Dosis promedio de nitrógeno en maíz. (Kg N/ha)



Mapa 3. Balance parcial de nitrógeno en maíz. (Kg N/ha)



BRECHAS DE RENDIMIENTO Y DE NUTRIENTES: CASO MAÍZ

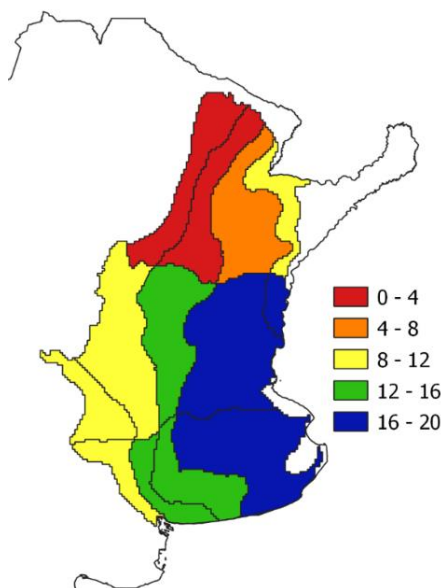
Aporte de fósforo y balance

La respuesta del cultivo de maíz a la fertilización fosfatada depende del nivel de fósforo en el suelo y, a su vez, es afectada por factores propios del suelo como la textura, la temperatura, el contenido de materia orgánica y el pH. El fósforo presenta una reducida movilidad, por lo tanto, la fertilización suele realizarse de manera localizada antes o durante la siembra, para que esté disponible desde la implantación del cultivo.

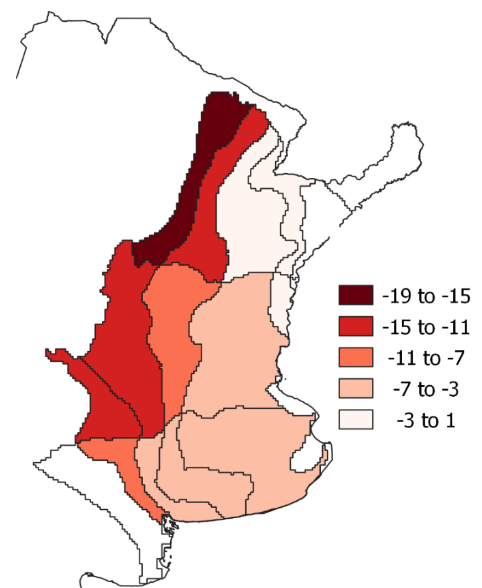
En el mapa 4 se observa la **dosis promedio de fósforo** para las tres campañas, siendo la misma a nivel país de **12 Kg P/ha**. Considerando la extracción por cosecha, se realizó el balance parcial (mapa 5) concluyendo que el maíz tiene un **balance parcial negativo de 9 kg/ha de fósforo**.

Al igual que en nitrógeno, el balance de fósforo más negativo se observa en el noroeste de las zonas climáticas analizadas.

Mapa 4. Dosis promedio de fósforo en maíz.
(Kg P/ha)



Mapa 5. Balance parcial de fósforo en maíz.
(Kg P/ha)



Teniendo en cuenta los resultados de balance parcial para ambos nutrientes en el caso de maíz, para cerrar la brecha de rendimiento, con un rendimiento alcanzable* estimado en 10,1 t/ha, se deberán adicionar** 119 Kg N/ha y 12 Kg P/ha.

*Ver anexo metodológico.

ANÁLISIS POR NIVEL TECNOLÓGICO: CASO MAÍZ TEMPRANO

Se presenta un análisis de las brechas de nutrientes parciales en el cultivo de maíz temprano a escala de nivel tecnológico.

Se calcularon los rendimientos promedio de maíz temprano por nivel tecnológico (gráfico 2) y las dosis de nitrógeno y fósforo (gráficos 3 y 4). Se puede observar que hay una relación directa entre el nivel de tecnología, las dosis de nutrientes aplicadas y los rendimientos obtenidos.

