



**Stoller**  
Plant Performance

# GUÍA PRÁCTICA DEL CULTIVO DE MAÍZ

# Índice.

<b>CAPÍTULO I: Ecofisiología del cultivo de maíz.</b>	<b>3</b>
- Ecofisiología del cultivo de Maíz.	4
- Densidad de siembra.	5
- Genotipo.	7
- Manejo de la nutrición.	7
- Síntesis final.	9
<b>CAPÍTULO II: Desuniformidad Temporal y Espacial en maíz.</b>	<b>10</b>
- ¿Qué es?	11
- Causas de la Desuniformidad.	12
- Control de la Desuniformidad.	13
- Síntesis final.	14
<b>CAPÍTULO III: Importancia del zinc en maíz.</b>	<b>15</b>
- ¿Cómo prevenir deficiencias en estadíos tempranos?	16
<b>CAPÍTULO IV: Estrés abiótico.</b>	<b>18</b>
- Todo sobre estrés abiótico en cultivos.	19
- Defender el potencial productivo.	20
- Síntesis final.	22
<b>CAPÍTULO V: Innovación en Fertilización Nitrogenada.</b>	<b>23</b>
- Nitrógeno: el nutriente más importante.	24
- Novedosa fuente de nitrógeno.	25
- El desafío de equilibrar el nitrógeno.	25
- El nitrógeno se pierde del suelo.	26
- BlueN: una fuente natural de nitrógeno.	27
- Conversión del nitrógeno.	29
- Gestión efectiva del nitrógeno.	30
- Recomendaciones de uso.	31
<b>CAPÍTULO VI: Portafolio maíz.</b>	<b>32</b>
- Portafolio maíz.	33
- Guía de aplicación.	33



# Capítulo I

## **Ecofisiología del cultivo de maíz.**

Ingenieros Agrónomos:  
G. ESPÓSITO - C. CERLIANI - R. NAVILLE - M. FISSORE  
Facultad de Agronomía y Veterinaria (UNRC).

# Ecofisiología del cultivo de Maíz.

El maíz es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial, nacional y regional, tanto por la superficie cultivada como por los niveles de producción alcanzados. En las últimas 10 campañas agrícolas, en Argentina, la producción de maíz se incrementó en un 175 %, esto fue el resultado del aumento de la superficie sembrada (126 %) y del rendimiento promedio obtenido (26 %) (MAGYP, 2017).

El incremento en el rendimiento obtenido se explica por el mejoramiento genético y por mejoras en las prácticas de manejo. El rendimiento es el resultado de la acumulación de materia seca y su partición a los granos, siendo los principales aportes del mejoramiento genético la permanencia verde visual y funcional de las hojas y los cambios en la relación entre el número de granos por planta y la tasa de crecimiento por planta durante el periodo crítico para la definición del rendimiento (Lee y Tollenar, 2007).

Este cultivo se caracteriza por presentar su órgano de cosecha (espiga) en una posición axilar, lo que hace que esté relegada debido a la dominancia apical durante el período crítico para la definición del rendimiento (15 días antes

y 15 días después de RI, aparición de estigmas o barbas en la espiga). Esta característica hace que la relación entre el número de granos fijados (principal componente directo de rendimiento) y la tasa de crecimiento por planta sea de tipo inversa y presente una serie de características que la hacen distinta a otros cultivos (Andrade et al., 2001).

Según lo reportado por varios autores, para que una planta de maíz pueda fijar granos es necesario que la tasa de crecimiento por planta supere un determinado valor umbral, por encima del cual el número de granos fijado aumentará más que proporcionalmente que los incrementos de la tasa de crecimiento por planta. Posteriormente, ocurre que los incrementos en el NG fijado empiezan a disminuir conforme incrementa la tasa de crecimiento por planta y finalmente, incrementos en la tasa de crecimiento por planta no se traducen en incrementos proporcionales en el NG, debido a limitaciones morfogénicas del maíz.

Este comportamiento diferencial hace que el manejo de este cultivo sea crítico, ya que se deben dar las condiciones de crecimiento que permitan que cada planta pueda alcanzar su punto óptimo sin excederse, dado que a esta producción óptima se maximiza el rendimiento por superficie. En este artículo se hará un análisis sobre los principales factores de manejo y cómo afectan el rendimiento de maíz.

# Densidad de siembra.

El cultivo de maíz presenta una respuesta a densidad de siembra de tipo óptima o cuadrática, es decir que hay un valor de densidad en el cual el rendimiento alcanzado es máximo; este comportamiento está explicado a su vez por la relación entre la tasa de crecimiento por planta (TCP) y el número de granos (NG). En densidades supra óptimas, la alta competencia intraespecífica genera disminuciones en la TCP que producen una baja producción de granos, mientras que en densidades subóptimas, si bien cada planta presenta una alta TCP, las limitaciones morfológicas del maíz impiden que esta se traduzca en un mayor NG por planta, de manera que la falta de plantas no es compensada por la

mayor producción individual (Cerliani et al. 2018). Estudios recientes han demostrado que cuando una planta crece en su densidad óptima, independientemente del sitio donde se encuentre, tendrá una determinada producción por planta que será la resultante entre el número de granos y el peso de los mismos. Esta producción será fija siempre y cuando la densidad de siembra sea la óptima y su valor depende del genotipo en cuestión. Es decir, cada híbrido posee una determinada producción por planta y este carácter permite determinar la densidad de siembra si se cuenta con el rendimiento objetivo del sitio (Espósito et al., 2018b).

## FECHA DE SIEMBRA

La fecha de siembra **determinará el período de crecimiento del cultivo y por ende, las condiciones bajo las cuales va a crecer y desarrollarse.** En general, la elección de la fecha de siembra dependerá de cada sistema productivo y los objetivos que se persigan (estabilidad, potencialidad, oportunidad de venta de la producción, etc.), principalmente la FS debiera permitir ubicar el período crítico para la determinación del rendimiento (alrededor de floración) en las mejores condiciones ambientales y/o escapar al ataque de algunas plagas y/o enfermedades (Andrade et al 1996).

En el centro sur de Córdoba (para maíz como primer cultivo) se distinguen dos fechas de siembra principalmente. Una siembra temprana (fines de setiembre - principios de octubre) y una tardía (diciembre, ídem maíces de segunda).

En la fecha de siembra temprana, el período crítico para la definición de rendimiento se ubicará a fines de diciembre, en este momento la radiación que llega a la superficie terrestre es máxima por lo cual, si el cultivo no posee limitaciones hídricas y/o nutricionales, el rendimiento será el máximo posible de alcanzar para un determinado genotipo.

En fechas de siembras tardías, el período crítico se ubicará en febrero, en este mes la radiación solar incidente es menor que a finales de diciembre y por ello, el rendimiento potencialmente alcanzable será menor. No obstante, y bajo condiciones de secano, la menor temperatura de febrero y principios de marzo disminuye el déficit de presión de vapor y en muchos años el balance hídrico para el cultivo es más favorable (Espósito et al, 2015).

En síntesis, fechas de siembra tempranas determinarán altos rendimientos debido a que el PC se ubica en el momento de

máxima radiación solar, pero esto solo será posible cuando la disponibilidad de agua y/o nutrientes no limite el normal crecimiento del cultivo.

Por su parte, en fechas de siembra tardías, el rendimiento potencial es menor, pero en algunos años la producción lograda puede ser superior a la fecha de siembra temprana por mejores condiciones hídricas. Finalmente, la correcta selección de la fecha de siembra está sujeta a la predicción de las condiciones climáticas durante el período crítico y el modelo ENSO puede utilizarse para ello en la región pampeana central.





# Genotipo.

El maíz es uno de los cultivos que mayor presión de selección ha recibido a lo largo de la historia. Hoy en día se dispone de una amplia variedad de genotipos que se adaptan a distintas condiciones. Por otro lado, el avance de la biotecnología, permitió el desarrollo de híbridos con resistencia y/o tolerancia a determinados insectos, enfermedades y/o herbicidas, que ayudan en el manejo y control de este cultivo.

En este sentido, el desarrollo de maíces Bt permitió la siembra de maíz en fechas tardías, ya que de no ser por este evento el daño producido por el barrenador del tallo en esta fecha de siembra haría inviable el cultivo de maíz tardío. El desarrollo de híbridos con resistencia al cogollero, representó un evento fundamental para la producción de este

cultivo en el norte del país. Otro aspecto importante, y fundamentalmente en la zona de Río Cuarto, es la resistencia a la enfermedad mal de Río Cuarto, ya que puede generar importantes pérdidas.

