

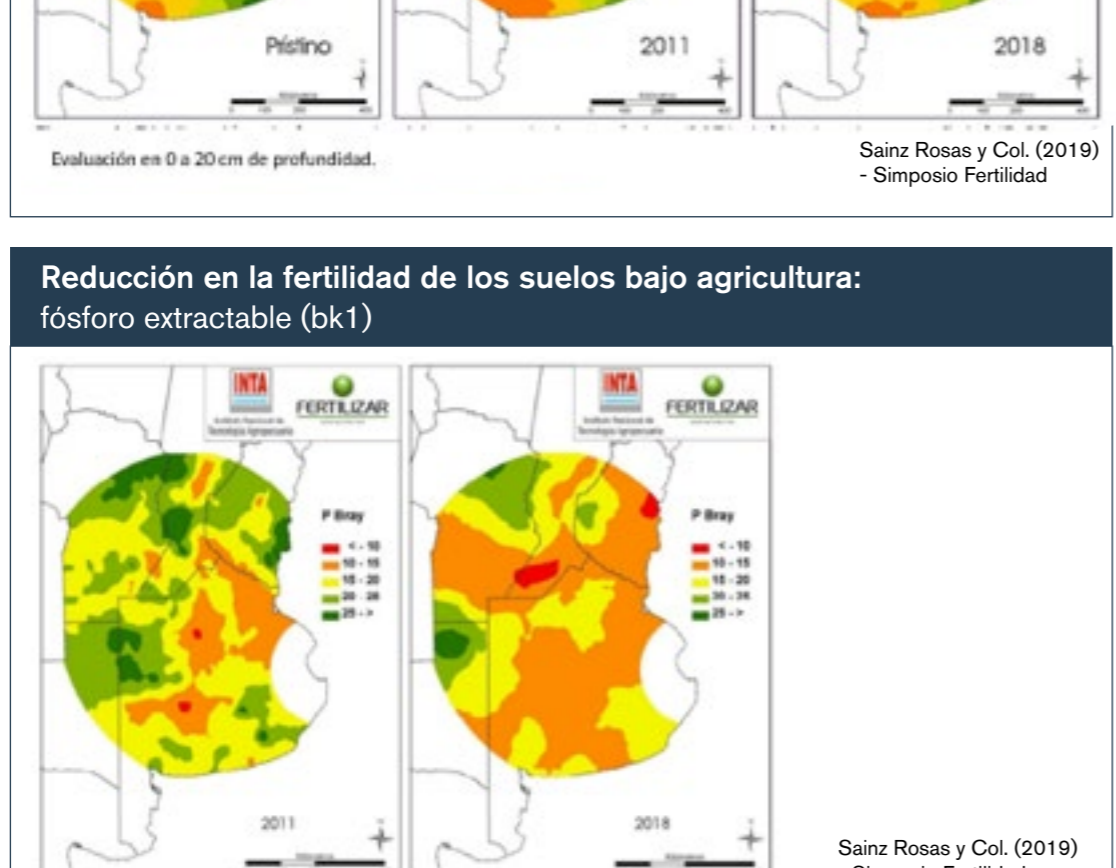
# Actualización técnica

## RESULTADO DE ENSAYOS

### 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. Nitrogeno, azufre) y otros elementos tales como el fósforo, el zinc y los cationes intercambiables. La decreciente concentración de calcio y de potasio se relaciona con aumentos en la acidificación superficial de los suelos y además del mantenimiento de altos niveles extractables de hierro y de manganeso.

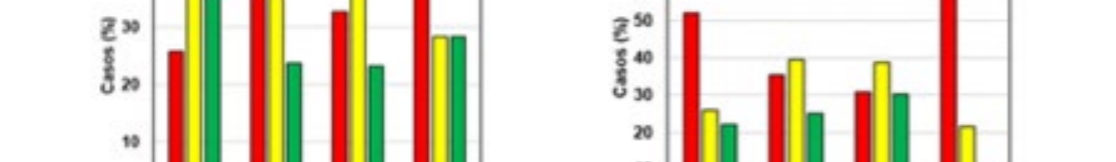
Un estudio reciente desarrollado por Fertilizer AC y coordinado por el INTA muestra que estos cambios se observan no solo al comparar la situación original de los suelos con la actual sino esta última, realizada en el 2018, con la del relevamiento equivalente del 2011.



