

Fijadores Libres de N. ⁱ

a. Introducción y características de la tecnología

La utilización de fertilizantes biológicos es un concepto que se ha puesto en práctica desde hace mucho tiempo en la Región Pampeana Argentina, pero en los últimos años ha tomado un impulso creciente, a partir del desarrollo de productos de mayor calidad, y orientados hacia nuevos cultivos.

Desde hace tiempo se reconoce que la Fijación Biológica de Nitrógeno (FBN) realiza un aporte considerable de N a las plantas de la familia de las Leguminosas. Sin embargo, la utilización por parte de los productores de inoculantes a base de las bacterias encargadas de este proceso era restringida hasta hace pocos años. El desarrollo de productos de mayor calidad y los resultados favorables observados en ensayos de investigación posibilitaron que se incrementara su uso, a la vez que despertaron interés sobre otros microorganismos como *Azospirillum*, *Pseudomonas* o Micorrizas.

Estos microorganismos están orientados a favorecer la adquisición de nutrientes por parte de los cultivos, principalmente de gramíneas, a la vez de ejercer un efecto promotor del crecimiento que ayude a superar situaciones de estrés o simplemente logre incrementar su tasa de crecimiento en algún estadio importante para la definición de los rendimientos. En todos los casos cumplen con la condición de ser amigables con el ambiente, ya que son organismos que naturalmente se encuentran en la rizosfera de las plantas cultivadas, solo que en estos casos se incrementa su población, la cual vuelve al nivel de equilibrio inicial luego de la senescencia del cultivo. Los géneros más estudiados como fijadores biológicos o promotores de crecimiento en plantas no leguminosas son los géneros *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Herbaspirillum*, y otros.

La bibliografía en general considera a *Azospirillum* como uno de los géneros de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal más estudiados en la actualidad debido a su capacidad de mejorar significativamente el crecimiento y desarrollo, así como el rendimiento de numerosas especies vegetales de interés agrícola (Bashan et al. 2004).

Los primeros mecanismos propuestos para la promoción bacteriana del crecimiento vegetal han sido relacionados con el metabolismo del nitrógeno, a través de la fijación biológica en condiciones de vida libre o por el incremento de la actividad nitrato reductasa en condiciones endofíticas, pero han tenido una menor significancia agronomica respecto de lo que se esperaba inicialmente.

ENT. Informe final sobre Tecnologías para Mitigación 480

En contrapartida, uno de los principales mecanismos propuestos en la actualidad para explicar la promoción del crecimiento vegetal, estaría relacionado con la capacidad de este microorganismo para producir o metabolizar compuestos del tipo fitohormonas, tales como ácido indol acético; citocininas (Tien et al. 1979); giberelinas (Bottini et al. 1989) y etileno (Strzelczyk et al. 1994), así como de otras moléculas reguladoras del crecimiento vegetal, tales como el ácido abscísico (ABA) (Perrig et al. 2007) y la diamina cadaverina (CAD) (Cassan et al. 2003).

En los primeros, la respuesta de crecimiento fue atribuida por lo menos a tres mecanismos bacterianos de promoción: la fijación de nitrógeno atmosférico, la producción de fitohormonas tipo auxinas y giberelinas y el efecto indirecto de la interacción de *Azospirillum* sp. con la comunidad rizosférica.

Similares resultados fueron observados en plantas inoculadas de trigo y sorgo por Pozzo-Ardizzi (1982) y en varias especies de interés comercial (Paredes-Cardona et al. 1988, Sarig et al. 1990).

Veinte años de evaluación de ensayos de inoculación a campo, muestran que un 60-70% de las experiencias realizadas fueron exitosas, con un incremento significativo de la producción entre un 5-30% en cultivos de interés agronomico (Bashan and Olguin 1997).

Los efectos de estos promotores de crecimiento son conocidos desde hace mas de veinte años. Okon y Labandera (1994) realizaron una recopilación de 20 años de resultados, pero recién en el último quinquenio, como resultado de acuerdos entre sector privado y organismos estatales, se logró tener un producto que sea confiable de aplicación extensiva en el campo. Esto se debía a que había una cierta brecha entre los productos y efectos logrados en el laboratorio y los resultados que se obtenían a campo.

b. Aplicabilidad específica y potencial en el país

Hay en la actualidad productos comerciales que contienen este tipo de bacterias y se utilizan colocando un inoculante sobre la semilla previo a la siembra.

Dentro de las experiencias publicadas por el sector privado hay respuestas en trigo sobre un total de casi 300 casos (297) hay respuestas con mejoras de 8 % en rendimiento. También se mencionan mejoras en la producción de biomasa aérea y radical (12 y 22,5 % respectivamente) en Díaz Zorita et al (2009).

También hay resultados de aumento de rendimiento en el cultivo de maíz con un aumento de producción de 511 kg por hectárea en más de 200 sitios experimentales (www.nitragin.com.ar/intranet/argentina/archivos/folleto/Folleto-digital-Nitragin-Maiz2010.pdf).

c. Status de la Tecnología en el país

En la actualidad, aun cuando los resultados obtenidos con estos productos son evaluados a nivel académico, su difusión no es masiva. En la Argentina se estima que un 5 % de los cultivos de trigo y de maíz se hallan tratados con estos promotores de crecimiento. Algunas de las posibles causas a las que se atribuye la baja incorporación de esta tecnología pueden ser:

a) La falta de resultados visibles a simple vista: una diferencia de 6 u 8 % en rendimiento no es perceptible de un lote de producción a otro.

ENT. Informe final sobre Tecnologías para Mitigación 481

b) El requerimiento de un trabajo extra, previo a la siembra, que exige tiempo y cierta inversión. Este trabajo se ve reducido en los productos de nueva generación que permiten el tratamiento de las semillas con más de una semana de anticipación a la siembra.

d. Beneficios Económicos, sociales y ambientales

Como beneficio económico esta tecnología genera un incremento en la producción de granos cercana al 8%. Este incremento es logrado a un costo mucho menor que usando la dosis de fertilizante nitrogenado que se utilizaría para ser alcanzado, con el correspondiente beneficio ambiental.

e. Beneficios en la Mitigación del cambio climático.

A los efectos de este estudio, se valorizó el impacto potencial de la adopción de fijadores biológicos en Trigo y Maíz sobre las emisiones totales al 2020, tomando un efecto del 8% de incremento del rendimiento. Esto daría lugar a una reducción de CO₂ eq. del orden del 5%, por tonelada de maíz y trigo. Esto significaría para la Argentina una reducción de 625.000 toneladas CO₂/año al 2020, usando esta tecnología en el 100% de la superficie con Trigo y Maíz.

f. Costos y Requerimientos financieros.

Esta tecnología es accesible para el productor y el valor del producto a ser utilizado ronda los 6 u\$s/ha. Por otra parte, el mercado potencial para fijadores libres en cereales es relevante. Si se considera la estimación de área para el año 2020, unas 5,1 millones de hectáreas se destinarían a Maíz y 7.7 millones de hectáreas estarían sembradas con trigo. Esto resultaría, a nivel nacional, en un mercado anual de 76 millones de u\$s. lo cual hace rentable su producción y comercialización.

ⁱ This fact sheet has been extracted from TNA Report – Argentina - Evaluación de necesidades tecnológicas y planes de acción tecnológica para adaptación al cambio climático. You can access the complete report from the TNA project website <http://tech-action.org/>