



VERDESIAN

Gacetilla Técnica Verdesian

INVIERNO 2021

Tecnología para el uso
eficiente de nutrientes.

www.verdesian.com.ar

1. CONTEXTO DE FERTILIDAD

Los nutrientes, su manejo y la formación del rendimiento

Los rendimientos que se logran al cosechar los cultivos, son el resultado de diversas decisiones de manejo que se toman para alcanzar una eficiente utilización de recursos que definen su crecimiento y producción además de protegerlos ante daños por factores que los reducen (ej. plagas, enfermedades, malezas).

La disponibilidad de nutrientes, en cantidad y en oportunidad, limita la formación del rendimiento. Las medidas de manejo para mejorar su oferta y su eficiencia de uso, incrementan la producción. Algunos elementos de manejo de cultivos para reducir limitaciones nutricionales, mejoran la oferta de estos aportes y se sustentan, entre otros elementos, con el diagnóstico específico atendiendo a la ambientación y el uso de información complementaria para implementar prácticas

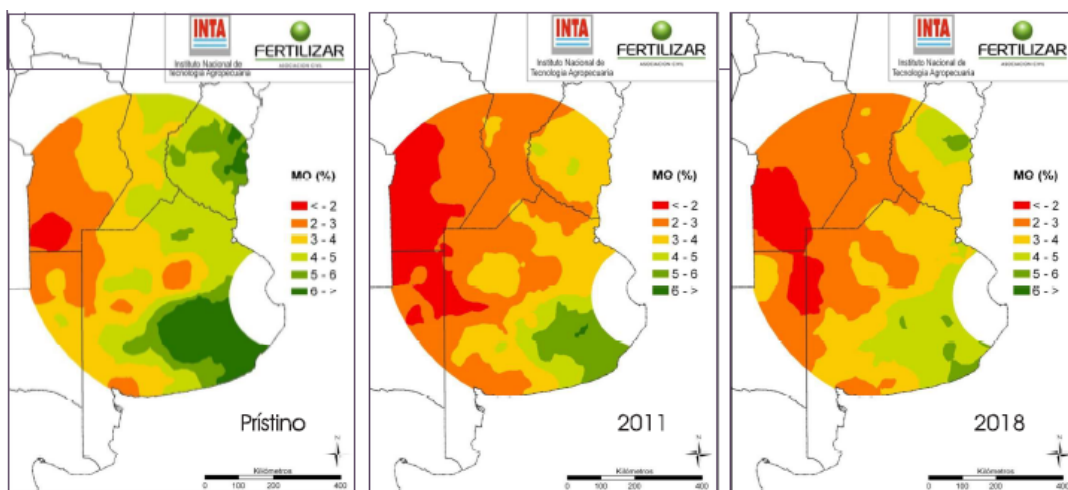
de fertilización responsable. Además, las decisiones de manejo para mejorar el crecimiento de las plantas ayudan a aumentar la incorporación y la transformación o el uso de los nutrientes. Aquí encontramos la aplicación de prácticas sustentadas en información tal como pronósticos, ambientaciones, uso de genotipos modernos y la prevención de limitaciones fisiológicas del crecimiento.

Es así que el manejo responsable de los nutrientes para la producción de cultivos requiere conocer el sitio de producción para anticipar la disponibilidad de estos, junto con otros factores de manera de establecer planteos de cultivos acordes a la oferta de recursos disponibles y a aportar por ejemplo al fertilizar.

Estado de fertilidad de los suelos argentinos, su relación con la producción de los cultivos y la eficiencia en el uso de nutrientes

En la región pampeana la intensificación agropecuaria fue acompañada por una generalizada reducción en los niveles de materia orgánica, nutrientes asociados a esta (ej. nitrógeno, azufre) y otros elementos tales como el fósforo, el zinc y los cationes intercambiables. La decreciente concentración de Ca y de K se relaciona con aumentos en la acidificación superficial de los suelos y además del mantenimiento de altos niveles extractables de hierro y de manganeso. Un estudio reciente desarrollado por Fertilizar AC y coordinado por el INTA, muestra que estos cambios se observan no solo al comparar la situación original de los suelos con la actual sino que también establece relación entre esta última, realizada en el 2018, y la del relevamiento equivalente a 2011.

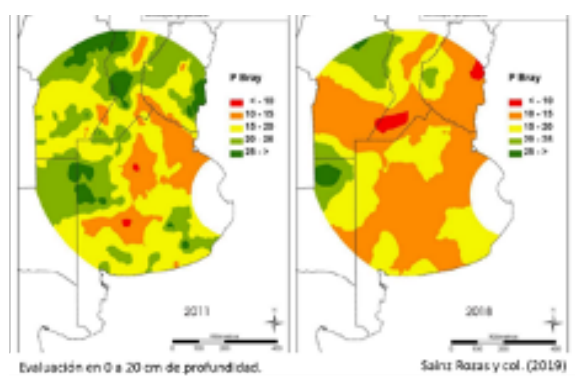
REDUCCIÓN EN LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS BAJO AGRICULTURA: MATERIA ORGÁNICA



Evaluación en 0 a 20 cm de profundidad

Sainz Rosas y Col. (2019) - Simposio Fertilidad

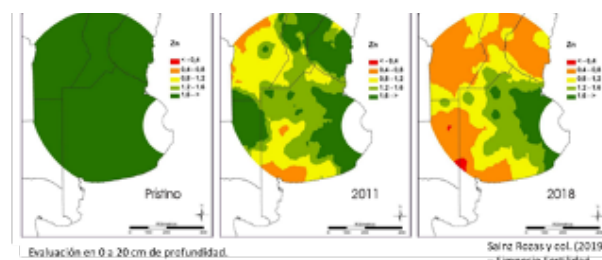
REDUCCIÓN EN LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS BAJO AGRICULTURA: FÓSFORO EXTRACTABLE (BK1)



Evaluación en 0 a 20 cm de profundidad

Sainz Rosas y Col. (2019) - Simposio Fertilidad

REDUCCIÓN EN LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS BAJO AGRICULTURA: ZINC



Evaluación en 0 a 20 cm de profundidad

Sainz Rosas y Col. (2019) - Simposio Fertilidad

1 Estado de fertilidad de suelos pampeanos (síntesis):

Las limitaciones en los niveles de **materia orgánica** muestran la amplia dispersión de limitaciones en la disponibilidad potencial de nutrientes estrechamente ligados a esta (ej. **nitrógeno**).

Es reconocida la reducción en los valores extractables de **fósforo** aumentando así la frecuencia de sitios (puntos de producción) donde la oferta de este elemento es insuficiente para sostener el crecimiento activo de los cultivos.

El **zinc**, entre otros elementos, también ha disminuido en el área agrícola pampeana sugiriendo que en gran medida los cereales (maíz y trigo) requieren de su aplicación para mejorar la eficiencia de producción.

2 Manejo actual de la nutrición de cultivos pampeanos:

En coincidencia con los menores niveles extractables de los suelos, análisis de la concentración foliar de nutrientes, se muestra una amplia proporción de casos con limitaciones para la normal producción de cultivos tales como maíz, soja y cereales de invierno.

Además, estudios comparativos de estrategias de manejo de la nutrición de secuencias con estos cultivos, muestran que esta brecha de rendimientos es de casi el 20%. La insuficiente oferta de nitrógeno y fósforo, junto con el uso de otros elementos como el azufre y algunos micronutrientes acordes a expectativas de producción actuales, explican las diferencias de producción.

Porcentaje de casos con niveles limitantes de nutrientes en la región pampeana según análisis foliar (72 casos, 2018/19)

	N	P	S	K	Zn
Trigo	3%	3%	58%	6%	0%
Cebada	0%	3%	19%	0%	0%
Maíz	44%	61%	56%	28%	39%
Soja	11%	44%	33%	11%	0%

Fertilizar AC (2019)

Brechas de rendimientos entre el manejo actual y recomendaciones mejoradas de fertilización en secuencias de cultivos de la región pampeana

Recomendación	Unidades	Maíz	Trigo o cebada	Soja	Soja2 ^{da}
Rendimientos medios	kg ha ⁻¹	514 4	47 1	480 11	150 5
Alta producción	kg ha ⁻¹	2095 16	560 9	983 23	214 7

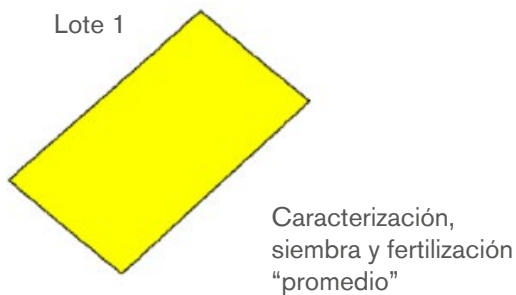
Grasso y Díaz-Zorita, 20

3 ¿Cómo establecer pautas de manejo eficiente de nutrientes?