Las limitaciones de fósforo son muy frecuentes. En más del 65% de los suelos agrícolas se esperan mejoras en los rendimientos al fertilizar. Similar es el caso del zinc que, dependiendo de la región, la frecuencia de situaciones insuficientes para la normal producción de cultivos es mayor al 30%. En ambos casos, es crítico el diagnóstico utilizando análisis de suelos y acompañando su interpretación con la aplicación de fuentes de fertilización con estos elementos.

**FÓSFORO extractable (Bray Kurtz 1):** distribución de sitios según rangos de concentración.

**Zinc extractable (DTPA):** distribución de sitios según rangos de concentración.



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

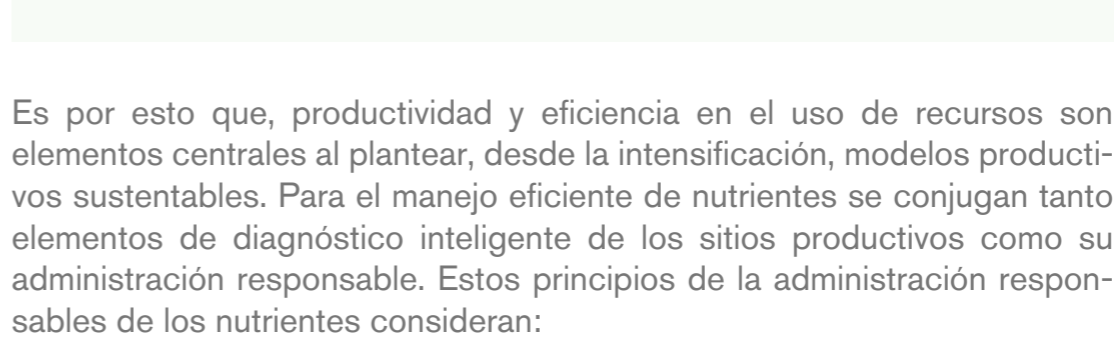
Además, estudios comparativos de estrategias de manejo de la nutrición de secuencias con estos cultivos muestran que esta brecha de rendimientos es casi del 20%. La insuficiente oferta de nitrógeno y fósforo, junto con el uso de otros elementos como el azufre y algunos micronutrientes, acordes a expectativas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

Fertilizer AC (2019)

### La estrategia de fertilización limita la producción



Es por esto que, 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. Estos principios de la administración responsables de los nutrientes consisten en:

- ✓ el uso de **dosís 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 y
- ✓ la aplicación de la **fente correcta** de fertilizante.



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 estableciendo 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 implementando estrategias de **fertilización balanceada o plantando de las plantas.**

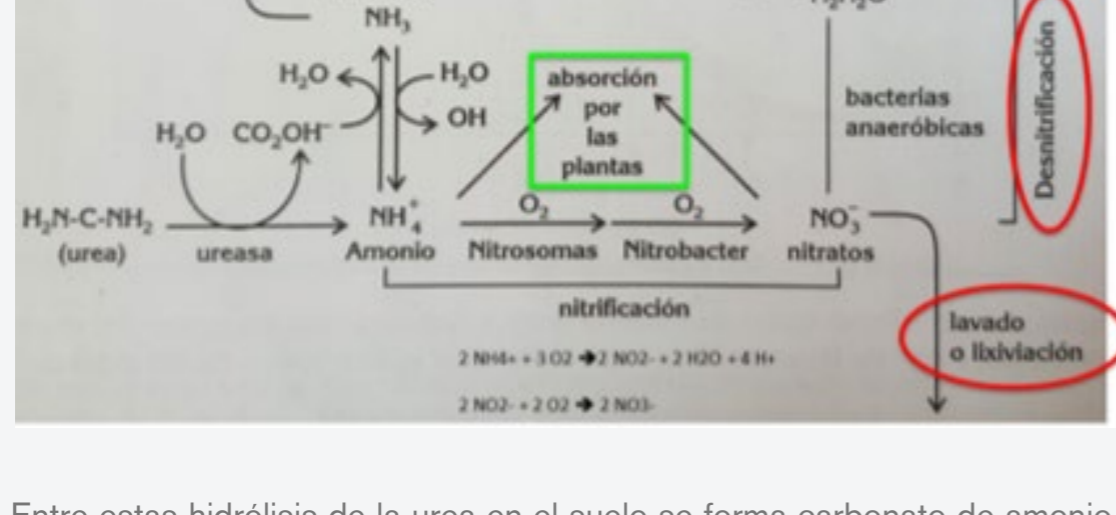
### Verdesian Nue Charge G®: Uso eficiente de la fertilización nitrogenada.

