

Azospirillum, un aliado en condiciones de estrés



Ciencia
y Agro.

Por: Magnelli, M.E.

Diversas investigaciones reafirman los múltiples beneficios de inocular con este género de rizobacterias promotoras, sobre todo en situaciones abióticas limitantes.

Los investigadores Fabricio Cassán y Martín Díaz Zorita realizaron recientemente una revisión de un copioso número de trabajos nacionales e internacionales que reafirman las ventajas de inocular con *Azospirillum sp.*

En concordancia con la información disponible, los autores afirman que *Azospirillum sp.* es probablemente el género más estudiado de rizobacterias promotoras del crecimiento asociativo de plantas, debido a su capacidad de colonizar muchas especies vegetales. Se han descrito mecanismos

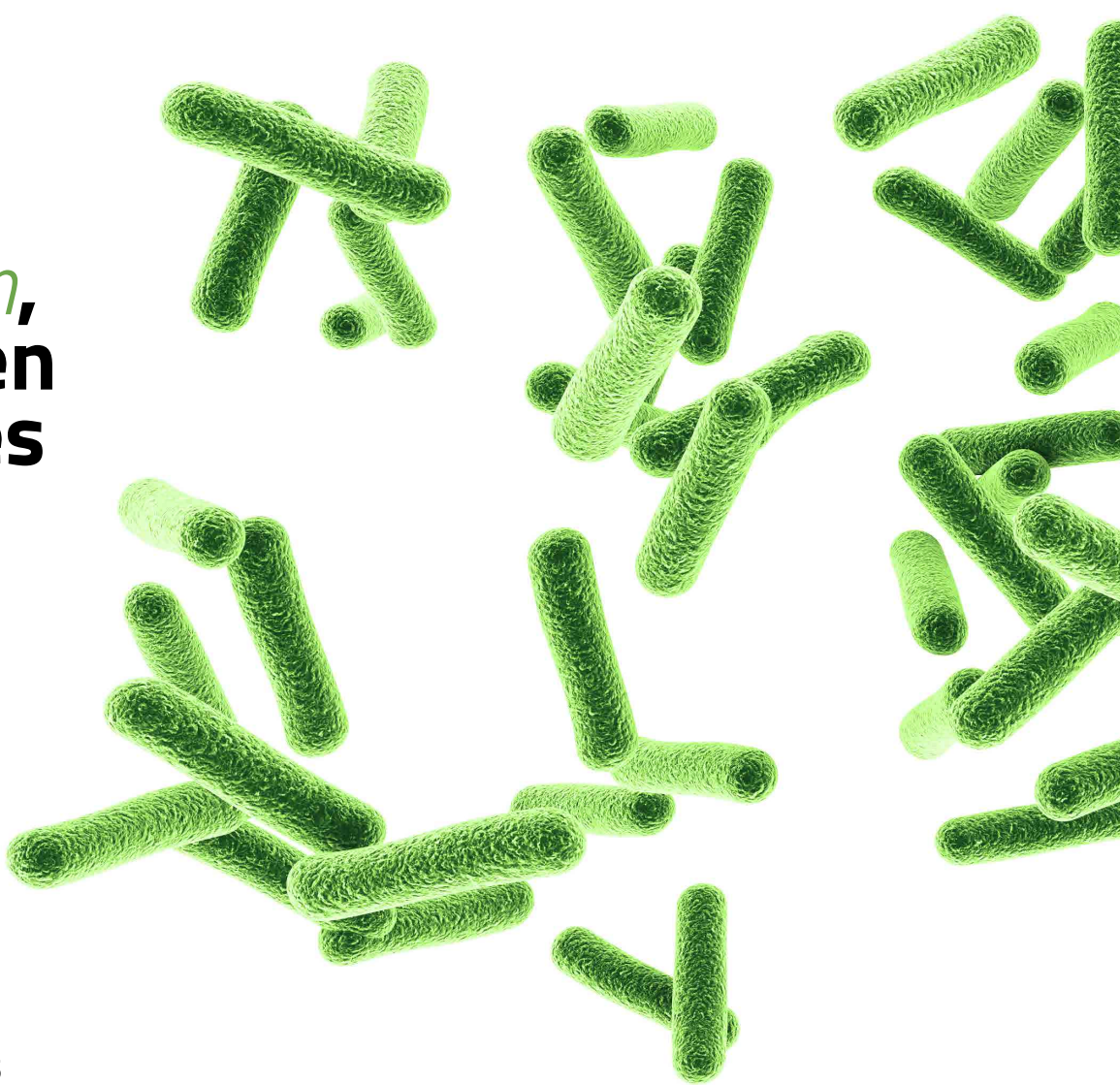
múltiples y complejos en la interacción microbio-planta (es decir, fijación de nitrógeno y biosíntesis de fitohormonas); pero ninguno de ellos individualmente fue identificado para apoyar los cambios en el crecimiento de la planta. Actualmente se acordó que la combinación o la suma de ellos operan brindando beneficios variables al crecimiento de las plantas que interactúan con diversas condiciones ambientales estresantes.