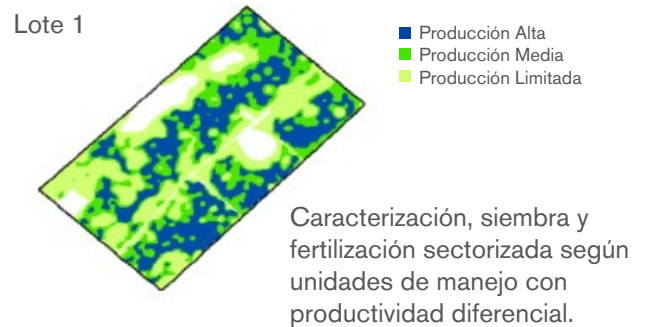
Productividad y eficiencia en el uso de recursos son elementos centrales al plantear, desde la intensificación, modelos productivos sustentables. Para el manejo eficiente de nutrientes se conjugan tanto elementos de diagnóstico inteligente de los sitios productivos como su administración responsable (“las cuatro R” o “las cuatro C”). Estos principios de la administración responsables de los nutrientes consideran:

- ✓ el uso de dosis correctas coincidentes con las necesidades del cultivo.
- ✓ el momento correcto aportando nutrientes cuando los cultivos los necesitan.
- ✓ el lugar correcto tal que los cultivos puedan alcanzarlos y utilizarlos.
- ✓ la aplicación de la fuente correcta de fertilizante.

DIAGNÓSTICO CON CARACTERIZACIÓN INTELIGENTE DE SITIOS DE PRODUCCIÓN Y UNIDADES DE MANEJO



MODELO TRADICIONAL



MODELO MEJORADO

APLICACIÓN SEGÚN LOS CUATRO PRINCIPIOS DE LA ADMINISTRACIÓN RESPONSABLE DE NUTRIENTES



DOSIS CORRECTA

Coincide con la cantidad de fertilizante que el cultivo necesita.



MOMENTO CORRECTO

Logra nutrientes disponibles cuando los cultivos los necesiten.



LUGAR CORRECTO

Mantiene los nutrientes donde los cultivos pueden utilizarlos.



FUENTE CORRECTA

Coincide con el tipo de fertilizante que el cultivo necesita.

Sincronizar la disponibilidad con su captación por los cultivos es crítico para el uso responsable (y eficiente) de los nutrientes.

Desde la industria, las innovaciones en nutrición contemplan la incorporación de mejoras que mejoran la eficiencia integral en el uso de nutrientes. Entre los variados ejemplos de estas formulaciones modernas de fertilizantes encontramos los que contienen compuestos que modifican las propiedades las características fisicoquímicas de fertilizantes convencionales estabilizando la disponibilidad de los nutrientes aportados y mejorando la eficiencia de incorporación en las plantas.

Otra de las alternativas para aumentar la eficiencia de uso de los nutrientes es mejorar las condiciones de producción implementado estrategias de fertilización balanceada o estimulando de las plantas.

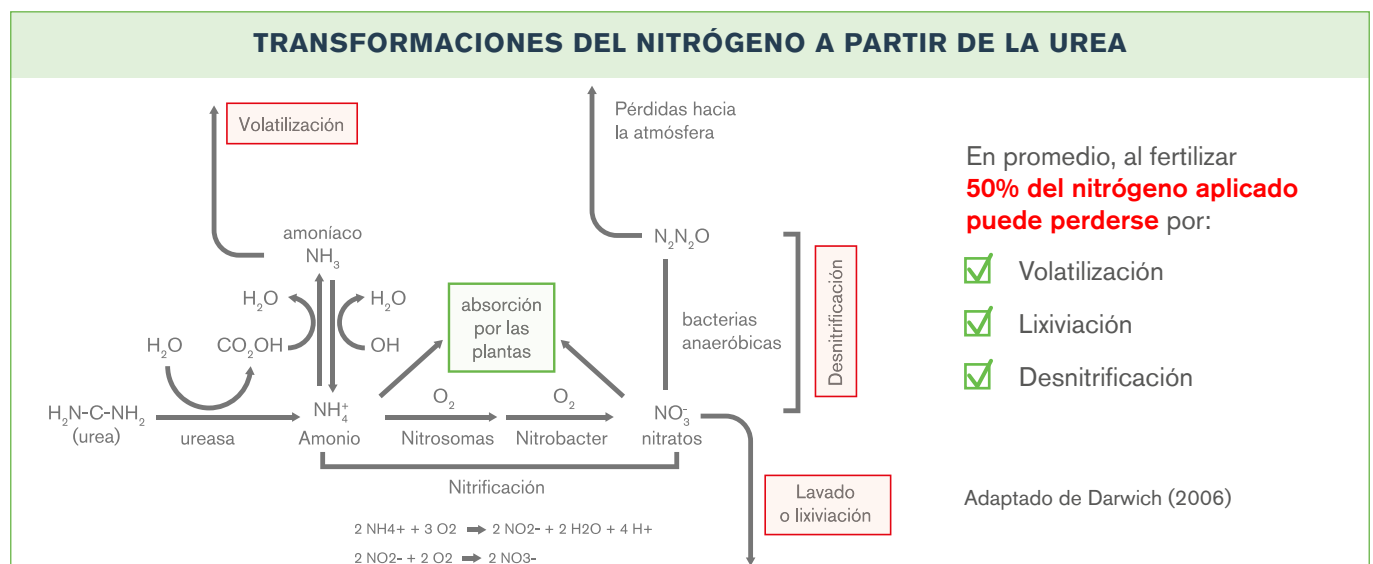
2. MANEJO FERTILIZACIÓN CON NITRÓGENO

El nitrógeno es un elemento con activa contribución al crecimiento de las plantas ya que regula la formación y el mantenimiento del área foliar fotosintéticamente activa y el uso eficiente de la radiación. Los suelos contienen el nitrógeno en formas orgánicas requiriendo de su mineralización (pasaje a formas inorgánicas) para su captación por las plantas. Este elemento ingresa mayormente por flujo masal, cuando las plantas transpiran, y en el caso de las leguminosas también por la fijación biológica en simbiosis con rizobios.

El nitrógeno muestra muy alta movilidad tanto en la solución del suelo como una vez que ingresa en las plantas, por lo que los síntomas de deficiencias se observan inicialmente en las "hojas viejas".

Para el diagnóstico de necesidades de fertilización en cereales se determinan los niveles extractables de nitratos de los suelos (oferta) tal de definir las dosis a aplicar según las expectativas productivas de los cultivos.

La urea es uno de los fertilizantes nitrogenados más utilizados y luego de su aplicación ocurren diversas transformaciones hasta su incorporación en las plantas. Se estima que los procesos de pérdida (volatilización, lavado y desnitrificación) pueden representar hasta el 50 % del nitrógeno aplicado dependiendo de variados factores fisicoquímicos y biológicos.



La hidrólisis de la urea en el suelo forma carbonato de amonio que rápidamente se descompone a amonio quedando disponible para la incorporación en las plantas o para volatilizarse. Esta reacción está regulada por la enzima ureasa que aumenta al aumentar la temperatura (por ej. a 5°C la hidrólisis completa demora unos 10 días mientras que a 30°C es en menos de 2 días). Algunos estudios desarrollados en condiciones de producción de la región pampeana muestran que aplicaciones de urea al producir trigo o maíz en siembra directa pueden mostrar pérdidas de hasta el 11% de la dosis aplicada.

Verdesian Nue Charge G®, nueva tecnología para el uso eficiente en la fertilización nitrogenada

Mejoras en los fertilizantes modernos, por la incorporación de tecnologías que hacen eficiente el uso de nutrientes, se destacan por la aplicación de compuestos que mejoran la eficiencia de aprovechamiento del nitrógeno aplicado sobre urea, por ejemplo.

Uno de estos es **Verdesian Nue Charge G®**, formada por una sal potásica del tetra-polímero maleico-itacónico metalil-sulfonatoalil sulfonato soluble en agua con muy alta densidad de cargas (aprox. 1800 meq/100g); usándose en baja dosis con el fertilizante (2 l/tn). Este polímero forma un microambiente de protección alrededor del nutriente, desarrollando un "escudo" cargado negativamente para atraer Nickel (+5), cofactor de la ureasa y Cobre (+3) y Hierro (+2) que participan en la activación de Nitrosomonas y de Nitrobacter. Es así como se alcanza la protección del nitrógeno protección al

retardar reacciones enzimáticas y manteniendo formas amoniacales (NH₄⁺) en el suelo aumentando la incorporación en las plantas.

Entre las evidencias de sus aportes para mejorar la eficiencia de aprovechamiento del nitrógeno aplicado, se midieron menores pérdidas acumuladas de amonio por volatilización con efectos de mayor duración que al utilizar otros estabilizadores de urea. Se cuantificó la extracción parcial de iones de Nickel, elemento ligado a la regulación de la actividad de la ureasa. También se describieron menores transformaciones del amonio a nitratos indicando reducción en la actividad de nitrificación y mayor conservación de formas amoniacales en la solución del suelo. La contribución de **Verdesian Nue Charge G[®]** para mejorar la oferta de nitrógeno para las plantas combina la reducción de volatilización con condiciones hídricas limitantes para su incorporación completa en el suelo como la mayor conservación en formas amoniacales (menos móviles) con excesos hídricos.