Otra de las características fenotípicas deseables en los híbridos de maíz son el tamaño individual, elevado índice de cosecha, sincronía floral, arquitectura erectófila del dosel, aparato fotosintético eficiente y perdurable en el tiempo (stay Green), sistema radical profundo, capacidad de compensar producción individual (prolificidad o flexibilidad de espiga), fortaleza de caña, tolerancia al vuelco y quebrado, entre otros. Cada material genético debe seleccionarse en función del sistema de producción a utilizar (Espósito et al 2015).

# Manejo de la nutrición.

El maíz, al igual que otros cultivos, requiere de un gran número de nutrientes y micronutrientes para poder crecer sin inconvenientes. Dentro de estos se distinguen aquellos que dependen del nivel que presente en el suelo como el P, S, Zn, B y bases de intercambio; y aquellos como cuya necesidad dependerá del rendimiento a alcanzar, principalmente el nitrógeno. Es conocido el empobrecimiento de los suelos en cuanto a la disminución de los niveles de P disponible en gran parte de la región pampeana argentina como consecuencia del balance negativo entre el P aplicado vía fertilización y el

extraído fuera del sistema mediante la cosecha de granos (Sainz Rosas et al., 2018). El valor de P disponible considerado como valor crítico para que no se resienta la productividad, oscila entre 16 y 18 ppm; por lo tanto y mediante un análisis de suelo se puede establecer el grado de deficiencia nutricional y definir las necesidades de P a aplicar (Espósito, et al 2013).

Otro nutriente importante en el cultivo de maíz es el Zn, el cual ha evidenciado un marcado deterioro en su biodisponibilidad en la región pampeana; la deficiencia de este micronutriente afecta marcadamente el crecimiento y la tolerancia al estrés (Hassan et al., 2020), siendo el maíz uno de los cultivos más sensibles a la deficiencia de Zn.

El umbral crítico de respuesta es de 1 ppm (extractante DPTA), determinando que cuando los valores de Zn son inferiores al umbral, la aplicación de una dosis de entre 1 y 1.5 kg ha<sup>-1</sup> es la que genera los máximos rendimientos (Barbieri et al., 2017).

El azufre es otro mesonutriente de gran relevancia para el cultivo. Si bien hasta el momento no se cuenta con un método analítico de la disponibilidad de S de sulfatos con suficiente precisión, varios autores coinciden que dosis de azufre que varían entre 12 y 15 kg ha<sup>-1</sup> son las más adecuadas para alcanzar valores de saturación de la respuesta de los cultivos a la adición de este nutriente.

Como se mencionó anteriormente, la correcta dosificación de N depende del rendimiento objetivo propuesto para cada campaña agrícola en particular. Probablemente, el maíz sea uno de los cultivos más sensibles a la falta de N. Existen distintos métodos de diagnóstico adaptados a cada región del país, resaltándose en los últimos años el desarrollo de modelos que realizan un diagnóstico a escala sitio específica, ya sea mediante índices espectrales, atributos del terreno y/o modelos agronómicos ajustados por zona de manejo. Independientemente del modelo elegido, es fundamental que el mismo esté validado a nivel local para un correcto desempeño.

Por último, es importante resaltar que existen relaciones entre los nutrientes: algunas son antagónicas (fósforo y zinc) mientras que otras son sinérgicas (azufre y nitrógeno o fósforo y nitrógeno). Por lo que resulta fundamental tener presentes estas relaciones a la hora de realizar la aplicación de nutrientes y de determinar la estrategia de manejo a seguir.

Es necesario realizar la fertilización de manera balanceada y teniendo en cuenta el concepto de las buenas prácticas de fertilización, que consiste en colocar el nutriente adecuado en el momento indicado con la fuente correcta y de la forma correcta. Por último, es importante resaltar que estas decisiones interactúan entre sí, es decir, no son independientes una de otra. Un ejemplo de ello es el efecto que existe sobre el rendimiento, la interacción entre la densidad de siembra y la dosis de nitrógeno a aplicar; numerosos estudios realizados por la asignatura Producción de Cereales de la FAV-UNRC han permitido generar un modelo que facilita establecer la densidad óptima de siembra y la dosis óptima económica de N a aplicar según el rendimiento objetivo, en función del híbrido seleccionado para cada caso. Cabe aclarar que cada material genético posee una determinada producción por planta constante cuando la densidad de siembra utilizada sea la óptima. **Bajo la densidad óptima cada planta crecerá a una determinada tasa de crecimiento demandando los recursos necesarios para mantenerla.** Entre los recursos requeridos, la demanda de N que sostiene ese crecimiento individual se estimó entre 2 a 5 g pl<sup>-1</sup>, dependiendo del híbrido, el cultivo antecesor y otros factores que se encuentran bajo estudio.



## Síntesis final.



El rendimiento de maíz depende del número de granos producidos y del peso de los mismos. Debido a que la espiga es un órgano relegado, la relación entre la tasa de crecimiento del cultivo y el número de granos es particular y se diferencia de otros cultivos, lo que hace que el manejo de la densidad de siembra del maíz, y de otras decisiones, sea crítico para mantener los niveles de tasa de crecimiento dentro del rango óptimo.

Existe un gran conocimiento y desarrollo de técnicas de manejo basadas en el conocimiento de la ecofisiología del cultivo y en la experimentación realizada.



# Capítulo II

## **Desuniformidad Temporal y Espacial en maíz.**

Ingenieros Agrónomos:

CERLIANI, - C. R. NAVILLE - M. FISSORE - C. HERNÁNDEZ - G. ESPÓSITO

Cátedra de Producción de Cereales, Unidad de Servicios Depto. Producción Vegetal.

Facultad de Agronomía y Veterinaria (UNRC).



## ¿Qué es?

El maíz es uno de los cultivos más sensibles a los efectos adversos generados por la desuniformidad ya sea temporal o espacial. Se entiende por desuniformidad temporal al desfase en desarrollo entre una planta y el resto de la población, mientras que la desuniformidad espacial hace referencia a la mala distribución en el espacio de las plantas, es decir plantas muy próximas entre sí o muy separadas.

El efecto adverso de la desuniformidad temporal está dado por el hecho de que una planta emerge más tarde, en consecuencia queda retrasada en su crecimiento y desarrollo respecto a sus vecinas, quienes generan una mayor exploración radical y expansión foliar, generando un efecto de dominancia sobre la retrasada. Esto hace que las plantas dominantes tengan mayor capacidad de captar recursos (agua, luz, nutrientes, etc) lo cual hace que presenten un mayor crecimiento, mientras que la dominada dispone de una menor cantidad de recursos por lo cual va a crecer menos.

Este menor crecimiento provocará una brusca caída en la producción de granos (principal componente del rendimiento), ya que en este cultivo la producción de granos depende fuertemente de la tasa de crecimiento individual durante el período crítico para la definición del rendimiento (15 días antes y después de floración). La relación entre el número de rangos fijado (NG) y la tasa de crecimiento

por planta (TCP), es de tipo inversa y presenta características particulares; por un lado la tasa de crecimiento por planta debe superar un determinado umbral para que haya producción de granos, superado este umbral por cada incremento en la TCP se genera un aumento más que proporcional en el número de granos, hasta un punto de TCP en el cual los aumentos de la misma no generan incrementos en el número de granos. Este comportamiento explica el hecho de que una planta dominada, con gran disponibilidad de recursos y alta tasa de crecimiento durante el período crítico no produzca un gran aumento en la producción de granos respecto a las plantas "normales", mientras que las plantas dominadas, con menor disponibilidad de recursos y por ende menor TCP, sufran una fuerte caída en el número de granos fijados, afectando su rendimiento.

En el caso de la desuniformidad espacial, el rendimiento se ve afectado ya que al haber dos plantas muy próximas, la disponibilidad de recursos para cada individuo va a ser baja, por lo cual la TCP caerá, afectando el número de granos fijados. De manera análoga a lo descrito anteriormente para la desuniformidad temporal, en el caso de que las plantas estén muy separadas, si bien cada planta va a disponer de una alta cantidad de recursos y la TCP será elevada, las limitaciones morfogénicas que presenta la planta de maíz, le impedirán aumentar de manera significativa el número de granos y así compensar la falta de plantas.

En síntesis, lo que genera la desuniformidad espacial son cambios en la estructura espacial en que se encuentra cada planta, sacándola de su condición óptima.

# Causas de la Desuniformidad.

La desuniformidad puede generarse por diversos factores, siendo los principales factores de manejo que pueden mejorarse mediante el adecuado manejo operativo previo y durante la implantación del cultivo.