En la actualidad, se identificaron 12 especies de *Azospirillum sp.*, aunque en la producción de inoculantes comerciales se han utilizado *A. brasilense* y *A. lipoferum*, siendo la primera la más común a nivel mundial. Según informó Alejandro Perticari en 2006, *A. brasilense* Az39 es la cepa con mejor performance y la recomendada para la fabricación de inoculantes para trigo y maíz en Argentina.

La productividad de los cultivos y el rendimiento de los granos se ven fuertemente afectados por el medioambiente. Por lo tanto, el éxito de la práctica recae tanto en la tarea de inoculación como en las condiciones ambientales.

El riesgo de incompatibilidad entre los microorganismos presentes en los inoculantes y los diversos compuestos utilizados en los tratamientos de semillas (por ej.: fungicidas, insecticidas, micronutrientes, pigmentos, etc.), limita las ventajas de la inoculación y esto debe investigarse.

En evaluaciones de campo, los beneficios de la inoculación con la rizobacteria, relacionada principalmente con los atributos de la planta definidos durante el crecimiento temprano, pueden imputarse al aumento en el desarrollo de la raíz, lo que incrementa el volumen de suelo explorado





para la adquisición de nutrientes y agua.

Durante las últimas dos décadas, se estudió intensamente la inoculación de diversos cultivos con distintas cepas de *Azospirillum sp.* Los resultados demostraron beneficios consistentes: mejora el crecimiento, el desarrollo y la productividad de la planta, tanto en ambientes controlados como en el lote. El uso de inoculantes del *Azospirillum* cobra más relevancia en situaciones abióticas limitantes (tierras secas, fertilización limitada, etc.).

Según informes publicados recientemente, la inoculación de cultivos en condiciones de baja humedad en el suelo, mostró respuestas de rendimiento de grano en invierno (14.0%) y cereales de verano (9.5%) y también en leguminosas (6.6%). No obstante, estas respuestas apenas se observan bajo fuertes condiciones de

crecimiento estresantes, es decir, sequías severas, limitaciones importantes de nutrientes, etc. Esto se debe a la interacción compleja entre los modos de acción de *Azospirillum sp.* y plantas, los métodos de inoculación y diversas condiciones de producción de cultivos.

Ferraris y col., realizaron entre los años 2003 y 2009 32 ensayos en cultivo de trigo bajo condiciones habituales de producción, utilizando inoculantes de diferentes marcas comerciales. Como resultado, se obtuvieron diferencias significativas en el rendimiento en ocho experimentos ($P < 0,10$). Cuando se analiza la interacción sitio x tratamiento, el efecto del tratamiento de inoculación es significativo ($P < 0,05$). La respuesta media llegó a 297 kg/ha, lo que representa un 7,8% de incremento. Dicha mejora en la producción se relacionó

en forma inversa con las lluvias totales durante el ciclo del cultivo y las ocurridas entre octubre y noviembre. El incremento de respuesta asociado a menores precipitaciones se basa en la ventaja competitiva para la adquisición de agua y nutrientes que tendrían los tratamientos inoculados, otorgada por un mayor crecimiento aéreo y radicular inicial.

Gran parte de los ensayos realizados por Díaz Zorita y col. en 2004 y 2008, y por Ferraris y col. en 2008, indican que la respuesta fue similar bajo diferentes niveles tecnológicos, dosis de fertilizante o genotipo. Sin embargo, experimentalmente se demuestra que una mejora en el ambiente productivo conlleva una mayor respuesta a la inoculación con *Azospirillum*. Esto se debería a la generación de cultivos con mayor tasa de crecimiento y mayor

demanda de agua y nutrientes, y también por la creación de un ambiente rizosférico más apropiado para los microorganismos en situaciones de alto rendimiento (mayor liberación de exudados radicales, reciclaje de carbono, cobertura y almacenaje de agua en el suelo).