El nitrógeno es un elemento con activa contribución al crecimiento de las plantas al regular 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 es muestra su alta movilidad por lo que 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) para definir las dosis a aplicar según las expectativas productivas de los cultivos.

La urea es uno de los fertilizantes nitrogenados más utilizados, 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.

### Transformaciones del nitrógeno a partir de la urea



Entre estas hidrólisis de la urea en el suelo se 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 y 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.

Los fertilizantes modernos presentan mejoras para superar estas limitaciones al incorporar compuestos que mejoran la eficiencia de aprovechamiento del nitrógeno aplicado como urea.

**Verdesian Nue Charge G®** es la última de estas innovaciones que actúa sobre las tres formas de pérdida de nitrógeno. Es una sal poliacética del tetra-polímero maleico-tacónico-sulfato-sulfonil sulfonato, soluble en agua, con muy alta densidad de cargas (aprox. 1800 meq/100g) con baja dosis de uso con el fertilizante (2 l/tn). Este polímero forma un microambiente de protección alrededor del fertilizante 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 protegiendo 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

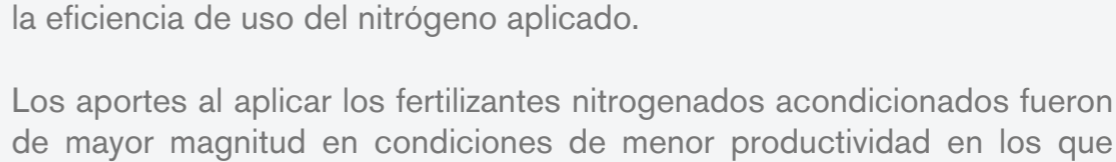
al utilizar otros estabilizadores de urea. Se cuantificó la extracción parcial de iones de Nickel, elemento ligado a la regulación de la actividad de la ureasa. También se describieron menores transformaciones del amonio a nitratos indicando reducción en la actividad de nitrificación y mayor conservación 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.



En la región templada de Argentina, resultados de 31 ensayos en maíz mostraron alta consistencia (>73 % de casos con respuestas) en mejorar la eficiencia de uso del nitrógeno al usar fertilizantes con urea estabilizados con **Verdesian Nue Charge G®**. En el caso de aplicaciones de urea establecida la eficiencia de uso del nitrógeno pasó de 25 a 36 kg de grano por cada kg de nitrógeno aplicado. Al aplicar **Verdesian Nue Charge G®** en fuentes líquidas con urea (UAN) también se incremento en más del 25% la eficiencia de uso del nitrógeno aplicado.

Los aportes al aplicar los fertilizantes nitrogenados acondicionados fueron de mayor magnitud en condiciones de menor productividad en los que serían más frecuentes las condiciones de estrés que conducen a ineficiencias en la disponibilidad e incorporación del nitrógeno en las plantas.

### MAÍZ. Acondicionado de fertilizantes nitrogenados con Nue Charge. Rendimientos. Argentina (2 campañas)



En regiones subtropicales y tropicales de Paraguay y de Brasil los resultados sobre la producción de maíz muestran mayores aportes y consistencia. Por ejemplo, un estudio en La Paz (Paraguay) mostró que al aplicar 150 kg/ha de urea establecida la eficiencia de uso del nitrógeno aplicado se duplicó pasando de 11,9 a 22,6 kg de grano/kg de N práctico. Resultados de 9 evaluaciones en Brasil describieron mayores rendimientos medios (17 % de mejora, equivalentes a 1284 kg/ha) con 100% de casos con respuestas positivas a la estabilización de urea con el polímero **Verdesian Nue Charge G®**.

En síntesis, al acondicionar urea con el polímero **Verdesian Nue Charge G®** se protege la transformación del fertilizante en nitrógeno asimilable para la planta. El polímero tiene extendida acción de protección de solubilización de la urea limitando la volatilización del nitrógeno y reduce la tasa de formación de nitratos y así posibles pérdidas por lavado y desnitrificación. En los cultivos al aumentar las posibilidades de incorporación del nitrógeno se observa mayor producción de granos por unidad de nitrógeno aplicada.

### Verdesian Avail T5®: Uso eficiente de la 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 (orgánica), 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 carga 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.