Es importante prestar atención a estos factores para evitar que esta se genere, ya que una vez establecida, ninguna decisión de manejo que podamos tomar durante el ciclo del cultivo remediara el daño generado por la misma.

Es de esperar que estos niveles de pérdidas se modifiquen de acuerdo a la fecha de siembra, ya que **en fechas tardías** debido a la mayor temperatura diaria difícilmente se alcance un desfasaje en el desarrollo tan marcado, otro factor que impactará sobre la pérdida generada por la desuniformidad temporal será el genotipo y uno de los principales factores que generan desuniformidad es la velocidad de siembra, altas velocidades impiden que la maquinaria genere un buen copiado del terreno, colocando la semilla a distintas profundidades. De esta manera, la semilla que quede más profunda tardará más tiempo en emerger y por ende quedara retrasada. También la alta velocidad de siembra puede generar una mala distribución de las semillas.

Si bien la tecnología ha avanzado y hoy se cuenta con dosificadores muy precisos que permiten trabajar a mayores

velocidades de siembra, sigue siendo fundamental adecuar la velocidad de trabajo según las condiciones del lote.

Otro factor importante causante de desuniformidad es la **condición de cobertura sobre el suelo**. En este sentido, se debe tener presente la cantidad de cobertura, el tipo de material vegetal y su distribución en el espacio. Una herramienta que permite mejorar los problemas de la cobertura, cuando esta presenta un gran volumen, es la utilización de los barre rastrojo.

Los cuales permiten una mejor distribución, además evitan el empaquetado de semillas y uniformizan la temperatura en la línea de siembra ayudando a una emergencia pareja.

Otra causal de una mala distribución está asociada a la semilla, la **presencia de semillas** de distintos calibres genera por un lado una mala distribución espacial dando lugar a la generación de “dobles golpes” y por otro lado puede ocurrir que semillas pequeñas a gran profundidad no lleguen a emerger.

# Control de la Desuniformidad.

Como se desprende de los párrafos anteriores el momento de la siembra es un momento crucial a la hora de determinar la uniformidad de siembra. Por lo que resulta fundamental que dicha labor sea realizada de manera adecuada, calibrando correctamente la máquina y ajustando para cada condición de lote la velocidad de trabajo.

Hoy en día y con el advenimiento de la agricultura de precisión es posible en el momento de la siembra determinar la distribución espacial de la semilla, ya que existen monitores de siembra que advierten en caso de detectar fallas en la caída de semillas. Estos sistemas son fundamentales ya que permitirán realizar las correcciones necesarias en el momento evitando así una mala calidad de siembra.

Si bien, una vez generada la desuniformidad, no existen técnicas de manejo que permitan revertir su efecto negativo sobre el rendimiento, es importante medirla y cuantificarla, para poder ajustar el manejo siguiente según el nivel de rendimiento posible de alcanzar ante la presencia de desuniformidad.

Existen distintos métodos desarrollados para poder cuantificar la desuniformidad sobre todo la espacial, algunos de estos métodos más recientes y sofisticados incluyen la determinación de la desuniformidad mediante una fotografía tomada con un dron y algoritmos de cálculos desarrollados para determinar la densidad de plantas y la distancia entre plantas.

Otro método, que puede ser aplicado por cualquier persona, consiste en la medición directa de la distancia entre plantas o semillas en el campo, tomando como mínimo una distancia de 10 m lineales de surco, posteriormente a partir de estos datos se puede calcular el desvío estándar y/o el coeficiente de variación de la distancia entre plantas, en este sentido, desde la cátedra de cereales de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto, desarrolló una aplicación de teléfono que calcula el desvío estándar y la pérdida de rendimiento estimada con solo ingresar los valores de la distancia entre plantas.

Esta aplicación además, permite calcularlas pérdidas de rendimiento por desuniformidad temporal, utilizando como dato de entrada el estadio fenológico en que se encuentra cada planta de la muestra al momento de la medición.

## Síntesis final.



La desuniformidad temporal y espacial, generan pérdidas de rendimiento que pueden ser importantes dependiendo de varios factores como ser el genotipo, la densidad de siembra y la distancia entre hileras.

La mayoría de sus causas se deben al factor humano y pueden ser evitadas, hoy en día se cuenta con la tecnología y el conocimiento necesario para que no existan lotes con ningún tipo de desuniformidad, solo se requiere una adecuada calibración de la sembradora, ajustar la velocidad de siembra a las condiciones del terreno y contar con semillas uniformes en su tamaño.



## Capítulo III

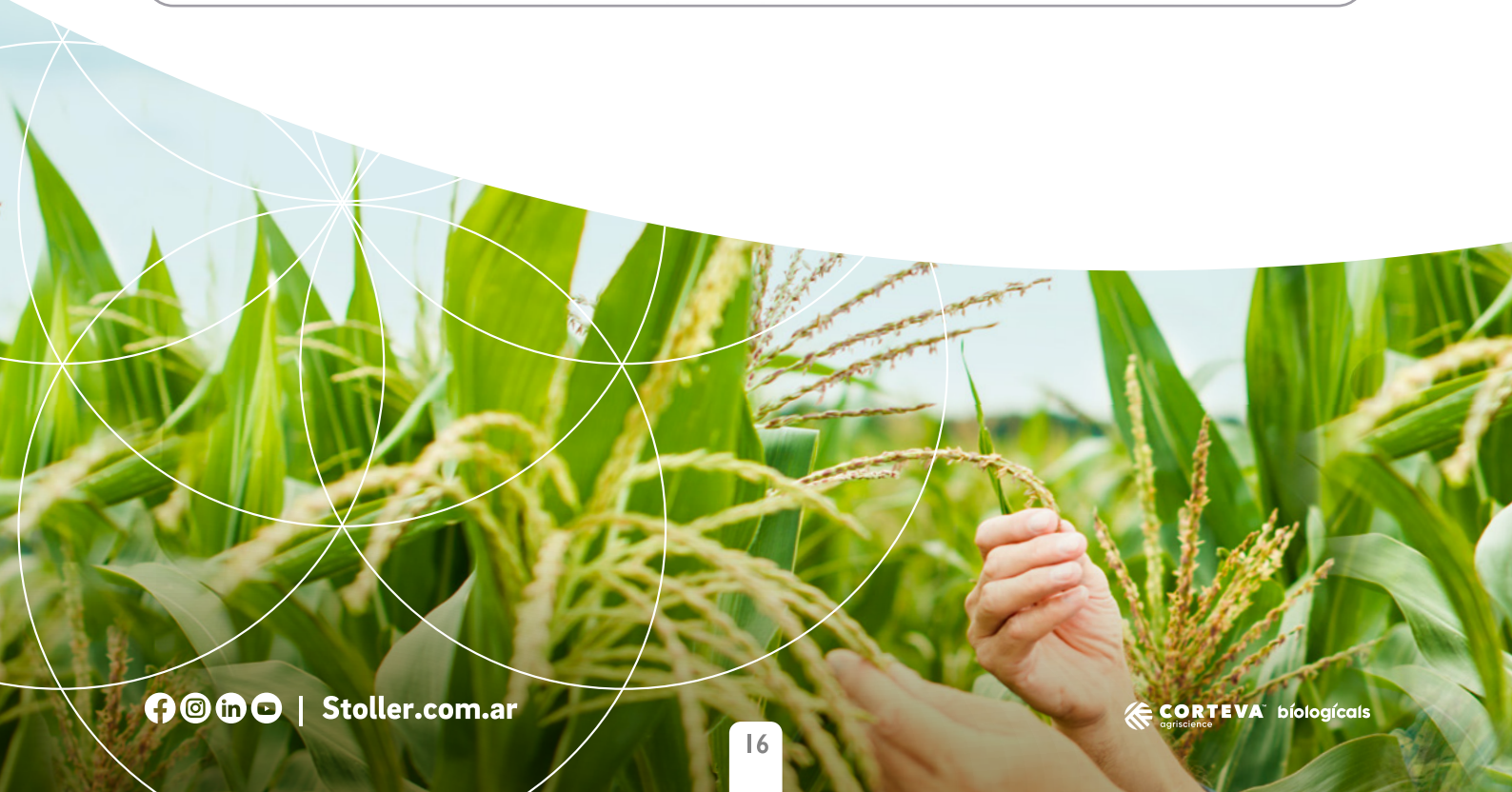
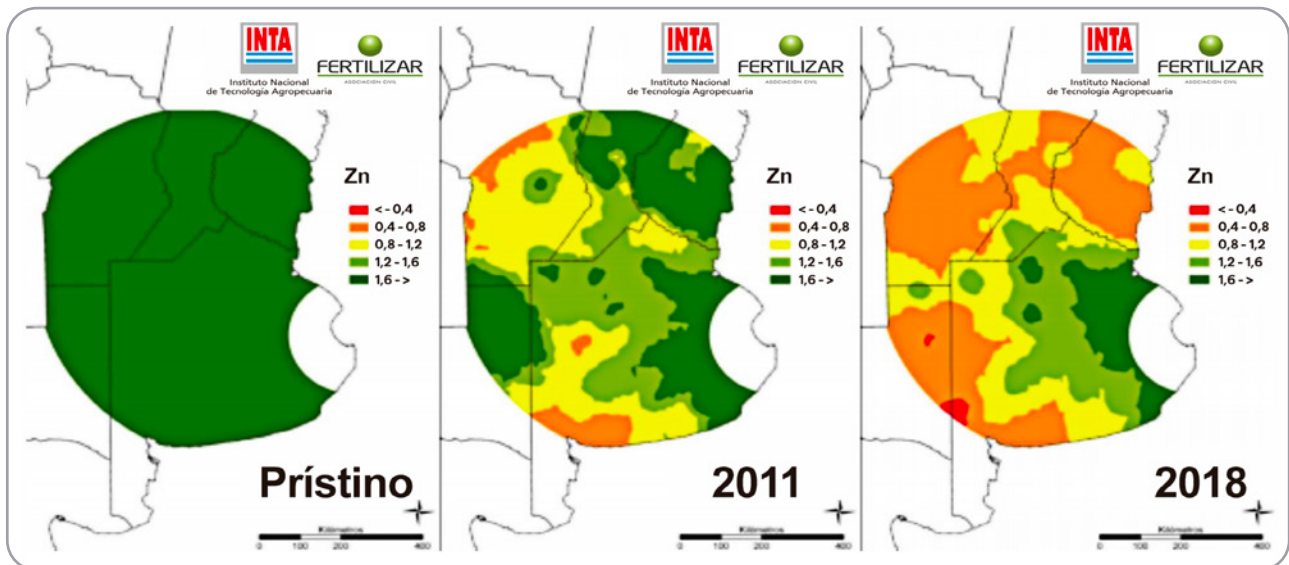
# Importancia del zinc en maíz.