El efecto de la fertilización sobre la respuesta a la inoculación es controvertido y varía según el nutriente aplicado, la tasa y la respuesta del cultivo a esta práctica. En la actualidad se considera que la mayor respuesta a la inoculación se produce bajo dosis medias a elevadas de nutrientes. Cuando la fertilización es ausente o muy reducida, se producen deficiencias severas que disminuyen el crecimiento, la duración del área foliar y afectan procesos fisiológicos esenciales que difícilmente puedan ser contrarrestados por un agente biológico. Por el contrario, una fertilización sin restricciones resta importancia al factor eficiencia, una de las ventajas atribuida a los microorganismos promotores del crecimiento vegetal en forma reiterada.

Además, se observó que la respuesta en maíz permanece estable bajo situaciones hídricas contrastantes. Una condición de sequía severa, como la observada durante la campaña 2008/09 (déficit de 323 mm) en el centro norte de Buenos Aires y sur de Santa Fe, no afectaría el nivel de respuesta. En tal sentido, la respuesta alcanzó 5,4% en la campaña mejor provista de agua y 4,6% en la de mayor deficiencia hídrica.

Hay suficiente evidencia reportada por Díaz Zorita y Fernández Caniggia en 2008 y Ferraris y col. en el mismo año, que indica que la respuesta a *Azospirillum* no está afectada por el ciclo de maduración del genotipo sembrado. Sin embargo, es probable que exista variabilidad entre especies, o eventualmente cultivares, que jerarquicen diferentes componentes en la construcción de su rendimiento. Aquellos cultivos que definen su rendimiento en etapas tempranas del ciclo, como por ejemplo cebada Scarlett (que construye su producción a partir de un alto número de macollos), o con lento crecimiento inicial

como el “maíz pop”, algunas especies forrajeras, maíces en suelos fríos o siembras muy tempranas, podrían ser los más beneficiados por la promoción de crecimiento lograda en tratamientos inoculados con la rizobacteria. Esta variabilidad interespecífica en la respuesta es hoy motivo de investigación.

Parte de los desafíos actuales respecto al uso de *Azospirillum sp.* como inoculante, están relacionados con el desarrollo de formulaciones amigables para tratamientos de semillas que se utilizarán en diversas aplicaciones, condiciones de manejo de almacenamiento y condiciones ambientales. Por ejemplo, se recomiendan varios inoculantes en combinación con tratamientos de semillas sintéticas que muestran supervivencia a largo plazo de los microbios, lo que permite su uso en procesos industriales. Sin embargo, sus formulaciones también muestran varias limitaciones de fabricación debido a factores como la necesidad de aplicar grandes volúmenes de líquidos o la manipulación y fijación de polvos secos. Por otro lado, el desarrollo de sistemas de aplicación alternativos, como la administración del *Azospirillum* en el surco de siembra simultáneamente con la operación de siembra, se considera una solución para superar las limitaciones de la inoculación en la semilla.

El uso de *Azospirillum sp.* apoya el crecimiento natural de diversas especies de plantas al mitigar múltiples estreses abióticos y proporcionar una contribución directa, no solo aumentando los rendimientos de los cultivos sino también mejorando la eficacia en el uso de diversos recursos de producción (fertilizantes, tierra, etc.) con beneficios extendidos para el medioambiente. Sin embargo, también es necesario promo-

ver un programa de comunicación fuerte y coordinado sobre los beneficios ya medidos de la inoculación con *Azospirillum sp.* Cepas que complementan las prácticas actuales de cultivo extensivo y también intensivo. Estas redes de comunicación deberían incluir no solo usuarios directos de estos productos sino también otros actores de entornos rurales y urbanos y entes reguladores locales. Las investigaciones, además, deberían hacer foco en los mecanismos complementarios con otros microorganismos beneficiosos, así como la identificación genómica de marcadores que facilitarán la selección y la mejora de la cepa.

Referencias:

Cassan, F. y Díaz-Zorita, M. 2016. *Azospirillum sp.* in current agriculture: From the laboratory to the field. *Soil Biology & Biochemistry* 103 (2016) 117 e 130.

Ferraris, G. y Faggioli, V. Inoculación con microorganismos con efecto promotor de crecimiento. Conocimientos actuales y experiencias realizadas en la Región Pampeana Argentina. Disponible en línea: https://inta.gob.ar/sites/default/files/scripttmp-inta_microorganismos_13.pdf.

Puente, M. y A. Peticari. 2006. Inoculación de trigo con *Azospirillum*. Trigo en Siembra Directa. 97-99. Revista Técnica de la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa, AAPRESID.

Accedé a esta información y más en la Biblioteca Digital Aapresid