Los gráficos 5 y 6 muestran los balances parciales para ambos nutrientes para los tres niveles, que resultan todos negativos. Este análisis da cuenta de la importancia de trasladar planteos de baja tecnología hacia los de media/alta como punto de partida para el cierre de las brechas tecnológicas; y también la necesidad de seguir mejorando los niveles de fertilización en todas las escalas para cerrar las brechas de nutrientes y de rendimiento.

Gráfico 2. Rendimiento promedio por nivel tecnológico en maíz temprano. (t/ha)

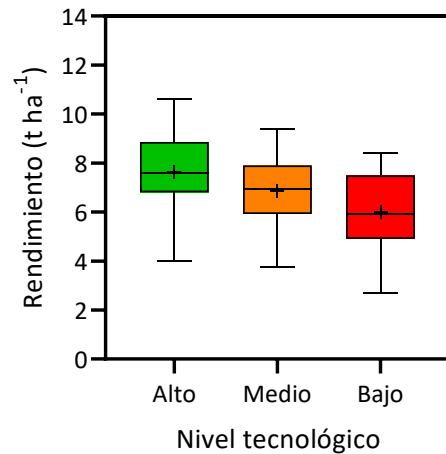


Gráfico 4. Dosis promedio de fósforo por nivel en maíz temprano. (Kg P/ha)

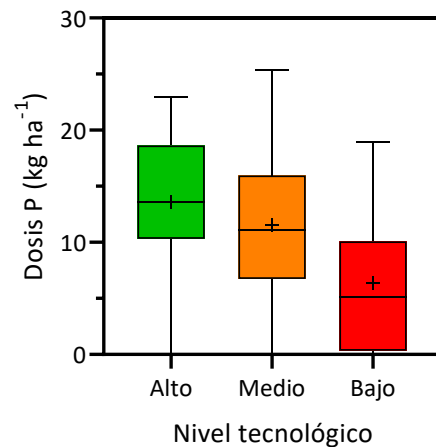


Gráfico 3. Dosis promedio de nitrógeno por nivel en maíz temprano. (Kg N/ha)

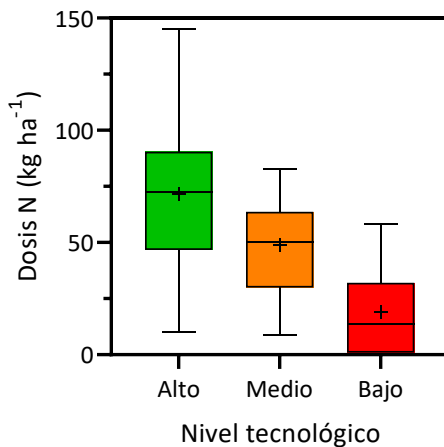


Gráfico 6. Balance parcial de fósforo por nivel tecnológico en maíz temprano. (Kg P/ha)

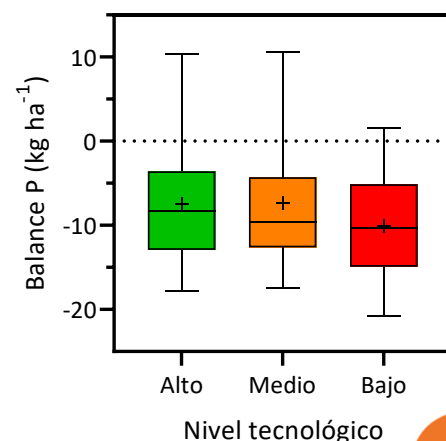
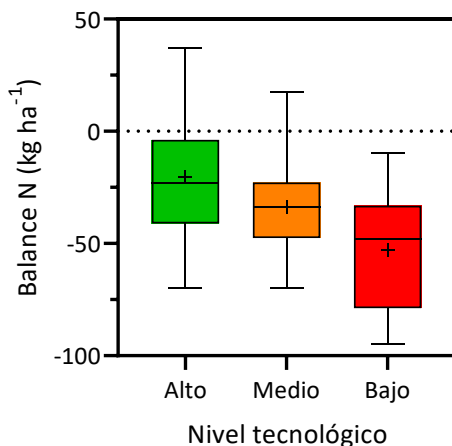


Gráfico 5. Balance parcial de nitrógeno por nivel tecnológico en maíz temprano. (Kg N/ha)



BRECHAS DE RENDIMIENTO Y DE NUTRIENTES: CASO SOJA

La soja responde a la fertilización fósforo-azufrada. El aporte nitrogenado lo brinda la absorción y fijación biológica, por lo tanto la fertilización se realiza principalmente para aportar fósforo y azufre.