Verdesian Nue Charge G[®], es una tecnología patentada, que se diferencia de los demás estabilizadores por ser la única que actúa reduciendo su efecto sobre las tres formas de pérdidas de nitrógeno (volatilización, desnitrificación y lixiviación)

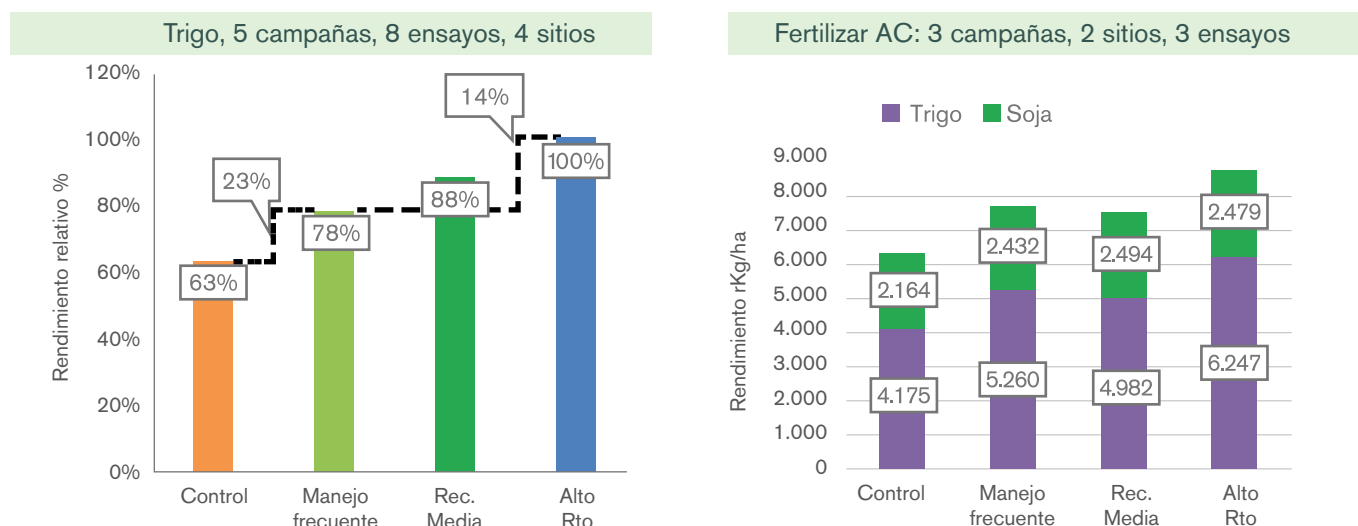


Verdesian Nue Charge G[®] en la producción de cereales de invierno

En la región pampeana, la producción de trigo está limitada por la disponibilidad e incorporación de nutrientes y las brechas (diferencias) de producción que observamos entre planteos productivos son parcialmente explicados por los variados modelos de manejo de fertilización instalados.

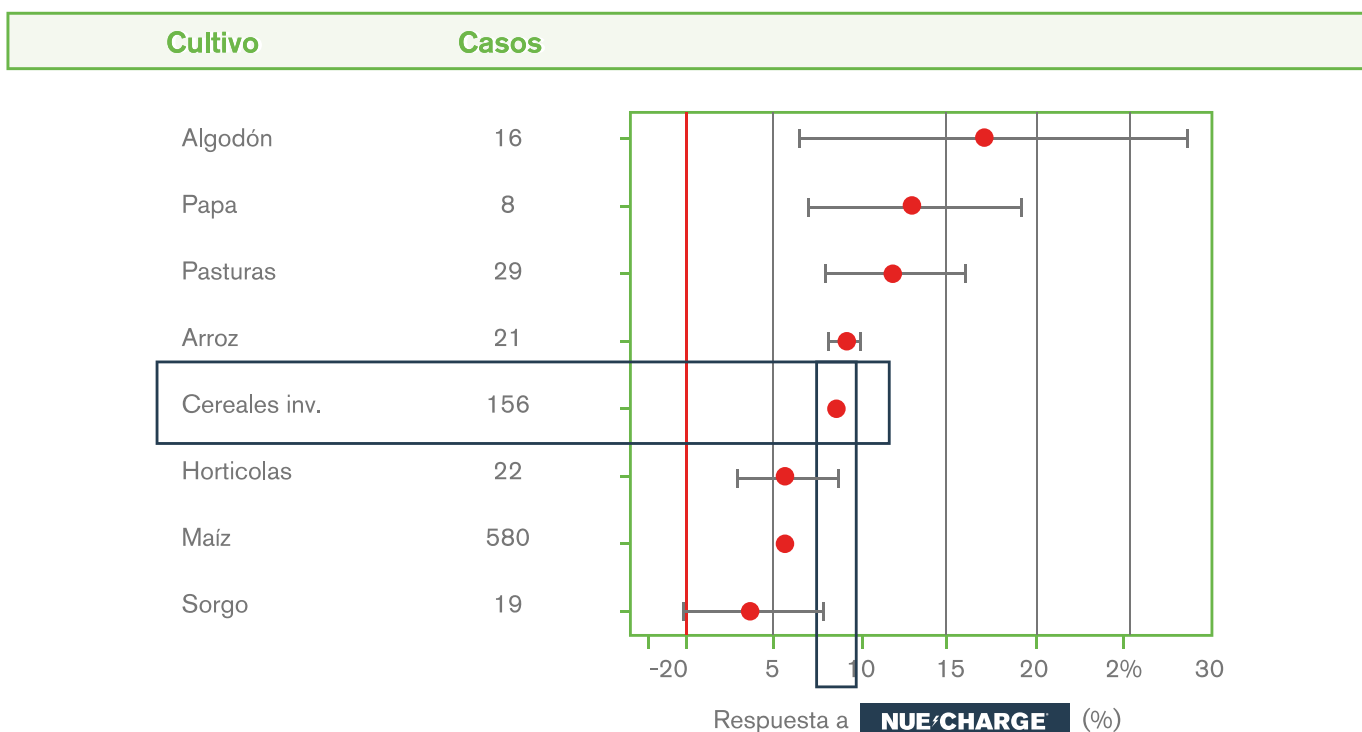
Resultados de la red comparativa de estrategias de fertilización desarrollada por Fertilizar AC junto con investigadores de INTA y universidades muestra que al mejorar las estrategias de fertilización del trigo, aumentan los rendimientos con cambios de entre el 14 y el 23 %. Estas mejoras repercuten en mejor producción de soja de segunda.

Modelos de fertilización: ¿cómo manejamos la nutrición del trigo?:



Entre las pautas de manejo de la fertilización que acompañan estas mejoras se describe la aplicación de dosis de fertilización con nitrógeno acordes a las demandas previstas de cada cultivo. En este marco, al avanzar hacia recomendaciones mejoradas es importante considerar también el momento de aplicación y la elección de la fuente de fertilización con nitrógeno que mejore la eficiencia de aportes de este elemento.

Al fertilizar trigo en cobertura (“al voleo”) con urea, y dependiendo del sistema de manejo del cultivo y condiciones de crecimiento, se describen pérdidas por volatilización de hasta el 9%. Es así, que en la medida que las condiciones de aplicación no favorecen una ágil o rápida disolución e incorporación del nitrógeno en la solución del suelo es más relevante considerar el uso de fertilizantes acondicionados con polímeros. Entre estos encontramos **Verdesian Nue Charge G®**, que incluye compuestos que limitan la formación de amonio y consecuentes pérdidas de nitrógeno por volatilización y por la exposición de altas concentraciones de nitratos a procesos de lavado. En un promedio de 156 estudios en condiciones extensivas de producción de trigo muestran que el acondicionado de fertilizantes nitrogenados (con base urea) mejoran en casi el 10% su respuesta al uso del fertilizante común sin acondicionar.



Durante las últimas 2 campañas, estas contribuciones al fertilizar cereales de invierno se validaron en diversas condiciones de producción en regiones trigueras de Argentina. En promedio de 16 casos en franjas bajo condiciones frecuentes de manejo de los cultivos, al acondicionar urea con **Verdesian Nue Charge G®** los rendimientos mejoraron en casi el 5%, equivalente a unos 216 kg/ha. Del análisis de calidad de granos realizado en la campaña 2019 se concluyó que no solo se describen mejoras en la eficiencia de uso del N sino también cambios significativos en el peso hectolítrico de los granos que explican la mejor incorporación del nitrógeno en las plantas prolongando así la duración del llenado de los granos.