Ingeniero Agrónomo: SANTIAGO ABRAHIN  
Asesor técnico Regional Centro, Stoller Argentina.

# ¿Cómo prevenir deficiencias en estadíos tempranos?

El Zinc (Zn) es un micro elemento de baja movilidad en el suelo y planta, se absorbe principalmente como catión bivalente ( $Zn^{+2}$ ), y en condiciones de PH alto, también como catión monovalente ( $Zn OH^+$ ). Interviene en varios procesos, tales como mitigar el estrés que sufren las plantas (térmico, lumínico e hídrico), mejorar la eficiencia del uso del Nitrógeno y del Fósforo y la síntesis de triptófano (precursor auxínico); participa en el llenado de los granos (mejorando la síntesis de almidón).

El Zinc está relacionado con las etapas tempranas del cultivo. El principal componente de rendimiento afectado por su baja disponibilidad es el número de granos y, en menor medida, el peso. Su aporte como fertilizante provoca un aumento de la biomasa; más que mejorar el rendimiento por mejoras en la eficiencia de procesos fisiológicos, lo que produce es sobre todo un mayor crecimiento, para capturar más recursos en el período crítico del mismo.





Es uno de los nutrientes que mayor variabilidad espacial presenta, y también está muy ligado a la variabilidad temporal. De allí que está demostrado que hay una potencialidad muy grande de respuesta variable al zinc en la fertilización por ambientes.

En la foto se puede ver cómo con el correr de los años se empieza a marcar el empobrecimiento de este micronutriente esencial para el cultivo, cuando extraemos más de lo que reponemos para la producción.

Las deficiencias de Zn se manifiestan como clorosis internerval en las hojas nuevas o superiores, ya que es un elemento poco móvil tanto en planta como en el suelo. No confundir cuando esta misma se manifiesta en toda la planta (hojas viejas y nuevas), posiblemente esté asociado a alguna fitotoxicidad, principalmente del orden de las sulfolinureas; cuando tenemos un lote que va a soja barbechado con algún activo de esta familia y después se pasa a maíz, es muy probable que este síntoma se manifieste en toda la planta.

Otra sintomatología asociada a esta deficiencia es cuando a la planta le cuesta desplegar las hojas, crece más una lámina o media lámina que la otra.

Las deficiencias de este micro elemento pueden estar vinculadas a distintas situaciones. Una de ellas es cuando la disponibilidad del suelo está por debajo del umbral crítico (1 ppm), ph del suelo (en condiciones de suelo alcalino se inmoviliza), temperatura (al estar asociado a la materia orgánica, al tener actividad de la mineralización vamos a tener disponibilidad de Zn), interacción con otros nutrientes



Figura 1: Deficiencia de Zinc-Clorosis internerval en hojas nuevas.

(antagonismo con el fósforo y manganeso), o si el complejo de cambio tiene alta saturación de calcio y magnesio, que son nutrientes que compiten con el zinc.

## La importancia de las Micorrizas y su relación con el Zinc.

Las micorrizas son hongos benéficos que están en relación simbiótica con las raíces. Participan en la absorción de nutrientes tales como fósforo y zinc, gracias a la estructura que producen (hifas), las cuales permiten aumentar la superficie de exploración, incrementando la absorción de agua y nutrientes. En términos del Zinc, las micorrizas pueden ser responsables de hasta el 50% de la absorción total del Zn en plantas de cultivo (Marschner, 2012). Un aumento de fósforo, disminuye la actividad de estos hongos, por lo que trae como consecuencia una reducción en la absorción de Zn dependiente de las micorrizas.



# Capítulo **IV**

## **Estrés abiótico.**

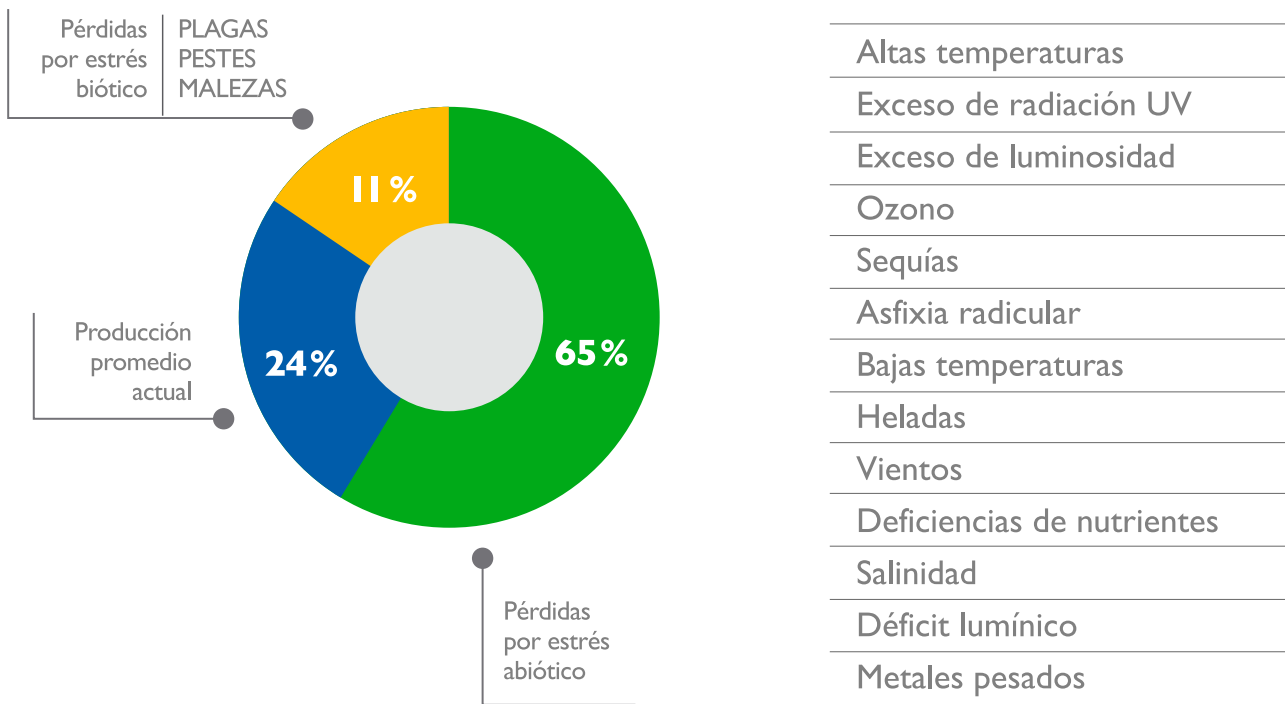
Ingeniero Agrónomo: WENCESLAO TEJERINA  
Agroestrategias Consultores.