Estos elementos son importantes debido a que en condiciones de estrés le brindan al cultivo un carácter protector. Una deficiencia de estos puede afectar la formación del área foliar y, por lo tanto, disminuir la cantidad de radiación acumulada, su crecimiento y la producción de fotoasimilados repercutiendo negativamente en el estado general del cultivo.

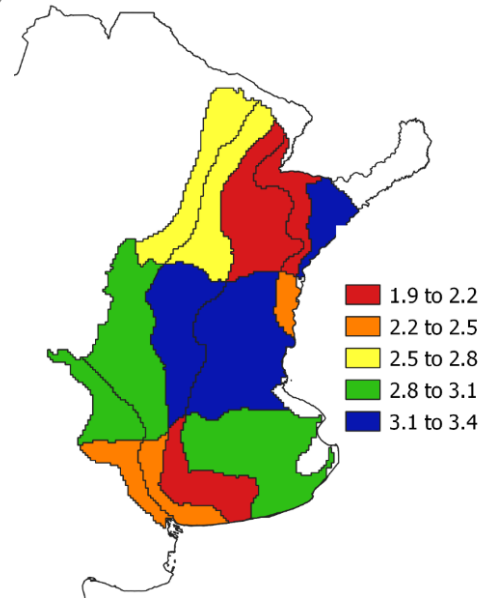
Rendimiento promedio actual y extracción de nutrientes

En el mapa 6 se presenta el rendimiento promedio para las tres campañas (2016/17, 2017/18 y 2018/19), que incluye soja de primera y segunda.

El rendimiento promedio fue de 3 toneladas por hectárea.

A partir del mismo y con los datos obtenidos de IPNI se calculó la extracción.

Mapa 6. Rendimiento promedio de soja. (t/ha)

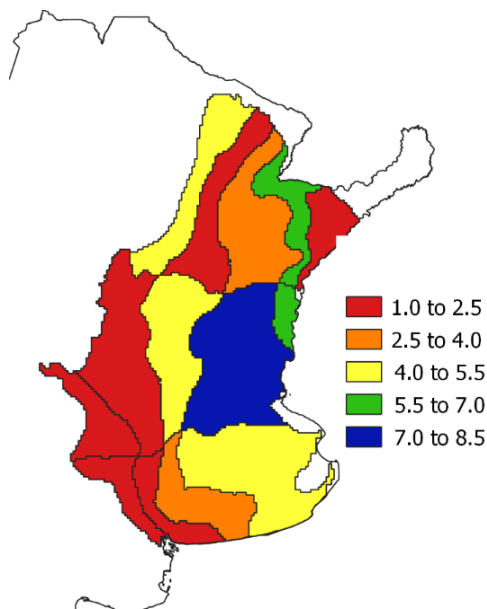


Aporte de fósforo y balance

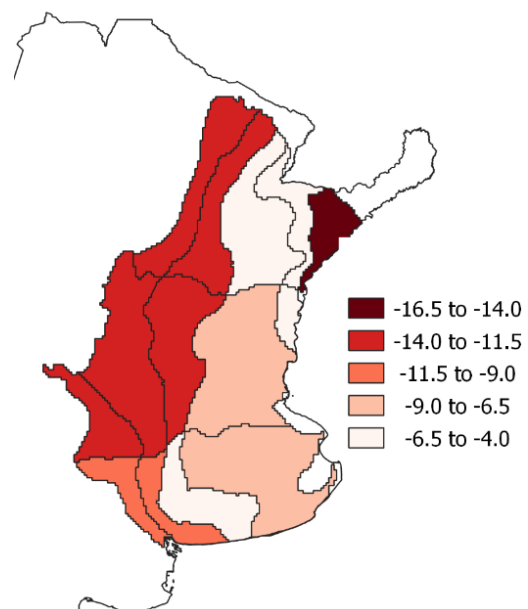
En el mapa 7 se observa la **dosis promedio de fósforo** para las tres campañas. La misma a nivel país fue de **5 Kg. P/ha**. Considerando la extracción por cosecha, se realizó el balance parcial (mapa 8); concluyendo que el cultivo de soja tiene un **balance parcial negativo de 11 Kg /ha de fósforo**.