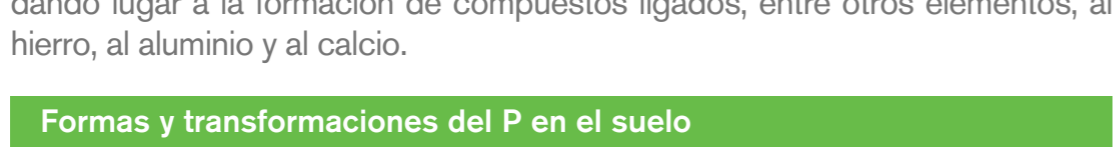
### Formas y transformaciones del P en el suelo



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 rangos de pH.

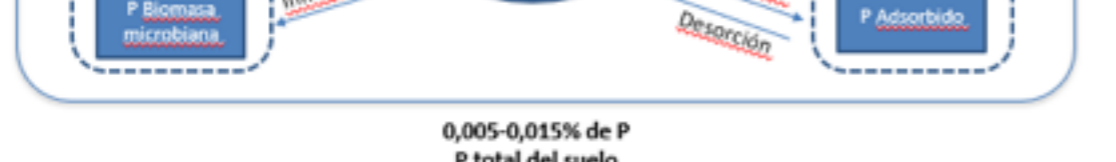
Al fertilizar, y alrededor de un granulo de fertilizante fosfatado ocurren diversos procesos químicos que dependiendo de la condición de disponibilidad (formas químicas, pH) de otros elementos (Fe, Al, Mn, Ca, etc.) conducen a la formación de precipitados de baja solubilidad. Dependiendo del pH de la 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 fósforo 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

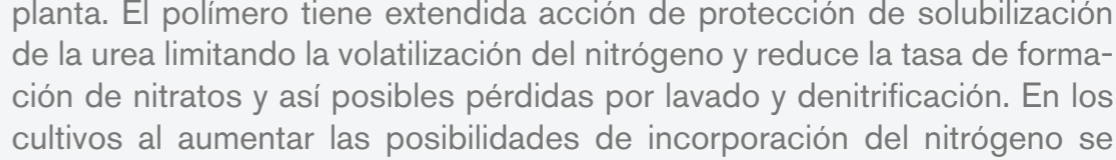


**Verdesian Avail T5®** es un producto resultado del desarrollo e investigación, para tratar de fertilizantes en base a fósforo, cuya su función es colaborar a aumentar la disponibilidad del mismo al momento de la aplicación.

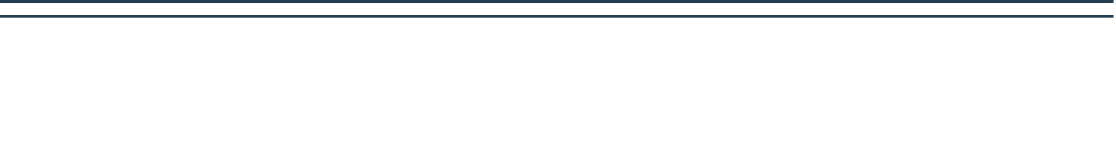
**Verdesian Avail T5®** es una sal amoniacal o densidad de copolímeros maleico-tacónico soluble en agua con muy alta densidad de cargas (~1800 meq/100 g) para su aplicación con fertilizantes con fósforo en baja dosis de uso (2 l/tn). Como resultado de su presencia en la "zona del fertilizante" (solución saturada durante la disolución del granulo de fosfato) 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 T5® 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



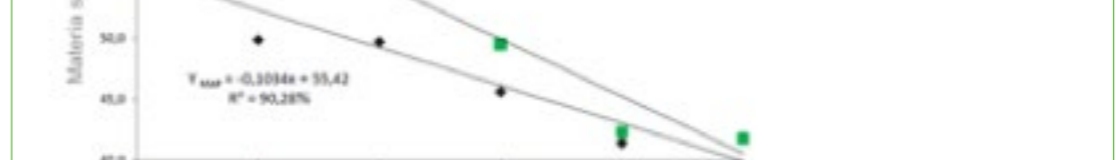
### Aumento en los niveles extractables de fósforo



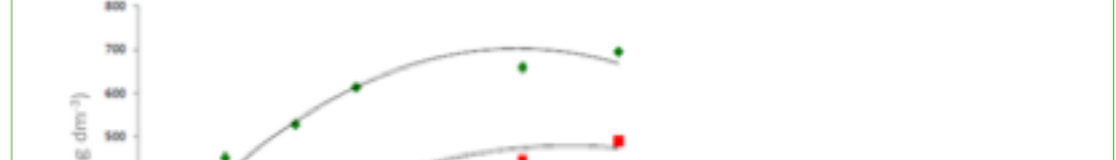
Resultados del análisis múltiple (meta-análisis) de 503 casos, en diferentes cultivos mayormente del hemisferio norte, muestran mejoras medias del 4,5 % al aplicar fertilizantes fosforados estabilizados con **Verdesian Avail T5®** en suelos con ligera acidez y en condiciones de clara respuesta a la fertilización con este elemento.