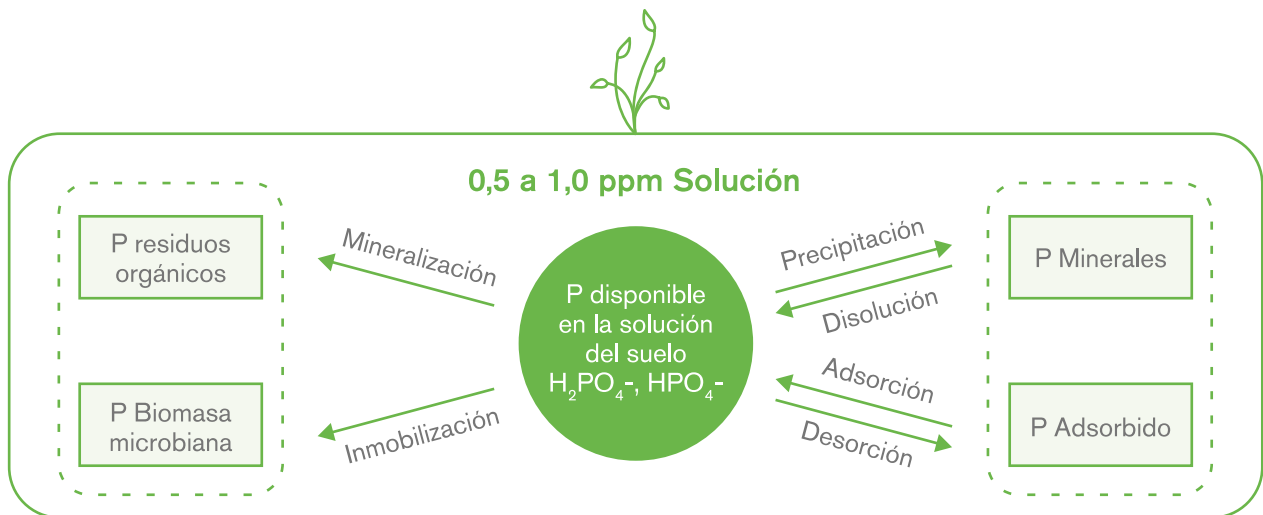
RENDIMIENTO (kg/ha)					
Casos	Control	+ Nue Charge	Incremento	Rta.	Positivos
16	4611	4827	216	4,9%	81,3%
			<i>p(x)</i>	0,01	

3. MANEJO FERTILIZACIÓN CON FÓSFORO

El fósforo contribuye en todos los procesos ligados al crecimiento desde el desarrollo de las raíces como el de otras estructuras de las plantas. Su limitación reduce la formación de nódulos y la fijación simbiótica de nitrógeno en las leguminosas o el crecimiento inicial, implantación y uso eficiente de la radiación en general. En los suelos se lo encuentra mayormente almacenado la fracción mineral (inorgánica), presenta escasa movilidad y las variaciones en su disponibilidad responden mayormente a condiciones fisicoquímicas (pH, textura, humedad, temperatura). Las plantas

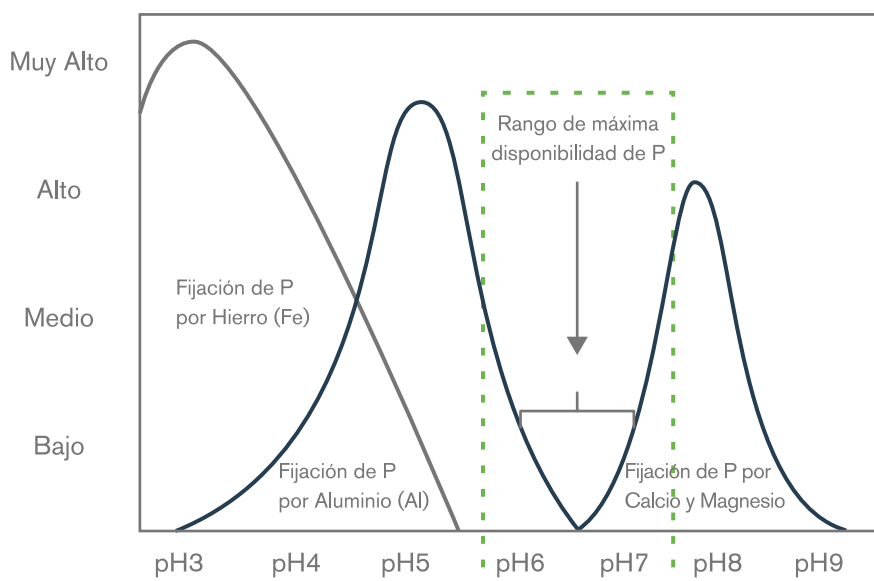
incorporan este elemento solo en formas inorgánicas a partir de una fracción disuelta en la solución (agua) del suelo que es continuamente abastecida (y en equilibrio dinámico) con diferentes formas ligadas a procesos de precipitación y formación de minerales, adsorción sobre cargas en el suelo y transformaciones ligadas a la actividad biológica. La accesibilidad (disponibilidad) de los fosfatos varía con el pH dando lugar a la formación de compuestos ligados, entre otros elementos, al hierro, al aluminio y al calcio.

FORMAS Y TRANSFORMACIONES DEL P EN EL SUELO



0,005-0,015% de P
P total del suelo
50-1500ppm

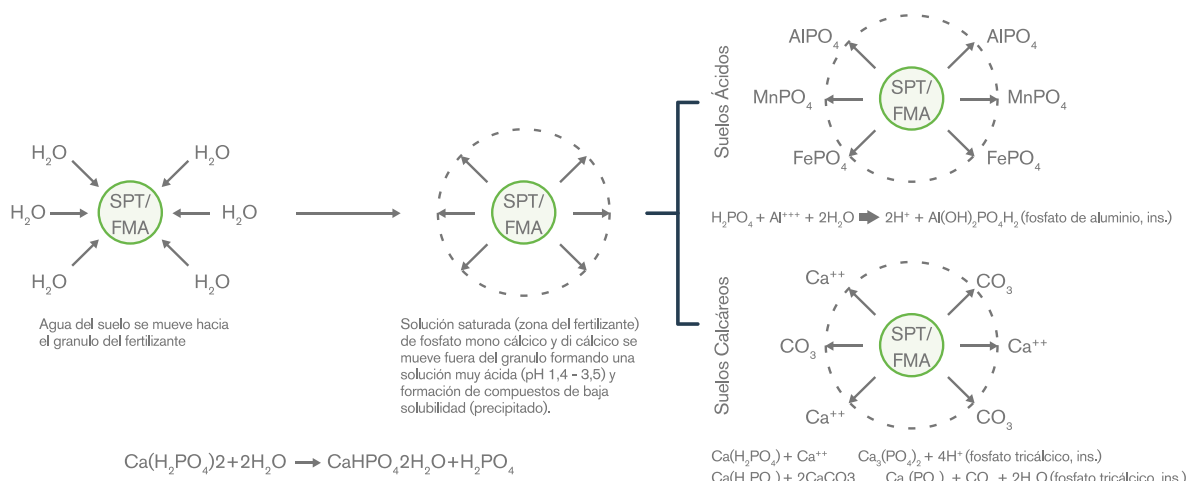
Hesterberg 2010



El crecimiento de las raíces es importante para la eficiente incorporación en las plantas porque es por el proceso de difusión (gradiente de concentraciones). En el diagnóstico de necesidades de fertilización fosfatada se consideran indicadores de niveles extractables de la capa superficial (0 a 20 cm) de los suelos con niveles de referencia variables según cultivos.

Al fertilizar, y alrededor de un granulo de fertilizante fosfatado ocurren diversos procesos químicos que dependiendo de la condición de disponibilidad (formas químicas, pH) de otros elementos (Fe, Al, Mn, Ca, etc.) conducen a la formación de precipitados de baja solubilidad. Dependiendo del pH de la reacción estos procesos tienen diferente tasa de reversibilidad, pero en condiciones normales de suelos agrícolas con rangos de pH ligeramente ácidos dan origen a retardos en la accesibilidad del P a las plantas y consecuentes beneficios inmediatos. En condiciones extremas de acidez se forman compuestos minerales de menor solubilidad y fijación del fósforo en estructuras no disponibles para las plantas.

PASOS EN LA DISOLUCIÓN DE UN FERTILIZANTE FOSFATADO

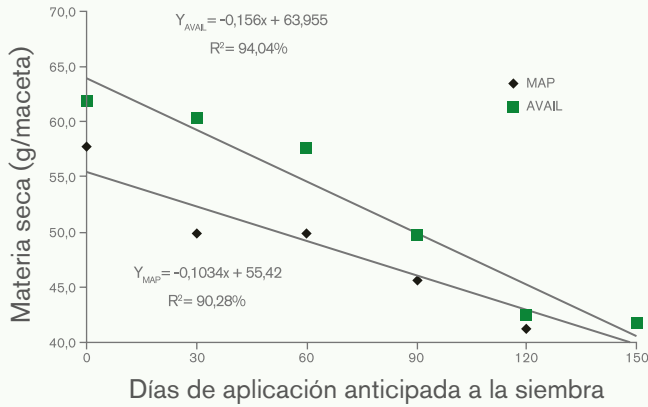


Verdesian Avail®, nueva tecnología para la el uso eficiente de los fertilizantes base fósforo.

