

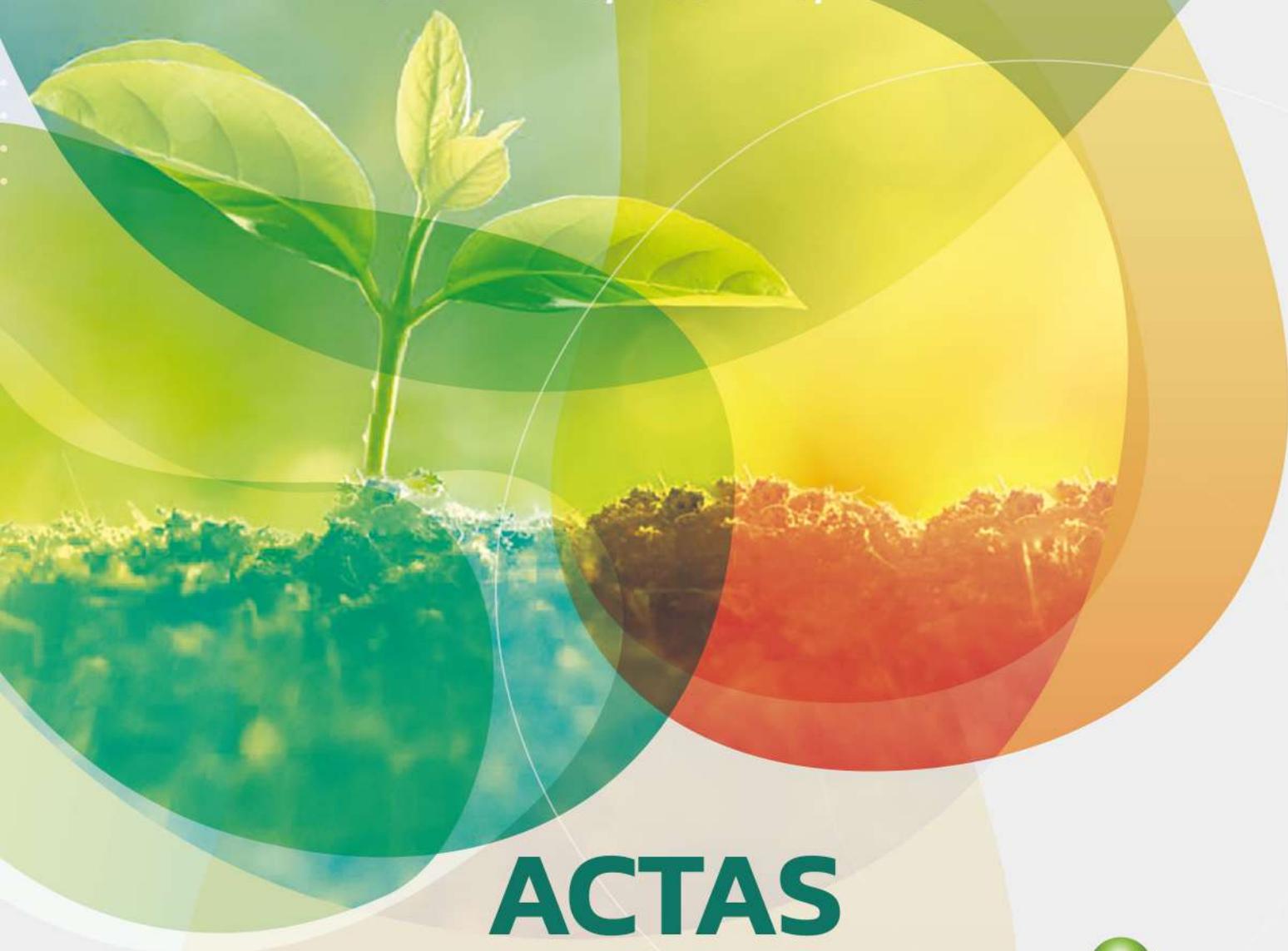


Simposio  
**Fertilidad 2023**

***AL GRAN SUELO ARGENTINO ¡SALUD!***

**10 Y 11 DE MAYO 2023**

**METROPOLITANO, ROSARIO, ARGENTINA**



**ACTAS**

[www.fertilizar.org.ar](http://www.fertilizar.org.ar)