# Todo sobre estrés abiótico en cultivos.

Sabemos bien que el estrés no es propio únicamente de los humanos, lo mismo ocurre en las plantas de nuestros cultivos. Lo vemos claro cuando estamos en presencia de una fitotoxicidad de un herbicida o cuando una granizada arrasa con gran parte de nuestros cultivos. Asimismo, acostumbramos a hablar de estrés hídrico cuando se dan faltas de lluvias en determinados períodos.

Para presentar el tema y tener claro de qué hablamos cuando hablamos de estrés, vamos a ver el gráfico siguiente:

## EFFECTO DEL ESTRÉS ABIÓTICO EN LA PÉRDIDA DE POTENCIAL PRODUCTIVO EN CULTIVOS.



El potencial productivo de nuestros cultivos se construye con una base del 24% que es la producción promedio a la que podemos sumar (o restar) un 11% de producción que está en manos del estrés biótico.

# Defender el potencial productivo.

Sabemos bien que el productor argentino es uno de los mejores del mundo. Y lo somos, porque sabemos **defender** bien ese 35% del potencial productivo de los cultivos que producimos.

Y no es casual la aparición en la oración anterior de la palabra **defender**, porque es precisamente lo que hacemos cuando hablamos de estrés biótico: nos defendemos de ataques de plagas, malezas y enfermedades.

En este caso, el estrés es claro en los cultivos, porque lo sabemos identificar y tenemos muy en claro las tecnologías que disponemos para acabar con él.

No es tan así para la pérdida de potencial productivo que causa el estrés abiótico ¡¡y que es del 65%!! ¡Leyeron bien? ¡¡¡65%!!!

En este caso, y salvo algunas excepciones, no sabemos identificarlo y no sabemos cuál es la estrategia a utilizar para atenuarlo y ganar así mayor rentabilidad.

Cuando uno analiza los factores causales del estrés abiótico en nuestros cultivos, parece ser que están definidos por el clima y/o el ambiente y que no tenemos mucho para hacer al respecto. Algunos de los factores mencionados en el gráfico son: **altas temperaturas, exceso de radiación UV, exceso de luminosidad, asfixia radicular, bajas temperaturas, salinidad, déficit lumínico, etc.** (Figura 1)



Cultivo de Maíz.

Como verán, nuestros cultivos entonces están sometidos a estrés abióticos permanentemente. porque siempre hay algunos de estos factores que los está afectando.

Y les quiero comentar que tenemos muchísimo por hacer en este sentido para aumentar los rendimientos

atenuando los efectos del estrés abiótico. Y que las tecnologías de producto están en el mercado y a nuestra disposición.



Figura 1: Cultivo de Maíz sometido a estrés abiótico.

Además, todos aquellos que somos técnicos, productores o estamos relacionados a la producción agropecuaria tenemos bien marcado a fuego las sequías y altas temperaturas que hemos sufrido en Pampa Húmeda en las últimas 4 campañas. Es así que el manejo del estrés abiótico toma una relevancia importantísima en el manejo general del cultivo.

Para “bajar” esto a campo, quiero mencionar algunos indicadores que nos darán una idea si el cultivo está bajo algún tipo de estrés: cuando observamos en el

verano que las hojas de los cultivos se acartuchan o muestran el envés, es que están siendo sometidas a estrés hídrico y/o fotooxidación (exceso de radiación lumínica). Cuando esto ocurre, la planta pone en marcha una serie de vías para deshacerse de las **especies reactivas de oxígeno (EROS)** que son tóxicas para los tejidos. Y para que lo entendamos, es muy similar a lo que ocurre en los humanos cuando tomamos antioxidantes para evitar el envejecimiento de tejidos.

Cuando la planta pone en marcha el proceso para deshacerse de los EROS **gasta energía** en este esfuerzo, energía que no es dirigida a la producción y es así que **decaen los rendimientos**.

Como mensaje final, quisiera decir que tenemos que conocer sobre este tema porque es una realidad que afecta a nuestros cultivos y lo va a hacer cada vez con más fuerza en lo que se denomina como **cambio climático**.

Vale la pena, porque puede sumar hasta un **65% de rendimiento** a lo que rinden nuestros cultivos actualmente.

## Síntesis final.



Simplemente tenemos que conocer a nuestro enemigo y aliarnos con aquellas herramientas que nos permitan sumar rentabilidad a nuestra producción agropecuaria.



## Capítulo **V**

# **Innovación en Fertilización Nitrogenada.**

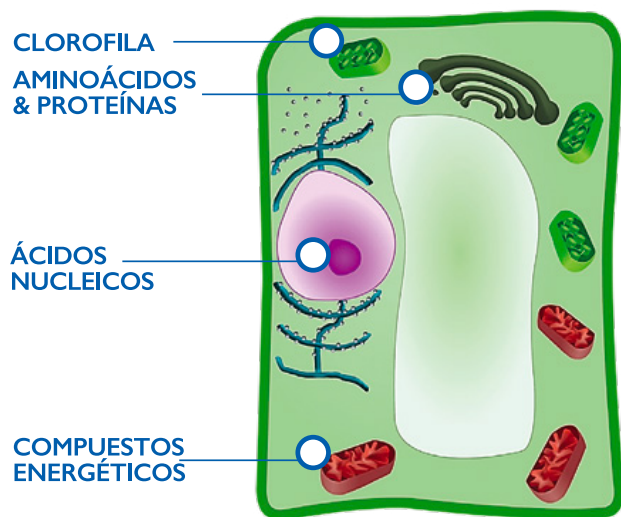
# Nitrógeno: el nutriente más importante.

El nitrógeno es esencial para la supervivencia de las plantas y un elemento clave para la salud óptima de los cultivos. Éste no sólo es el componente principal de los ácidos nucleicos, sino también un componente integral de proteínas y compuestos bioactivos como la clorofila.

El nitrógeno se encuentra en diferentes formas y la gran mayoría no está disponible para las plantas. Más del 78% de la atmósfera terrestre está compuesta por nitrógeno (nitrógeno elemental; N<sub>2</sub>) y el nitrógeno del suelo se encuentra comúnmente en forma de nitrógeno orgánico (R-NH<sub>2</sub>) derivado de la descomposición de organismos

vivos. La mayoría de las plantas requieren que estas dos formas de nitrógeno se transformen antes para su absorción.

Por ello, no es sorprendente que las prácticas agrícolas actuales dependan de la adición de nitrógeno suplementario durante el ciclo de crecimiento para lograr un rinde óptimo.



## BlueN<sup>®</sup>

Es un innovador fertilizante biológico, promotor del crecimiento, que proporciona nitrógeno suplementario al maíz y a otros cultivos.

Este optimizador de eficiencia nutricional ha sido científicamente evaluado y formulado para proporcionar una fuente natural de nitrógeno, disponible para los cultivos, sin el riesgo de impacto al medio ambiente como ocurre con los fertilizantes nitrogenados tradicionales.

**BlueN** es una solución novedosa que proporciona flexibilidad y confiabilidad a los planes de manejo sostenible de nitrógeno, fundamental para el crecimiento saludable de los cultivos.







# Novedosa fuente de nitrógeno.

Muchos cultivos requieren fuentes adicionales de nitrógeno y la aplicación de fertilizantes químicos se ha vuelto esencial para una óptima producción. La aplicación excesiva de nitrógeno puede dañar las plantas ("quemadura de nitrógeno") y puede conducir a la contaminación directa del agua potable con nitratos, así como la escorrentía puede originar una serie de problemas devastadores en los ecosistemas de agua dulce y las cuencas hidrográficas costeras.

Además, son generadores de potentes gases de efecto invernadero, como el óxido nitroso, una de las principales causas del calentamiento global. Este significativo impacto ambiental ha motivado a aumentar la eficiencia del uso de nitrógeno y la gestión de los fertilizantes como prioridades clave para combatir los efectos nocivos de la aplicación de nitrógeno.

Las prácticas agrícolas sostenibles están diseñadas para maximizar el uso del nitrógeno y minimizar su pérdida, no sólo para producir el mayor retorno de la inversión,

sino también para disminuir el impacto ambiental. La fuente de nitrógeno, el momento de aplicación y las dosis de uso son principios centrales para un plan sólido de gestión del nitrógeno. **BlueN** es una herramienta biológica única que ayuda a optimizar su eficiencia.