Verdesian Avail®, es una sal amoniacal o sódica del copolímero maleico-itacónico soluble en agua con muy alta densidad de cargas (~1800 meq/100 g) para una aplicación con fertilizantes con fósforo a baja dosis de uso (2 l/tn). Como resultado de su presencia en la "zona del fertilizante" (solución saturada durante la disolución del granulo de fosfatos) forma un "escudo" cargado negativamente sobre el fertilizante. Es así como liga cationes (Ca, Mg, Al, Fe) protegiendo a los fosfatos cargados negativamente de formar enlaces con estos iones, manteniendo el fósforo del fertilizante más tiempo accesible para las plantas. El efecto de estabilización de Verdesian Avail® se observa tanto en suelos ácidos como calcáreos y aumenta la proporción de formas relativamente más solubles de fosfatos en la solución del suelo.

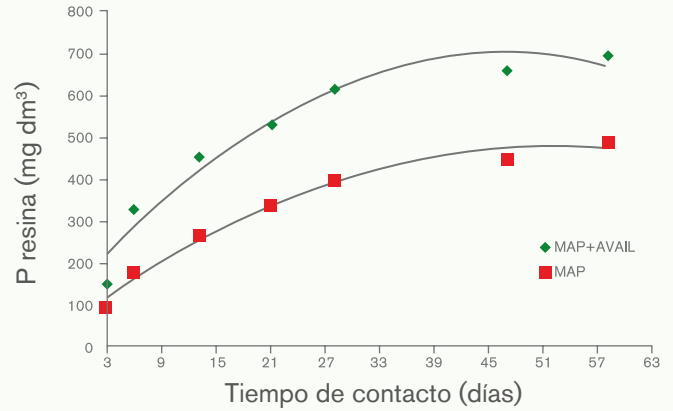


Aumento en la disponibilidad de fósforo



Fuentes de fertilización con fósforo
 Estudio en invernáculo con plantas de maíz
 UNIPAM – Prof. Carlos H. E de Souza

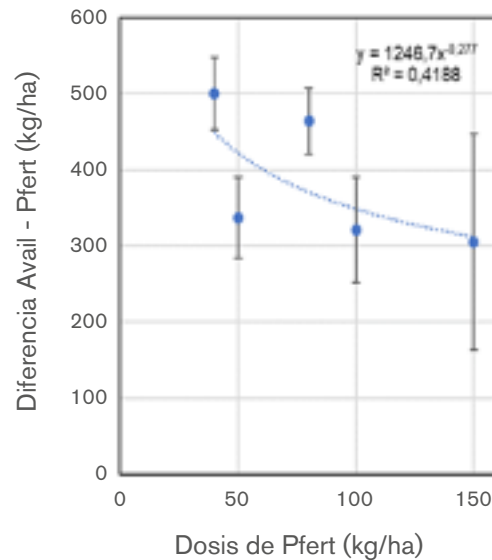
Aumento en los niveles extractables de fósforo



Fuentes de fertilización con fósforo
 Estudio en invernáculo con plantas de maíz
 UNIPAM – Prof. Carlos H. E de Souza

Estudio en invernáculo con plantas de maíz

UNIPAM – Prof. Carlos H. E de Souza



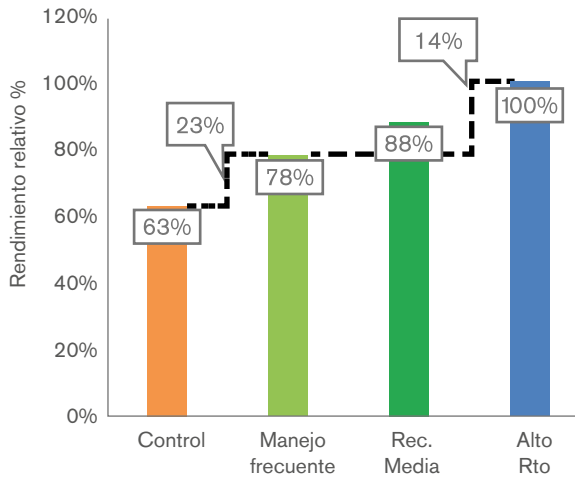
Verdesian Avail® en la producción de cereales de invierno.

En la región pampeana, la producción de trigo está limitada por la disponibilidad e incorporación de nutrientes y las brechas (diferencias) de producción que observamos entre planteos productivos son parcialmente explicados por los variados modelos de manejo de fertilización instalados.

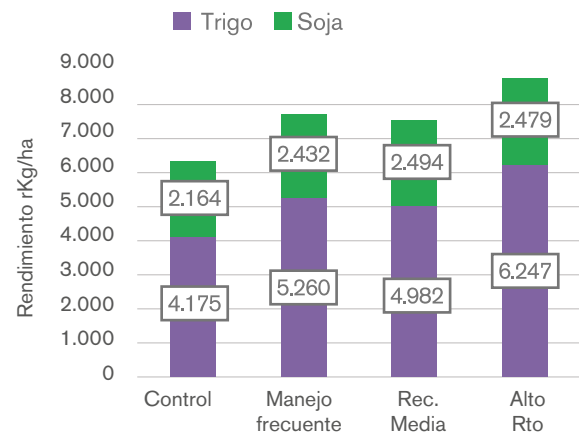
Resultados de la red comparativa de estrategias de fertilización desarrollada por Fertilizar AC junto con investigadores de INTA y universidades muestra que al mejorar las estrategias de fertilización del trigo aumentan los rendimientos con cambios de entre el 8 y el 17%. Estas mejoras repercuten para mejor en la producción de soja de segunda. Entre las pautas de manejo de la fertilización que acompañan estas mejoras se describe la aplicación de dosis de fertilización con fósforo mayores a las frecuentemente aplicadas.

¿Cómo establecer pautas de manejo eficiente de nutrientes?

Trigo, 5 campañas, 8 ensayos, 4 sitios



Fertilizar AC: 3 campañas, 2 sitios, 3 ensayos



En la formación de las estructuras reproductivas, la oportuna y suficiente incorporación de nutrientes es un elemento clave a considerar para su manejo. En el caso del fósforo, sus aportes se distribuyen durante todo el ciclo de crecimiento activo de los cultivos, pero al fertilizar la accesibilidad (disolución y localización) de los sitios de concentración del nutriente son críticos para lograr una alta eficiencia de uso del nutriente. En el caso de trigo, son frecuentes los procesos de transformaciones durante la disolución de los gránulos de fertilizantes fosfatados por lo que su acondicionamiento con polímeros contribuye a mejorar su accesibilidad a la solución e incorporación en las plantas.

Evaluaciones en 18 casos de producción en ambientes trigueros argentinos mostraron que al fertilizar con fosfato diamónico acondicionado con **Verdesian Avail®** la producción de granos aumentó consistentemente alcanzando en promedio 5,8% de incremento de los rendimientos, equivalentes a 250 kg/ha de aumento. Estos resultados validan lo descrito en análisis globales considerando principalmente otras regiones de producción de cereales de invierno y que se explican por una mayor disponibilidad del fósforo aportado al fertilizar con fosfato diamónico acondicionado con **Verdesian Avail®**.

RENDIMIENTO (kg/ha)

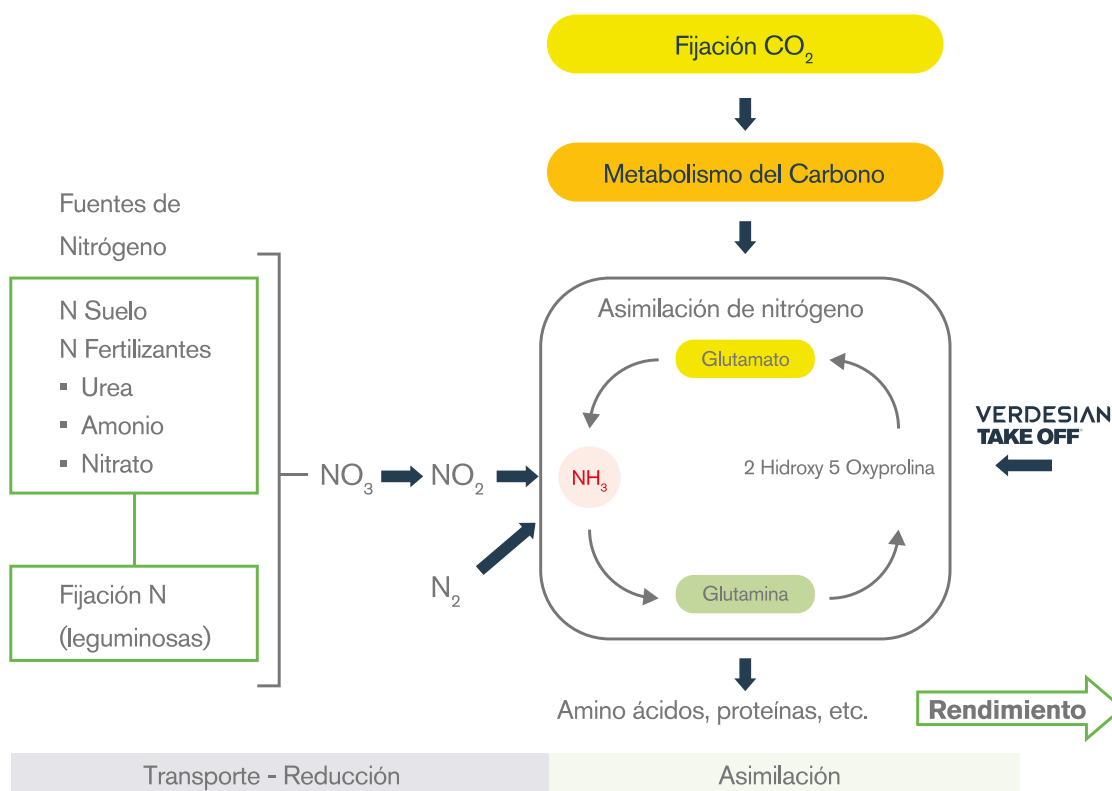
Casos	Control	+ Avail	Incremento	Rta.	Positivos
18	4540	4790	250 $p(x)$	5,8% 0,00	100%