En Argentina, el análisis de 24 comparaciones de fertilización con fosfato monoamónico en maíz, se observó mejoras en los rendimientos en 71 % de los casos aportando en promedio mejoras del 3,3 % (equivalentes a 341 kg/ha). La aplicación de Avail T5® permitió alcanzar los máximos rendimientos de los cultivos reduciendo la dosis de fertilización fosfatada incrementando la eficiencia media de aportes del fósforo de 53 a 73 kg de grano por kg de fertilizante aplicado. Las mayores diferencias de acondicionar los fertilizantes fosforados con Avail se observaron en condiciones de aplicación con dosis de hasta 100 kg/ha.

Rendimiento (kg/ha)		EUP (kg grano/kg P)						
n	Sin fert. Control	+Avail	Rta, kg/ha	Rta, %	Control	+Avail	Positivos	
24	9884	10917	11259	341	3,3%	53	73	71%



### Maíz. Fuentes de fertilización con fósforo.



En soja, estudios desarrollados en Paraguay muestran también mayor eficiencia en el aprovechamiento del fósforo al acondicionar fertilizantes fosforados con **Verdesian Avail T5®**. En promedio de 8 sitios de evaluación, los cultivos fertilizados con fertilizantes acondicionados mostraron 185 kg/ha mas de respuestas positivas (respuestas del 4,6% con alta consistencia 83% de casos con respuestas positivas).

Rendimiento (kg/ha)		Dif.		Rta.		Efic	
Casos	Pfert	Avail	Dif.	Rta.	%	Control	+Avail
8	2789	2913	125	4,6%	88%		
		p(x)		0,006			

### EN SÍNTESIS: El acondicionamiento de fertilizantes fosforados con el polímero Verdesian Avail T5® logra extender la disponibilidad del fósforo aplicado y la incorporación de las plantas. La mejor eficiencia en nutrición se destaca en condiciones frecuentes de fertilización con aplicaciones de dosis moderadas de fertilizantes en sitios con niveles limitados en este elemento.

### Verdesian Take OFF® 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 (proviene 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 limitadas 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 incorporación 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 regulador 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 producido de un ciclo fujaz (fútil), el 2-oxoglutarato (2-Hidroxi-5-Oxoprolina). 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.

Las plantas (y todos los seres vivos) están expuestas permanentemente a condiciones del ambiente (señales externas) a las cuales se adaptan y ajustan. Las señales externas a la planta (aspecto abiótico, biótico) afectan el crecimiento y el desarrollo. Estas incluyen factores del ambiente que rodean a cada planta y también señales externas que provienen de otras plantas. Excepto la gravedad, que es constante, todos los demás factores son muy variables en cuanto a intensidad y frecuencia. Algunas de las señales ambientales, que también las llamamos estímulos, son de naturaleza química y en general generan otras señales propias de la planta (internas).

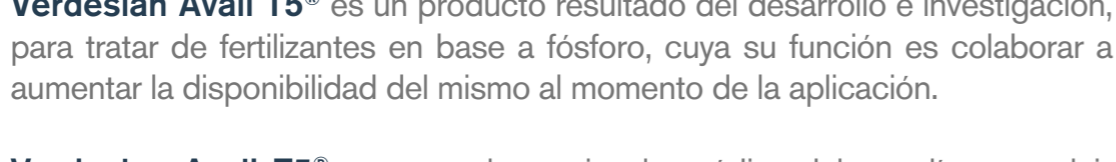
Los estimulantes del crecimiento son compuestos químicos que las células vegetales perciben (con receptores) e identifican como algo propio. Pueden contener, entre otros, hormonas vegetales (giberelinas, citoquininas, auxinas) o estar formulados a base de extractos de algas marinas, aminoácidos, descomposición de materias orgánicas (cascaras de cereales, harinas, residuos de pescado, fermentados, ácidos húmicos y fúlvicos, etc.), elementos minerales, derivados de microorganismos (bacterias, levaduras) y de procesos biotecnológicos.

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 es **Verdesian Take OFF®**, también conocida como Ultra o Prolife.