*El nitrógeno se aplica mayormente como urea al suelo. En determinadas condiciones puede perderse por volatilización hasta un 35% del total del Nitrógeno aplicado.*

# El desafío de equilibrar el nitrógeno.

## LAS PLANTAS ADQUIEREN NITRÓGENO POR SUS RAÍCES

Los microorganismos del suelo realizan procesos clave para convertir el nitrógeno en formas que puedan ser fácilmente absorbidas por las raíces y utilizadas por las plantas. Los procesos primarios son la fijación, la mineralización y la nitrificación. La fijación es la producción de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) directamente a partir del gas nitrógeno atmosférico ( $\text{N}_2$ ). Esto puede hacerse naturalmente por bacterias como las que se encuentran en las raíces de las leguminosas o sintéticamente como con la producción de fertilizantes.

La mineralización es la conversión del nitrógeno orgánico que se encuentra en el estiércol y los organismos en descomposición en amoníaco y amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) por parte de los microbios del suelo.

Por último, la nitrificación es el proceso microbiano que convierte rápidamente el amonio en nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) en temperaturas cálidas, que las plantas vuelven a convertir en amonio en su interior. Por lo tanto, las tres formas de nitrógeno, el amoníaco, el amonio y el nitrato, pueden ser absorbidos a través de las raíces y utilizados por las plantas para su crecimiento y desarrollo.

La tecnología innovadora detrás de **BlueN** permite que, sobre la superficie del suelo, la planta pueda ser provista de nitrógeno.

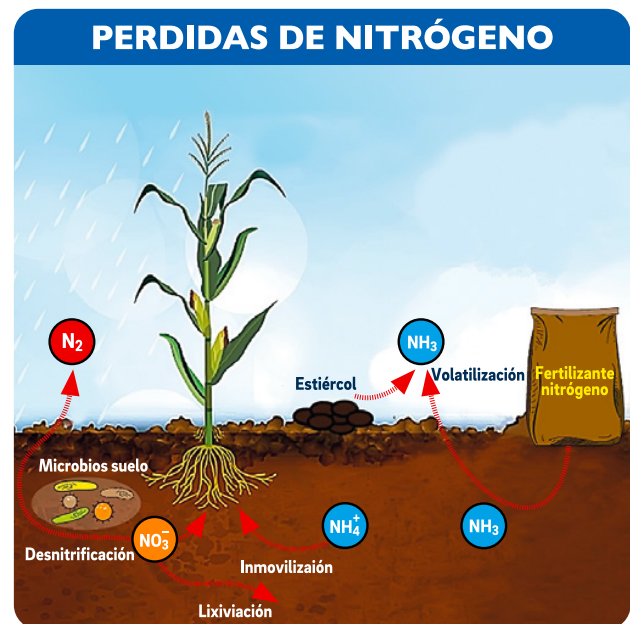
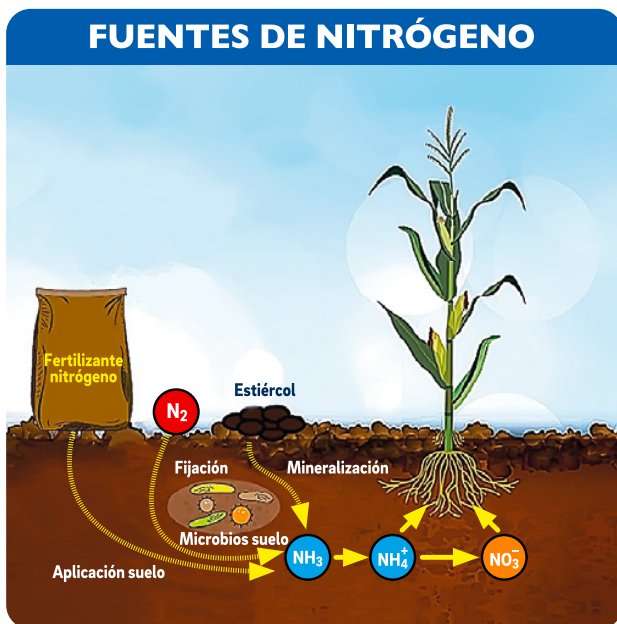
# El nitrógeno se pierde del suelo.

Hay varias formas en que el nitrógeno disponible para las plantas se pierde en el suelo. En el mejor de los casos, el nitrógeno se incorpora a los organismos vivos, como las plantas, lo que se conoce como inmovilización.

El nitrógeno que se encuentra en forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) es susceptible de ser eliminado del suelo por dos mecanismos. Primero, las bacterias del suelo que requieren oxígeno para sobrevivir, utilizan el oxígeno que se encuentra en el nitrato cuando el oxígeno no está disponible (como ocurre con el suelo saturado) a través de un proceso conocido como desnitrificación. Esto produce gases de nitrógeno, incluido el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) y subproductos de  $\text{N}_2$ .

Además, el exceso de agua de lluvia puede eliminar fácilmente el nitrato en un proceso conocido como lixiviación. Por último, el amonio de los fertilizantes o estiércol aplicados al suelo puede perderse por volatilización, ya que se convierte en gas amoníaco en condiciones de calor, rastrojos y viento.

Las pérdidas de nitrógeno reducen la productividad, el retorno de la inversión y tienen un costo ambiental significativo que va desde la contaminación del agua subterránea hasta el aumento de los gases de efecto invernadero. El valor agregado de **BlueN** es que produce nitrógeno suplementario directamente dentro de los cultivos, sin riesgo de pérdida para el medio ambiente.



\* *Methylobacterium symbioticum* cepa identificada y patentada por Symborg Inc (Application EP3747267A1)

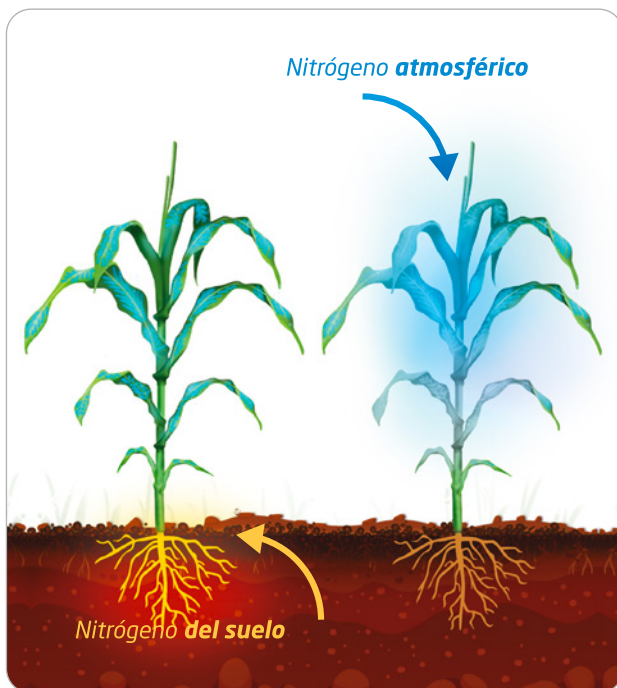
# BlueN: una fuente natural de nitrógeno.

Es un fertilizante biológico, promotor del crecimiento, que optimiza la eficiencia nutricional de los cultivos a través de la fijación de nitrógeno atmosférico foliar. Este producto está compuesto por una bacteria natural, *Methylobacterium symbioticum* SB23, caracterizada por su capacidad de fijación de nitrógeno atmosférico y apta para sistemas de agricultura orgánica.

La bacteria coloniza toda la planta, ingresando a través de las hojas y trasladándose a hojas nuevas, raíces y tallos. El aporte de nitrógeno atmosférico complementario,

de forma natural y controlada, permite fijar este macronutriente clave para el desarrollo vegetativo de todos los cultivos y lograr un óptimo rendimiento.

Disponible como polvo mojable estable, **BlueN** es una herramienta innovadora que se puede aplicar en mezclas de tanque con la mayoría de productos fitosanitarios, de manera foliar, permitiendo una alternativa al uso frecuente de fuentes de nitrógeno tradicional.



## CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

- BlueN es un optimizador de eficiencia de nutrientes compuesto por una bacteria natural, *Methylobacterium symbioticum* SB23.
- Aporte de nitrógeno en todo el ciclo del cultivo.
- Alta eficiencia en la fijación biológica de nitrógeno.
- Tecnología sustentable.