  
**FERTILIZAR**  
ASOCIACION CIVIL

## ¿Cómo encajan los biofertilizantes en el modelo de Agricultura 4.0?

Fabrizio Dario Cassán

Laboratorio de Fisiología Vegetal e Interacción planta-microorganismo. Instituto de Investigaciones Agrobiotecnológicas. INIAB-CONICET-UNRC  
Contacto: [fcassan@exa.unrc.edu.ar](mailto:fcassan@exa.unrc.edu.ar)

### Los productos biológicos en el contexto de una Agricultura 4.0

La agricultura debe aumentar la productividad de los cultivos de manera sostenible. Se considera bioinsumo a todo insumo biológico, de origen animal, vegetal o microbiano, que utilizado en agricultura, genera un impacto positivo en los cultivos (definición propuesta por el Comité Asesor en Bioinsumos para Agricultura o CABUA en 2013). En nuestro país, los productos denominados como bioinsumos, son comúnmente puestos en el mercado bajo diferentes denominaciones (inoculantes, biofertilizantes, bioestimulantes, etc.); sin embargo, la normativa, vigente, cuya última modificación fue introducida en el año 2011, considera que los productos biológicos para agricultura (no definidos como bioinsumos en la letra de la ley), solo se clasifican en dos categorías para su registro, control y comercialización, biofertilizantes y biopesticidas. Un fertilizante se utiliza para mejorar el crecimiento de las plantas y aumentar su rendimiento (en el caso de cultivos) desde la perspectiva de su aporte de macro o micronutrientes en composición (en el sentido *sensu stricto*), pero en nuestro país, los productos biológicos asociados a la nutrición mineral o al crecimiento de las plantas o al aumento de su tolerancia a condiciones desfavorables, se registran y comercializan como fertilizantes biológicos (biofertilizantes), pero paradójicamente no aportan nutrientes en composición. Por ejemplo, los inoculantes para leguminosas formulados con rizobios, claramente no aportan elementos minerales en composición, pero si las bacterias, viables y fisiológicamente capaces de biodisponer nitrógeno para las plantas, a través del establecimiento de una simbiosis y la fijación biológica de este elemento. Diferencias tan espectaculares como la capacidad de una bacteria para fijar nitrógeno, solubilizar fósforo o potasio, producir compuestos con capacidad de aumentar el crecimiento de una planta o su tolerancia a estrés (fitohormonas), parecen

ser lo mismo desde el punto de vista normativo y se resumen bajo el registro comercial de biofertilizante. En un escenario en el que Argentina es un productor consolidado de tecnologías de base biológica y más de 50 años de experiencia en el desarrollo y utilización de productos para agricultura, además de un centenar de empresas instaladas en el país, consideramos necesario modificar la normativa vigente y adecuar los beneficios aportados por cada microorganismo a un tipo de producto en particular.

### ¿Se considera el uso de biofertilizantes como una práctica consolidada?

La diferencia parece simple en el caso de productos formulados con bacterias simbióticas fijadoras de nitrógeno para leguminosas, como la soja, donde la simbiosis goza de un gran prestigio desde el punto de vista agronómico y en la actualidad es la fuente más importante para la captación de nitrógeno desde la atmósfera en sistemas agrícolas. La cantidad de nitrógeno fijado en condiciones agronómicas por una leguminosa, como la soja, puede alcanzar los 300 kg.ha.año<sup>-1</sup> y evita el requerimiento de fertilización nitrogenada. Por otro lado, la inoculación impacta en el cultivo con incrementos de rendimiento de aprox. 10% (250 kg.ha<sup>-1</sup>). Nadie puede discutir que la inoculación (biofertilización) en cultivos de leguminosas es una práctica consolidada, pero ¿Cuál es el estado de situación de otros microorganismos no rizobiales y su aplicación en cultivos de no-leguminosas? *Azospirillum* sp. es uno de los géneros de rizobacterias promotoras del crecimiento más estudiados en todo el mundo y uno de los más utilizados en nuestro país para la formulación de inoculantes destinados al tratamiento de especies vegetales no-leguminosas y en los últimos años, de leguminosas en co-inoculación con rizobios. *Azospirillum* sp. puede mejorar el crecimiento y desarrollo vegetal debido a la expresión de diferentes