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
- ✓ aumenta la acumulación de biomasa,
- ✓ aumenta la asimilación del nitrógeno y la fijación del CO2,
- ✓ favorece mayor nodulación y la fijación de nitrógeno en las leguminosas.

Este compuesto químico análogo a un compuesto propio de las células vegetales, al aumentar su concentración (presencia) estimula la coordinación en la incorporación de nitrógeno y consecuente crecimiento de las plantas. Sus aportes se han descrito en más de 45 especies de plantas tanto con aplicaciones foliares como en inbibición de las semillas al germinar.



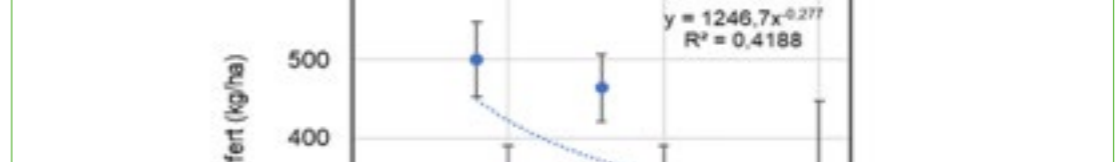
La tecnología **Verdesian Take Off®** tiene formulaciones para aplicaciones foliares **Verdesian Take-Off LS®** durante estadios vegetativos de las plantas y también para tratamientos de semillas **Verdesian Take Off TS®**.

Esta última, 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 TS®** actúa dentro de las semillas y mejora la eficiencia de uso del nitrógeno de reserva por las plántulas durante su desarrollo. De su aplicación se deriva como la parte aérea durante la implantación tanto de cereales (ej. cebada, trigo, maíz) como de leguminosas (ej. porotos).

Los resultados de un estudio en condiciones controladas mostraron cambios en la evolución de la germinación de semillas de diferente tamaño y

composición según la aplicación de PGA. La aplicación de este metabolito adelantó la aparición de la radícula en alfalfa, vicia y maíz, mejorando su energía germinativa así también su calidad intrínseca (poder germinativo). En trigo, vicia, maíz y soja al tratarlo con PGA aumentó el peso seco radicular y de la parte aérea de las plántulas.

### Tratamiento de semillas con PGA. Aparición de la radícula a las 24hs.



### Tratamiento de semillas con PGA. Biomasa seca aérea y radicular de las plántulas (promedio de 3 dosis)



En evaluación en condiciones de campo se observó que la aplicación del tratamiento **Verdesian Take Off®** en el tratamiento de semillas de soja mejoraba la producción del cultivo aumentando hasta duplicar la contribución de la inculcación con rizobios.

### SOJA. Tratamiento de semillas con bioestimulantes. Rendimientos. Argentina 2019 (promedio de 9 sitios)

Sitios:		Inoc. + Fert.		Dif.		Rta		p(x)		Positivos	
Plantas(em)	Fertilizante	22,9	23,4	0,4	2%	0,63	50%				
Plantas(em)	22,9	23,9	29,9	0,0	0%	1,00	33%				
Vigor(veg)	3,3	3,3	-0,1	-2%	0,47	11%					
Nodulos(RP)	14,4	15,5	1,1	8%	0,15	63%					

Estos comportamientos validan la contribución al crecimiento por la aplicación de un metabolito con características análogas a las que regulan la incorporación de carbono y de nitrógeno en las células vegetales. Sus aportes, desde procesos iniciales de crecimiento en las plantas repercute en el sostenimiento del crecimiento y mayor eficiencia del uso de recursos disponibles para la formación de rendimiento de cultivos. En el caso particular de leguminosas (soja) las mejoras en la economía del C y del N se observan también sobre el sostenimiento de fijación simbiótica del nitrógeno logrando mejoras en la nodulación. Estudios en desarrollo en diversas condiciones ambientales muestran que la reiterada aplicación de este estímulo de crecimiento complementa el mejoramiento y producción de los cultivos.

La tecnología **Verdesian Take Off TS®** viene formulada en una microemulsión de triple acción, protectora y activadora de las bacterias contenida en los inoculantes y de mejora en la asimilación de nitrógeno y carbono. El tratamiento de semilla de soja que contiene esta tecnología demostró en evaluaciones en franja a campo, resultados de rendimiento del orden del 8% con respecto al testigo. Se alcanzó un aumento en la eficiencia en los tratamientos de semilla de soja sobre los tratamientos convencionales, esta mejora de rendimiento fue del 50% sobre el diferencial de rinde de la práctica del producto en el 95% de los casos.