Composición:  
*Methylobacetrrium  
symbioticum SB23.*



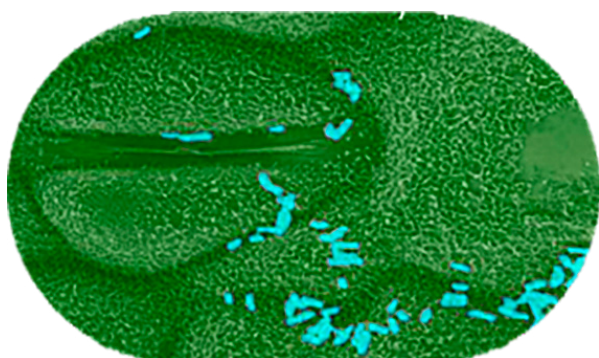
Definición Técnica:  
Bacterias fijadoras  
de nitrógeno.



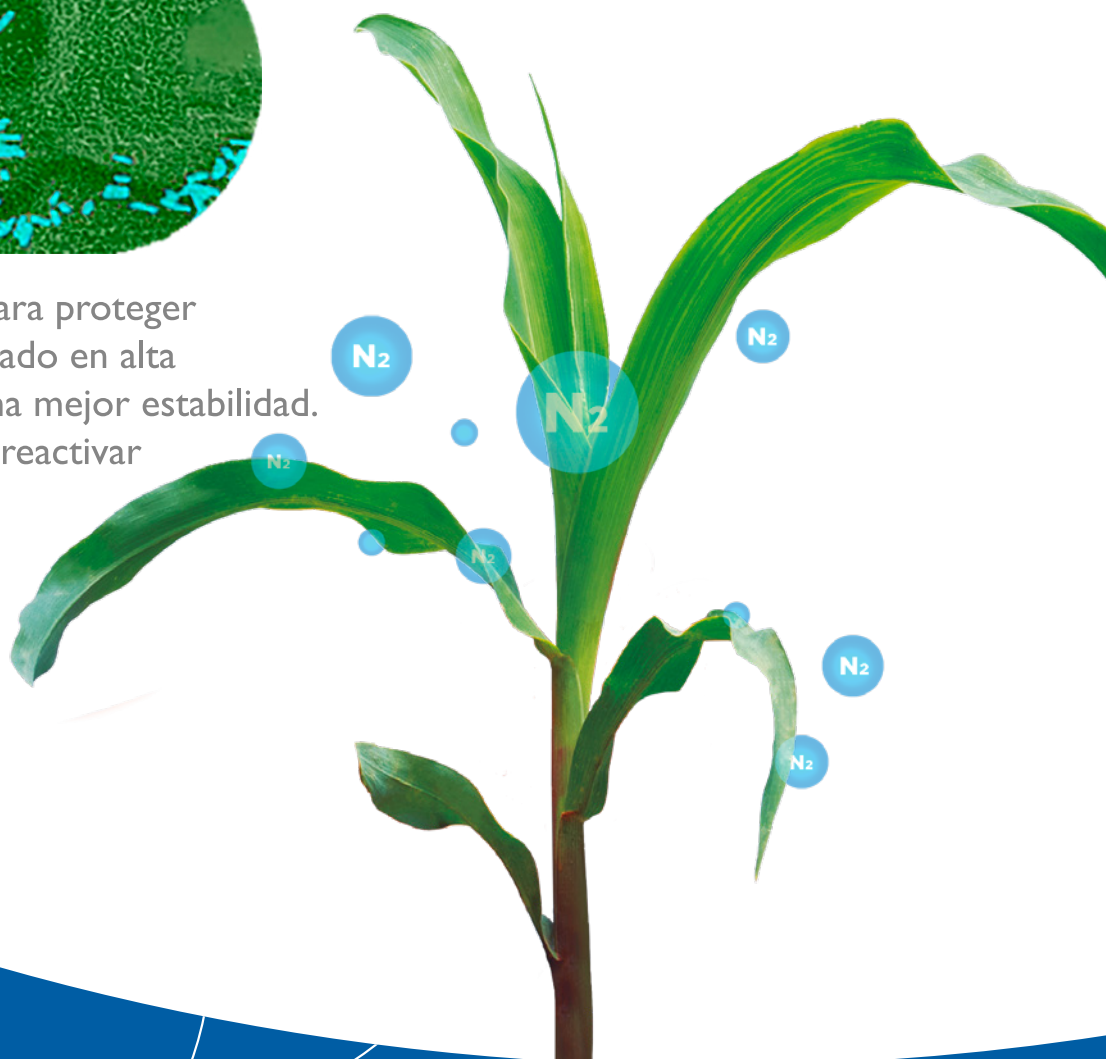
Cepa: SB23.



Modo de aplicación:  
Tratamiento foliar.



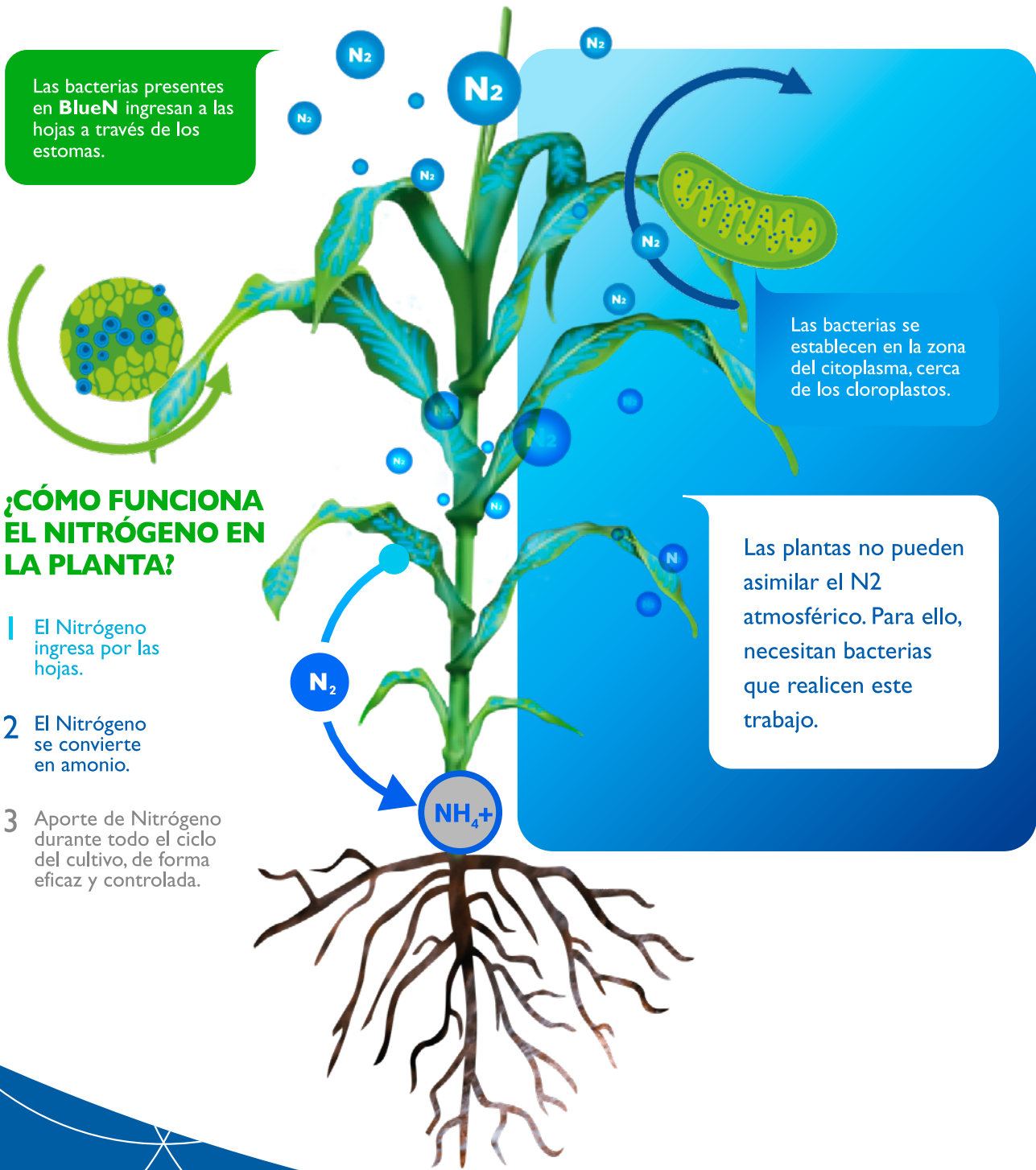
Microencapsulado para proteger las bacterias. Formulado en alta temperatura para una mejor estabilidad. Mejor soporte para reactivar las bacterias una vez aplicadas.