mecanismos fisiológicos o bioquímicos directos e indirectos, que en la actualidad se consideran dentro de un modelo de mayor complejidad. El primer mecanismo propuesto para explicar la capacidad de promoción de crecimiento de esta bacteria estuvo asociado a la fijación no simbiótica de nitrógeno; sin embargo, este mecanismo ha tenido menos significancia agronómica de la que se esperaba inicialmente y por ello se han propuesto y estudiado otros mecanismos, como la producción de fitohormonas, como las auxinas, pero principalmente ácido indol-3-acético (AIA). Estas moléculas tienen capacidad de modificar el metabolismo y la morfología de la raíz provocando una mayor captación de agua y nutrientes en las plantas inoculadas. Existen, en la actualidad, numerosos reportes que demuestran la capacidad de diferentes cepas de *A. brasilense* y *A. argentinense* para mejorar la incorporación y asimilación de N aportado por fertilizantes nitrogenados en cultivos como maíz, trigo, sorgo, arroz, papa y mandioca, en condiciones agronómicas. En tales trabajos se ha sugerido una reducción de la fertilización nitrogenada promedio de un 25% y con reportes máximos de hasta un 50%. Así, la inoculación con *Azospirillum* constituye una alternativa eficiente y sustentable para la Agricultura 4.0, principalmente a nivel de la reducción del uso de fertilizantes químicos nitrogenados. La aplicación excesiva de nitrógeno mineral, se ha asociado al proceso de calentamiento global por la emisión de gases de efecto invernadero y a la reducción de la fertilidad en los suelos por la pérdida de biodiversidad. Se estima que la inoculación con esta bacteria podría ahorrar hasta u\$s 15 ha<sup>-1</sup> y evitar la emisión de 236 kg de CO<sub>2</sub>-e ha<sup>-1</sup> con un impacto económico global de u\$s 1,2 billones por año. Entre 2021-2022 un total de aprox. 18,0 millones de dosis de productos a base de *Azospirillum* fueron comercializados en América del Sur para el tratamiento de maíz, soja y otras leguminosas (maní, poroto), trigo, sorgo, girasol, hortalizas, frutales etc. El aumento de rendimiento por la inoculación

se estima entre 4-14% dependiendo del tipo de cultivo y la frecuencia de éxito cercana al 80% (no ten diferente al que se estima en rizobios). Teniendo en cuenta esta información, la pregunta es ¿Podemos considerar esta tecnología consolidada?

### Bibliografía recomendada

- Baldani V. Baldani I. Döbereiner J. 1987. Biol Fertil Soils 4:37-40.
- Bashan Y, Holguin G, de-Bashan LE. 2004. Can J Microbiol 50:521-577.
- Bashan Y. and de-Bashan L. 2010. Advances in Agronomy. 108: 77-136
- Cassán F, Coniglio A, López G, Molina R, Nieves S, et al. 2020. Biol Fert Soils, 56, 461-479.
- Cassán F. & Diaz-Zorita M. 2016. Soil Biol. Biochem. 103 117-130.
- Díaz-Zorita M. & Fernández-Canigia M. 2009. Eur J Soil Biol, 45(1):3-11.
- Díaz-Zorita M. and Fernández Canigia M. 2008. En: *Azospirillum* sp. AAM. Argentina.
- Dobbelaere S. Croonenborghs A. Thys A. Broek A. Vanderleyden J. 1999. Plant Soil 212:155-164.
- Döbereiner J. et al 1995. En: Como Isolar e Identificar bacterias diazotróficas. UPFS. Brasil.
- Kennedy I. et al. 1997. Plant Soil 194(1/2): 65-79.
- Maddoni G, Ruiz R, Vilariño P, García de Salamone I. 2004. Micucci et al. 2010. Mundo Soja-Maíz. 2011. Argentina.
- Okon Y, Heytler P, Hardy W. 1983. Appl Environ Microbiol 46:694-697.
- Okon Y. 1985. Trends Biotechnol. 3: 223-228.
- Puente M, Gualpa J, López G, Molina R, Carletti S. & Cassán F. 2018. Symbiosis, 76, 41-49.
- Spaepen S. Dobbelaere S. Croonenborghs A. and Vanderleyden J. 2008. Plant Soil. 312:15-23.
- Steenhoudt O & Vanderleyden J. 2000. FEMS Microbiol Rev, vol. 24, no. 4, pp. 487-506
- Tien T. Gaskins M. and Hubbell D. 1979. Appl. Environ. Microbiol. 37:1016-1024.
- Vande Broek A. Lambrecht M. Eggermont K. Vanderleyden J. 1999. J Bacteriol 181:1338-1342



**FERTILIZAR**

ASOCIACION CIVIL



**FERTILIZAR.ORG.AR**