4. ESTIMULACIÓN DE CICLOS METABÓLICOS MEJORANDO LA ASIMILACIÓN DEL NITRÓGENO Y EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS

El crecimiento (y desarrollo) de las plantas depende de la asimilación coordinada del carbono (provisto desde la atmósfera) y de nitrógeno incorporado en las plantas desde el suelo o proveniente de la fijación biológica en la simbiosis entre rizobios y leguminosas. Sin embargo, como las plantas se desarrollan normalmente en condiciones con abundancia de carbono, pero limitados en nitrógeno, es el proceso de incorporación de este último elemento el que frecuentemente regula la fijación del carbono y el crecimiento. La asimilación del nitrógeno se alcanza con la formación de compuestos orgánicos tales como los aminoácidos a partir de compuestos inorgánicos (ej. nitratos). Este proceso ocurre a través de la ruta bioquímica del glutamato por lo que mientras la disponibilidad del nitrógeno controla la fijación del carbono, la asimilación del nitrógeno es afectada por la disponibilidad de compuestos carbonados. La glutamina sintetasa es un punto regulatorio primario en el metabolismo del nitrógeno al catalizar la condensación del glutamato y el amoníaco para formar glutamina. En la coordinación (señalización) de los procesos de asimilación del

carbono y del nitrógeno se encuentra un metabolito producto de un ciclo fugaz (fútil), el 2 oxoglutarato (2-Hidroxi-5-Oxiprolina). Estudios de su aplicación en plántulas de avena muestran que al aumentar la concentración de este compuesto se incrementan tanto la tasa de fijación del carbono como la de asimilación del nitrógeno resultando en mejor crecimiento de las plantas.

Investigaciones desarrolladas en el Laboratorio Nacional "Los Alamos" (Universidad de California y de Maine) descubrieron y patentaron un compuesto análogo al 2-oxoglutarato que mejora el crecimiento de las plantas. Esta tecnología patentada es conocida como **Verdesian Take Off**[®]. Su aplicación estimula la asimilación del nitrógeno (mayor formación de aminoácidos) e incrementa el metabolismo del carbono, que en las plantas mejora las tasas de crecimiento y de acumulación de biomasa, la asimilación del nitrógeno, la fijación del CO₂, la nodulación y la fijación de nitrógeno en las leguminosas.



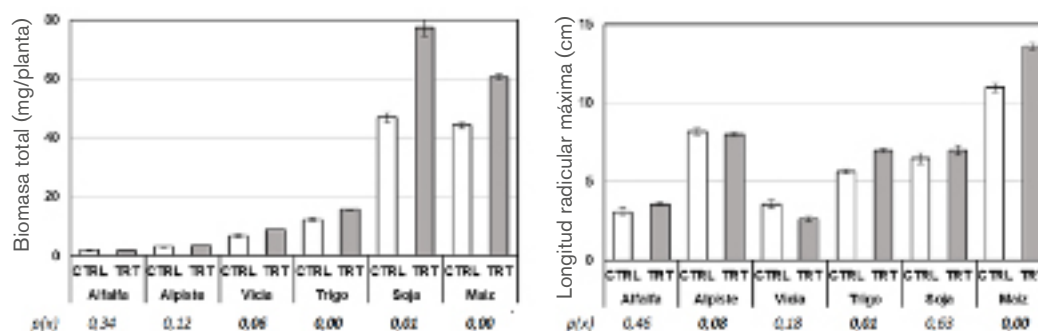
La tecnología **Verdesian Take Off**[®] tiene formulaciones para tratamientos de semillas (**Verdesian Take Off TS**[®] para gramíneas y otros cultivos y **Verdesian Take Off LS**[®] para leguminosas y también para aplicaciones foliares la familia **Verdesian Take Off LS**[®], con la molécula en forma individual o junto a nutrientes o un blend de ellos para ser aplicada durante estadios vegetativos de las plantas.

Las formulaciones para tratamiento de semillas, al ser una formulación soluble en agua ingresa en las semillas en su imbibición durante la germinación. Así es como el metabolito activo de **Verdesian Take Off**[®] actúa dentro de la semilla mejorando la eficiencia en uso del nitrógeno de reserva por las plántulas durante su desarrollo. De su aplicación se describe la anticipación de la germinación y formación de biomasa tanto de raíces como de la parte aérea durante la implantación tanto de cereales (ej. cebada, trigo, maíz) como de leguminosas (ej. porotos).

Estudios desarrollados en condiciones controladas de cámara de crecimiento en la facultad de agronomía de la UNLPam muestran que el tratamiento con esta molécula, estimula durante la germinación el crecimiento total y la longitud máxima de radículas en especies con semillas medianas y grandes.

Tratamiento de semillas con PGA. Biomasa seca de las plántulas y longitud máxima radicular

(Promedio de 3 dosis)



En las aplicaciones foliares, la formulación líquida de **Verdesian Take Off LS**[®] es posible su mezcla de tanque con otros productos (ej. herbicidas, fungicidas, micronutrientes, etc.)¹. Independientemente del tipo de metabolismo del carbono (especies C3 o C4), su aplicación estimula a las plantas a fijar el C (fotosíntesis) poniendo en movimiento una cascada cíclica de eventos que mejora la incorporación del nitrógeno. Hay mayor crecimiento aéreo y de raíces con aumentos en la materia seca fundamentalmente en forma de reservas de almidón en las hojas, en la formación de proteínas y en la concentración de clorofila. Su uso es recomendado durante estadios vegetativos de v4 hasta inicio de etapas reproductivas (panojamiento a R1 en maíz y floración a R3 en soja). En la formación de los componentes del rendimiento de cultivos de cosecha lograr altas tasas de crecimiento (acumulación diaria de materia seca) contribuye a mayores componentes del rendimiento (número y tamaño de granos).

Este compuesto, análogo funcional de un metabolito simple (2-oxoglutamato) intermedio en la condensación del glutamato, coordina los metabolismos endógenos del carbono y del nitrógeno en las plantas. Al no alterar la morfología de estas no muestra actividades de promoción del crecimiento. Al aumentar su concentración dentro de las células se observa mayor estimulación de la fotosíntesis y asimilación y utilización del nitrógeno resultando en una mayor eficiencia de uso de este elemento. Además, en su forma libre en las células tendría un rol análogo o de reserva de glutamato y otras funciones tales como la protección osmótica. Sus aportes se han descrito en más de 45 especies de plantas.

¹ Siempre es conveniente que antes de su uso observe la compatibilidad en las mezclas a aplicar.

Tratamientos de semillas Verdesian mejoran la producción de cultivos de Arveja.

1 Verdesian Take Off® en el tratamiento de semillas de arvejas.

La arveja es una planta de la familia de las leguminosas por lo que sus altos requerimientos de nitrógeno para crecer y producir granos son incorporados por el proceso de fijación biológica en simbiosis con rizobios. En las condiciones de producción argentinas es clave el adecuado manejo de la inoculación para aportar cepas infectivas y efectivas tal que se alcance satisfactoriamente este proceso. Además, conocemos que la cantidad de nitrógeno que se incorporan en las leguminosas responde a la disponibilidad de energía (fotosintatos fijados al crecer) por lo que la estimulación del crecimiento repercute directamente en mejores condiciones para el abastecimiento nitrogenado de estas plantas.

Durante la última campaña, al evaluar en 3 condiciones representativas de producción de arveja en el área núcleo argentina se observó que la formulación de incorporando el tratamiento de semillas con el metabolito **Verdesian Take Off TS®** junto al inoculante **Verdesian N Take®** mejoró la implantación y la formación de nódulos resultando en una consistente mejora del vigor agronómico de los cultivos.

ARVEJA. Tratamiento de semillas con inoculantes y bioestimulantes Argentina 2019

Indices relativos al máximo del sitio (%)

Plantas				
Tratamiento	Bigand	Pergam.	Pergam._P	Prom.
Control	100	89	78	89
Verdesian N Take TakeOff TS	97	100	100	99
Nódulos				
Tratamiento	Bigand	Pergam.	Pergam._P	Prom.
Control	82	67	50	66
Verdesian N Take TakeOff TS	88	100	75	88
Vigor				
Tratamiento	Bigand	Pergam.	Pergam._P	Prom.
Control	94	86	73	84
Verdesian N Take TakeOff TS	100	100	98	99

If=Inoc. + Fung.