# Conversión del nitrógeno.

## ¿CÓMO INGRESAN LAS BACTERIAS EN LAS HOJAS?



# Gestión efectiva del nitrógeno.



## Fuente

Seleccionar la fuente correcta del fertilizante nitrogenado es esencial para minimizar la pérdida de nutrientes y preservar el retorno de inversión.

BlueN: utiliza nitrógeno atmosférico para generar amonio, este nitrógeno complementario está disponible para las plantas.



## Dosis

La aplicación de la cantidad mínima de nitrógeno requerida para un buen rendimiento de los cultivos reduce el riesgo de pérdida de rentabilidad y contaminación ambiental.

BlueN: funciona a través de un mecanismo que se autorregula para proporcionar nitrógeno a la planta sin riesgo de sobreproducción.



## Momento

La variación estacional del clima (lluvias y temperaturas) tiene un enorme impacto en la pérdida de fertilizante por lixiviación y volatilización, lo que hace que el momento de la aplicación sea crítico.

BlueN: funciona mediante la colonización de plantas y sirve como fuente directa de nitrógeno suplementario durante todo el ciclo del cultivo sin riesgo de lixiviación o volatilización.



## Lugar

Elegir la ubicación óptima para los fertilizantes tradicionales, es clave para evitar la pérdida de nitrógeno al medio ambiente.

BlueN: proporciona nitrógeno suplementario directamente a las hojas de la planta, mitigando efectivamente la pérdida de nitrógeno al medio ambiente.



## PRINCIPALES BENEFICIOS:

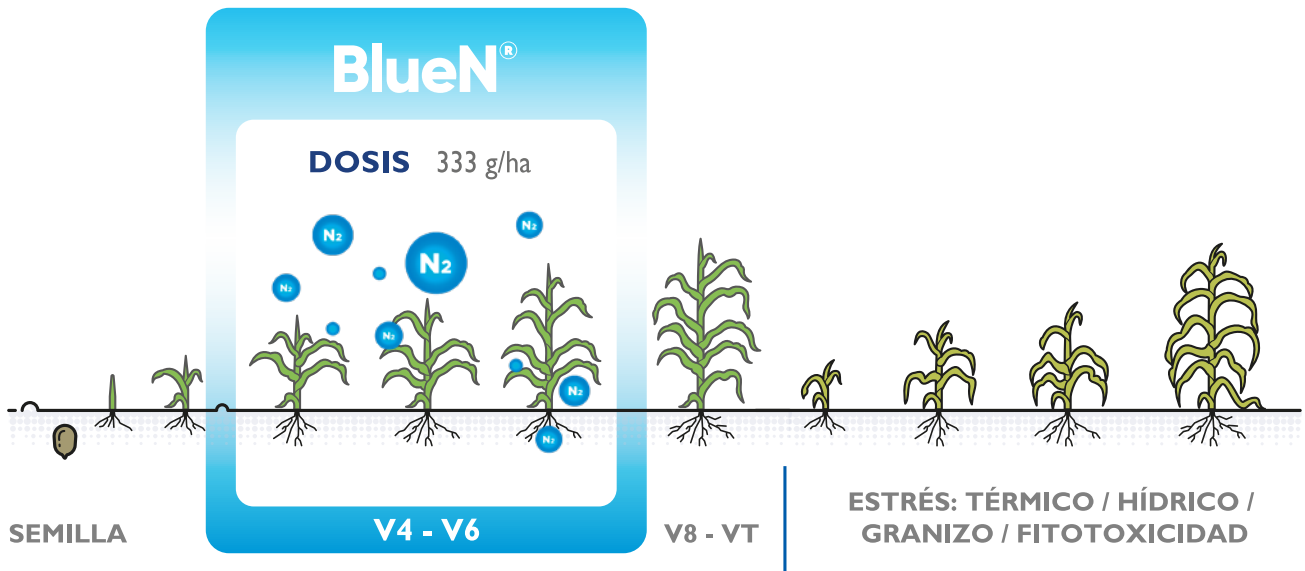
- **Eficiencia del uso de nitrógeno:** las bacterias suministran nitrógeno constantemente en condiciones donde las fuentes de nitrógeno del suelo son limitadas o inconsistentes.
- **Flexibilidad en la aplicación:** coloniza con eficacia y rapidez toda la planta al entrar a través de los estomas abiertos de los tejidos vegetativos.
- **Nutrición equilibrada.**
- **Fácil de utilizar:** formulación en polvo liviana.
- **Sostenibilidad:** proporciona nitrógeno suplementario a los cultivos sin el riesgo de lixiviación, volatilización o daño ambiental.
- **Alta compatibilidad con otras soluciones\***



Conocelas  
 ingresando acá.

# Recomendaciones de uso.

## APLICACIÓN EN MAÍZ



## CONDICIONES ÓPTIMAS DE APLICACIÓN



**Temperatura: entre los 10° y 30° C.**

Temperaturas superiores a los 30°C favorecen el cierre de los estomas y perjudican el movimiento de las bacterias.



**Humedad: de 30 a 80%.**

Una humedad del ambiente inferior al 30%, dificulta el ingreso de las bacterias en las hojas.



**Horario:**

Evaluar las condiciones de temperatura y humedad. En días muy calurosos, evitar la aplicación al final del día o por la noche, ya que los estomas comienzan abrirse más lentamente.

Preferentemente, aplicar en las primeras horas de la mañana porque la mayoría de los estomas están abiertos.

La absorción se produce entre 1 a 3 horas.



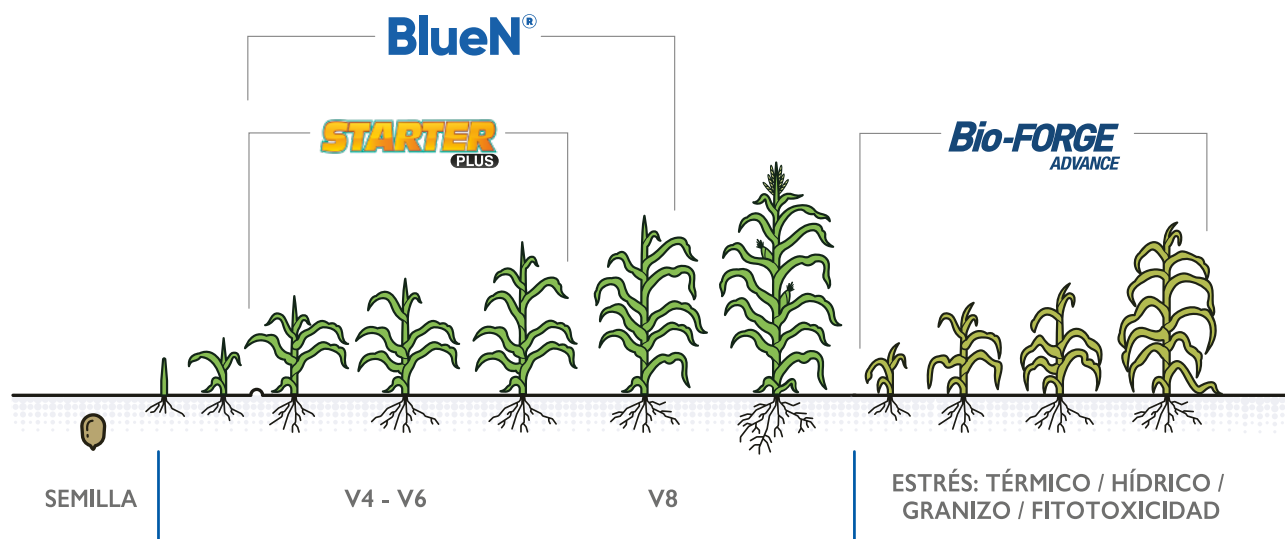


# Capítulo **VI**

## **Portafolio maíz.**

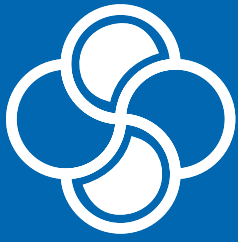


# Portafolio maíz.



## Guía de aplicación.

PRODUCTO	MOMENTO	DOSIS
<b>NUTRIMINS<sup>®</sup></b> SEMILLA	Semilla	0.5 l/25 kg
<b>STARTER PLUS</b>	V4 - V6	3 l/ha
<b>BlueN<sup>®</sup></b>	V4 - V8	333 g/ha
<b>NITROPLUS18</b>	V10 -VT Aporte significativo de nitrógeno al cultivo.	10 l/ha
<b>Bio-FORGE ADVANCE</b>	En situaciones de estrés: térmico, hídrico, granizo, fitotoxicidad.	0.5 - 1 l/ha



**Stoller**<sup>®</sup>  
Plant Performance