Por lo tanto, si se quiere cerrar la brecha de rendimiento en soja, sin comprometer la calidad del suelo, obteniendo un rendimiento alcanzable* de 3.5 t /ha, se deberá adicionar** 14 Kg P /ha.

Mapa 7. Dosis promedio de fósforo en soja. (Kg P /ha)



Mapa 8. Balance parcial de fósforo en soja. (Kg P /ha)



BALANCES POR NIVEL TECNOLÓGICO: CASO SOJA DE PRIMERA

Se presenta un análisis de las brechas de nutrientes parciales en el cultivo de soja de primera por nivel tecnológico. Considerando al nivel de tecnología como los insumos aplicados y las prácticas de manejo empleadas.

Se tomaron los rendimientos promedios por nivel tecnológico (gráfico 7) y se afectaron por el índice de remoción (IPNI), obteniéndose la cantidad de fósforo extraído por el cultivo. En el gráfico 8 se observa que el nivel tecnológico alto presenta mayores dosis promedio de fósforo aplicado.

Por otro lado, en el gráfico 9 se puede ver el balance parcial de fósforo por nivel tecnológico para soja de primera. El mismo se calculó como los ingresos por fertilización menos las salidas por extracción de grano cosechado.

Como en el caso del cultivo de maíz, los tres niveles tecnológicos presentaron un balance parcial de fósforo negativo. A pesar de que el nivel tecnológico alto presentó una mayor incorporación de fósforo por dosis más altas, los rendimientos fueron mayores y por lo tanto la extracción y salida de nutrientes. De esta manera, el balance fue negativo, lo que indica que se debería seguir incrementando las dosis aplicadas.

Gráfico 7. Rendimiento promedio por nivel tecnológico en soja de primera. (t/ha)

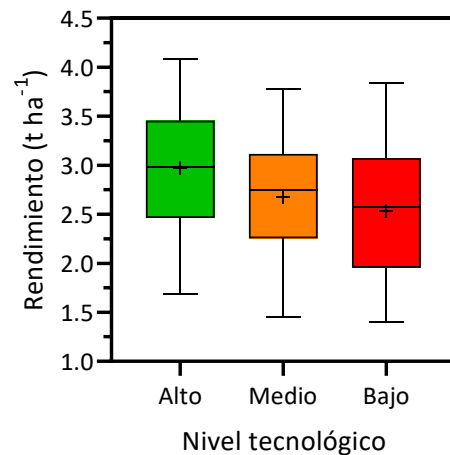


Gráfico 8. Dosis promedio de fósforo por nivel en soja de primera. (Kg P/ha)

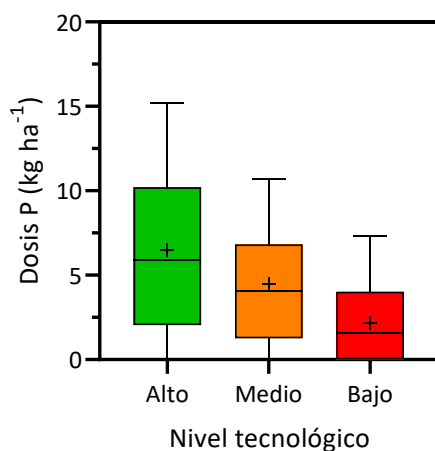
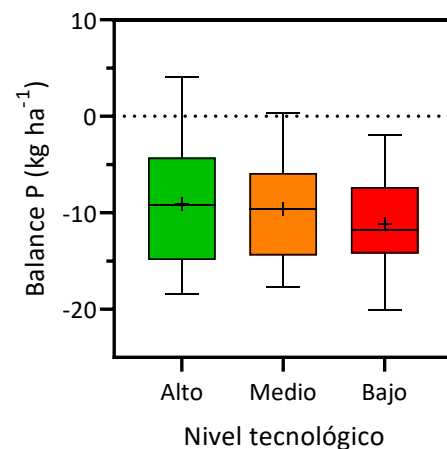


Gráfico 9. Balance parcial de fósforo por nivel tecnológico en soja de primera. (Kg P/ha)





¿CÓMO PODEMOS CERRAR LA BRECHA DE NUTRIENTES Y POR LO TANTO LA BRECHA DE RENDIMIENTOS?