La mejora en la condición de implantación, crecimiento inicial y nodulación se relacionó con la formación de una mayor cantidad de granos y aumentos en los rendimientos de entre 6 y casi 30% con respecto al control sin aplicación del tratamiento de semillas con este bioestimulante.

Indices relativos al máximo del sitio (%)

Número de granos

Tratamiento	Bigand	Pergam.	Pergam._P	Prom.
Control	94	58	69	74
Verdesian N Take TakeOff TS	100	98	98	99

Peso de granos

Tratamiento	Bigand	Pergam.	Pergam._P	Prom.
Control	100	100	100	100
Verdesian N Take TakeOff TS	100	98	96	98

Rendimiento

Tratamiento	Bigand	Pergam.	Pergam._P	Prom.
Control	94	60	71	75
Verdesian N Take TakeOff TS	100	99	98	99

If=Inoc. + Fung.

2

Verdesian Take Off ST® y Verdesian Tuxedo® en el tratamiento de semillas de cereales de invierno

En la producción de trigo es importante lograr una alta formación de granos, principalmente durante estadios de crecimiento vegetativo en el macollaje y que ocurre en respuesta directa a condiciones no limitadas del crecimiento. Para lograr tal propósito los cultivos tienen que acceder a condiciones no limitantes de recursos tales como el agua y la eficiente incorporación de nutrientes.

En gran parte de la región pampeana se recomienda la aplicación de zinc dado que es creciente la frecuencia de suelos con niveles extractables insuficientes para la normal producción de cereales. Esta situación se intensifica ante la aplicación de altas dosis de fertilizantes fosfatados concentrados en proximidad de las raíces, durante etapas de crecimiento lento (suelos fríos y húmedos) y al disminuir los contenidos de materia orgánica de los suelos. El zinc es un elemento clave para la formación y la actividad de enzimas y proteínas, en la producción de hormonas y en el alargamiento de tallos y entrenudos.

En las últimas campañas se han evaluado diferentes alternativas para la aplicación de zinc para la producción de trigo. Entre estas se observó la factibilidad a través del tratamiento de semillas alcanzando contribuciones similares a las descritas por aplicaciones al suelo combinadas con fertilizantes o foliares durante estadios vegetativos del desarrollo del cultivo.

En condiciones controladas de crecimiento en cámara (estudio desarrollado en la UNLPam) se observó una mayores tasas de germinación evidenciada por mayor porcentaje de radículas emergidas a las 24 hs de iniciado el estudio de germinación y mejor crecimiento inicial de las plántulas tanto por aumento en el peso seco como en la longitud de las radículas.

Germinación de semillas tratadas con Verdesian Take Off®

Informe de resultados 11.11.19

Coordinadora: Ing. Agr. María Eugenia Gallace



Germinación 24h (%)

CTRL	Take Off	Dif.
93	96	3%

EG (%) según ISTA

CTRL	Take Off	Dif.
100	100	-1%

PG (%) según ISTA

CTRL	Take Off	Dif.
100	100	0%

En condiciones controladas de cámara de crecimiento. Con el tratamiento de semillas TakeOff ST (bioestimulante),

PS aéreo (mg)

CTRL	Take Off	Dif.
158	202	28%

PS Raíz (mg)

CTRL	Take Off	Dif.
149	180	21%

PS Total (mg)

CTRL	Take Off	Dif.
307	382	24%

Longitud de raíces (cm)

CTRL	Take Off	Dif.
5.66	7	18%

▪ Mayor tasa de germinación (24hs)

▪ mejoras en el crecimiento inicial de trigo (peso seco y longitud de raíces)

En condiciones de producción a campo y durante la campaña 2019, se evaluó el aporte al crecimiento y producción de cereales de invierno de un tratamiento de semillas con zinc (Verdesian Tuxedo®) en aplicación independiente o combinada con el bioestimulante PGA (Verdesian Take Off ST®). En promedio de sitios representativos del área núcleo triguera se observaron mejoras en la implantación, en el crecimiento inicial y los rendimientos tanto de trigo como de cebada. En promedio, la aplicación de estos tratamientos de semillas combinando microelementos y biestimulantes mostró contribuciones de hasta el 11% y el 14% de mejora en los rendimientos de trigo y de cebada, respectivamente.

TRIGO. Tratamiento de semillas con bioestimulantes y micronutrientes. Argentina 2019 (promedio de 5 sitios, SEB-CNBA)

Sitios: Chacabuco, Junin, San Manuel, Tandil, Blgand

Tratamiento	Plantas /m2	Vigor (índice)	Altura (cm/planta)	Macollos /planta	Macollos /m2	Rendimiento (kg/ha)	Rto. Relativo
Control	308	3,0	59	2,5	707	4826 c	89
TakeOff ST	316	3,7	58	3,3	952	5118 b	94
Tuxedo ST	314	3,8	58	3,0	842	5207 b	96
TakeOff ST + Tuxedo	313	4,3	59	3,2	910	5419 a	100

CEBADA. Tratamiento de semillas con bioestimulantes y micronutrientes. Argentina 2019 (promedio de 2 sitios, SEB)

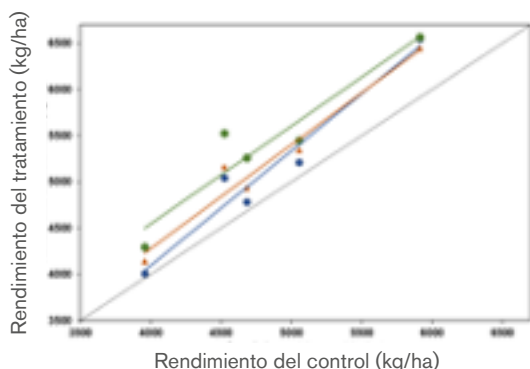
Tratamiento	Plantas /m2	Vigor 213	Vigor 232	NDVI	Rto (kg/ha)	Rto
Control	352	3,0	3,0	0,76	5371	100
TakeOff ST	356	4,0	3,8	0,77	6006	112
Tuxedo ST	353	3,7	3,5	0,76	5879	109
TakeOff ST + Tuxedo	352	4,2	4,5	0,77	6121	114

La presencia de **Verdesian Take Off ST®** en la formulación aplicada mejoró la implantación y la capacidad de crecimiento temprano (vigor aéreo, tasa de macollaje y formación de macollos) del trigo con aportes crecientes al aumentar la productividad de los sitios de cultivo. Al incluir **Verdesian Tuxedo®** (formulación conteniendo Zn) se incrementó la consistencia de estas observaciones logrando mayores rendimientos.

En la nutrición con zinc se combinan la concentración de este elemento en el suelo y la accesibilidad por las raíces directamente ligado a su actividad y crecimiento. Es así como la combinación de la aplicación del tratamiento de semillas con este elemento y el metabolito estimulante del crecimiento PGA mostró consistentes mejoras en los rendimientos de trigo y de cebada.

**TRIGO. Tratamiento de semillas con bioestimulantes y micronutrientes.
Argentina 2019 (% sitios, SEB-CNBA)**

- Sitios:
- Chacabuco
 - Junín
 - San Manuel
 - Tandil
 - Bigand



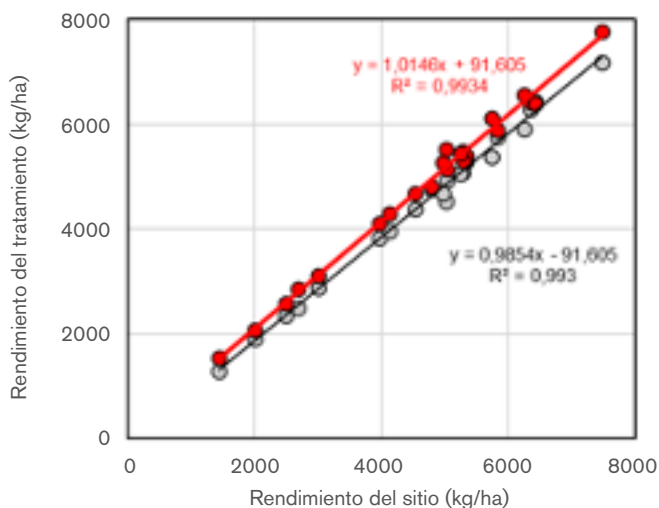
Con TakeOff ST (bioestimulante) y Tuxedo (micronutrientes) se alcanzan los mayores rendimientos independientemente de la producción del control sin tratar.

- TakeOff ST
- ▲ Tuxedo
- TakeOff ST + Tuxedo

Al evaluar los efectos del tratamiento de semillas de trigo con **Verdesian Tuxedo®** y **Verdesian Take Off®** en 22 casos bajo diferentes condiciones de producción y 2 campañas de cultivo se observaron consistentes mejoras de los rendimientos (90% de casos positivos). El aumento promedio de rendimientos fue del 8% equivalentes a incrementos de 321 kg/ha.