En base al trabajo conjunto de la Universidad de Nebraska-Lincoln con IFA (International Fertilizer Association) y la Bolsa de Cereales, se arriba a las siguientes conclusiones:

- Argentina puede intensificar su producción en los próximos años con el fin de posicionarse como un actor principal en la oferta global de alimentos. Sin embargo, no hay intensificación sin atender previamente las brechas.
- Si bien en los últimos años el aporte de nutrientes ha mejorado, la aplicación actual de fertilizante no es suficiente para compensar la extracción de los mismos vía cosecha de granos.
- Con los rendimientos que se obtienen actualmente, para alcanzar la neutralidad de los balances de nutrientes es necesario incrementar las dosis de fertilización.
- Los rendimientos actuales están limitados por las dosis de fertilizantes aplicados, por lo tanto, para cerrar la brecha de rendimiento entre los actuales y los alcanzables, las dosis de fertilización deberían ser aún mayores. Este aumento de la fertilización debe ser acompañado con otras prácticas de manejo, como mejor control de malezas y enfermedades, ajustes en fechas de siembra, etc.
- En la medida que planteos tecnológicos bajos se trasladen hacia planteos de media y alta tecnología la brecha tecnológica disminuirá, y consecuentemente las brechas de rendimientos.

ANEXO METODOLÓGICO

Para facilitar la comprensión del presente informe se toman los principales aspectos metodológicos del trabajo original *“De brechas de rendimiento a brechas de nutrientes: diagnostico para Argentina”* llevado a cabo por el equipo Universidad de Nebraska - Lincoln.***

En primer lugar, se procesó la información de rendimiento y fertilización recopilada por el Relevamiento de Tecnología Agrícola Aplicada (ReTAA) para soja y maíz en Argentina. A partir de estos datos se calculó un balance parcial de nutrientes utilizando datos de absorción y exportación de nutrientes. Dicha exportación fue calculada a partir de los coeficientes de remoción de nutrientes en grano publicado por IPNI (<https://www.ipni.net/article/IPNI-3296>)

En segundo lugar, la información recopilada según zonificación ReTAA fue reorganizada en zonas climáticas. Estas se delinearon siguiendo el protocolo del Atlas Mundial de Brechas de Rendimiento. Las zonas climáticas definen áreas donde las condiciones climáticas son relativamente similares, considerando valores promedios de sumatoria térmica, estacionalidad de temperaturas e índice de aridez para una serie histórica de más de 30 años. (ver <https://www.yieldgap.org/web/guest/cz-ted> para más detalles).

Luego, se calculó el área cosechada de cada cultivo en cada una de las zonas climáticas y se seleccionaron aquellas que representan al menos 3% del área total del cultivo.

A partir de toda la información se generaron mapas de rendimiento, dosis y balance de N, P y S a nivel de zona climática ponderando según el peso relativo de nivel tecnológico aplicado en cada localidad y área del cultivo.

*El rendimiento alcanzable fue estimado como el 80% del rendimiento potencial (Fuente: www.yieldgap.org).

**La cantidad de nutriente adicional requerido para cerrar la brecha fue calculado teniendo en cuenta (i) el requerimiento de nutrientes necesario para lograr el rendimiento alcanzable, y (ii) la dosis de nutriente actual. El requerimiento de nutrientes necesario para lograr el rendimiento alcanzable fue calculado basado en la absorción de nutrientes esperada (nitrógeno) o usando un criterio de reposición (fósforo).

Finalmente, se realizó un análisis en el que se comparan los valores de rendimiento, dosis y balance de nutrientes para cada zona climática en cada uno de los tres niveles tecnológicos.

***El trabajo original aún no se encuentra publicado y oportunamente será compartido.