RENDIMIENTO (kg/ha)

Casos	Control	+ TTO	Incremento	Rta.	Positivos
22	4533	4853	321	8,0%	90,0%
			$p(x)$	0,00	



5. PROMOTORES BIOLÓGICOS DEL CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE CULTIVOS

En los suelos, y en especial acompañando al crecimiento de las raíces, encontramos muchos microorganismos que naturalmente contribuyen – entre otros procesos – a la nutrición de las plantas. La microbiología de los suelos aplicada a la producción y en particular en relación con el crecimiento y nutrición de las plantas ha sido y continúa siendo un centro de atención no solo para el estudio de estos procesos naturales sino para el desarrollo de soluciones agronómicas resultantes de su incorporación en sistemas productivos. Al incorporar estos microorganismos en los sistemas de producción se logra mejorar la colonización (cobertura) de las raíces de los cultivos con especies benéficas anticipando así ocurrencia de los procesos en los que participan y en consecuencia las mejoras en crecimiento y nutrición de las plantas. El resultado industrial de estos desarrollos se canaliza a través de productos conocidos como bioinsumos. Estos son formulados conteniendo microorganismos benéficos o compuestos producidos por estos que, al ser aplicados a las plantas, estimulan procesos naturales mejorando la tolerancia a estreses abióticos y la eficiencia de uso de nutrientes entre otros recursos productivos.

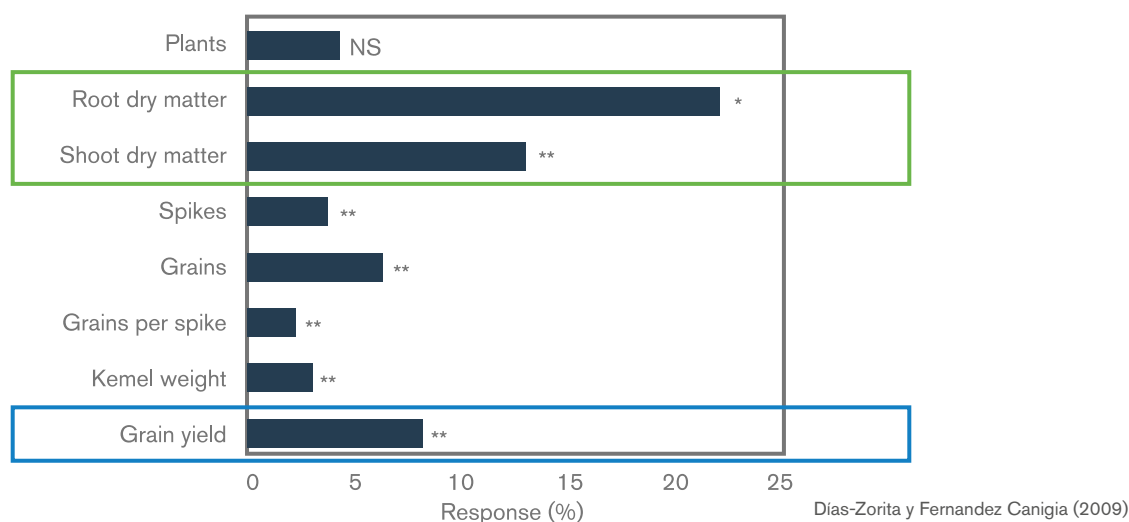
Algunos lo hacen en forma directa incorporando nutrientes como es el caso de la fijación del nitrógeno del aire por rizobios que se ubican en nódulos de raíces de leguminosas tales como arveja, alfalfa, maní y soja. En el caso de soja, un estudio reciente del INTA y universidades muestra que en Argentina algo más del 50% de la nutrición nitrogenada de la soja depende de este proceso biológico. Otros microbios, como se ha descrito con los promotores biológicos del crecimiento

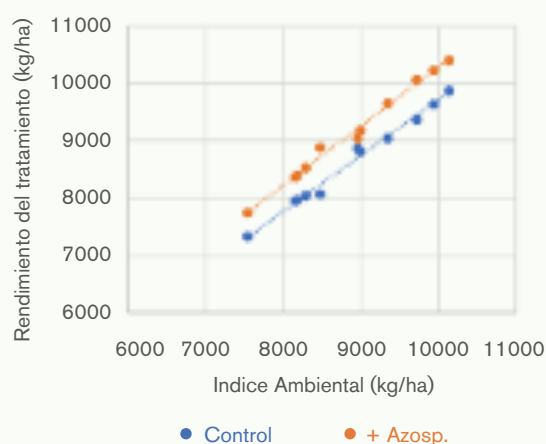
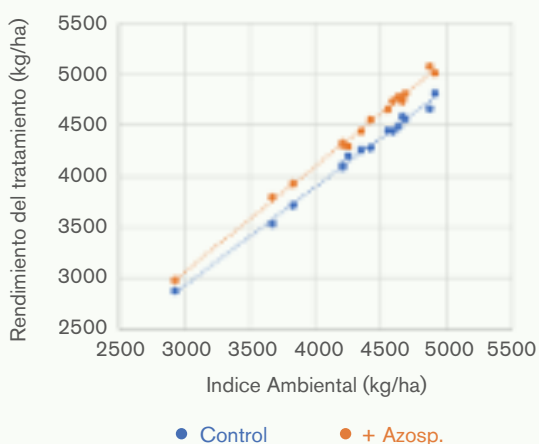
entre los que se encuentran los azospirilos, ayudan mejorando el crecimiento de las raíces y así aumenta la exploración del suelo y la captura de nutrientes.

Azospirillum sp. es uno de los géneros de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal más estudiados y coloniza cientos de especies de plantas. Si bien son abundantes los registros de mejoras en productividad de cultivos, principalmente ante condiciones de estrés ambiental, su inclusión en los sistemas agrícolas modernos es aún limitado. Son varios los modos de acción de esta bacteria en relación con las plantas por lo que los efectos de su inoculación se explican mayormente por efectos aditivos y selectivos no únicos en interacción con las condiciones de crecimiento de las plantas.

Las respuestas a la inoculación con *Azospirillum sp.* que se describen con mayor frecuencia reflejan aumentos en durante el desarrollo temprano de los cultivos con mayor crecimiento de las raíces (biomasa y extensión) conduciendo a mayor eficiencia en la captación y transformación de recursos (ej, nutriente, agua). En presencia de condiciones estresantes iniciales (i.e. limitada disponibilidad de nutrientes, escasas precipitaciones, etc.) la magnitud y frecuencia de estos beneficios, es mayor. En general, los aportes de incorporar formulaciones conteniendo *Azospirillum sp.* contribuyen con muy alta frecuencia a mejorar la implantación de cereales de siembra invernal en la Argentina evidenciando mayor producción de biomasa aérea en macollaje (respuestas medias del 13 al 18 %) y en menor frecuencia y magnitud sobre los rendimientos.

TRIGO. Respuesta a la inoculación con *Azospirillum brasilense* (Argentina, n=297)





Evaluación extensiva de la producción de trigo (617 casos, 15 años) y de maíz (249 casos, 11 años) con la aplicación de tratamientos de semillas con *Azospirillum sp.* en Argentina. Adaptado de Díaz-Zorita (2019). JOBMAS

Un estudio reciente de recopilación de evaluaciones en condiciones extensivas de producción argentinas sobre 617 cultivos de trigo y 15 campañas muestra que la inoculación con *Azospirillum sp.* en mejora 6% el rendimiento. Similar es la respuesta (6.3%) observada en el caso de su aplicación para la producción de maíz evaluada sobre 249 casos y 11 años de evaluación. La variabilidad en las respuestas, en cada cultivo, mayormente de interacciones entre el crecimiento inicial

y las condiciones de formación del rendimiento.

Durante la campaña 2020 se analizó la producción de trigo sobre 4 casos ubicados en la región semiárida pampeana según la aplicación del tratamiento de semillas con *Azospirillum brasilense* **Verdesian Accolade®**. En todos los sitios se describieron mejoras en los rendimientos de entre 3,8 y 12,3% sobre el control sin la aplicación de este tratamiento de semillas equivalentes en promedio a 191 kg/ha de aumento en la producción. Estos resultados validan la efectividad de la formulación **Verdesian Accolade®** como mejorador biológico del crecimiento de plantas al incorporar *Azospirillum brasilense* junto con las semillas al sembrar.

RENDIMIENTO (kg/ha)

Caso	Control	Tratado	Dif. kg/ha	Rta. %	p(x)
4	2403	2595	191	7,7	0,03

En síntesis, la nutrición de las plantas en condiciones naturales muestra estrecha relación con procesos regulados por microorganismos de los suelos. Al inocular, se incorporan algunos de estos microbios seleccionados promoviendo al mejor crecimiento, nutrición y producción de los cultivos y así mejorando la eficiencia de incorporación y uso de nutrientes.



VERDESIAN

www.verdesian.com.ar