

Ventajas en el uso de biofertilizantes para el cultivo de trigo

Evaluación del efecto promotor del crecimiento vegetal de *Pantoea agglomerans* y *Azospirillum brasilense*

M. Bengoechea Barber.
Ingeniero agrónomo.

Actualmente no se trata simplemente de conseguir un incremento sostenido en el rendimiento de las superficies cerealistas, sino que además esto debe hacerse de un modo sostenible. Este enfoque está siendo cada vez más ampliamente respaldado por consumidores, agricultores e investigadores de todo el mundo, quienes se preocupan por encontrar la mejor manera de aumentar la producción ahora y en lo sucesivo. En este artículo se presentan los resultados de la aplicación de dos bacterias, *P. agglomerans* y *A. brasilense*, con distintas dosis de nitrógeno en el cultivo del trigo.

Usado como la base de harinas para fabricar pan o como ingrediente en piensos destinados a la alimentación animal, el trigo (*Triticum aestivum* L.) representa una importante fuente de alimento para la humanidad y viene siendo desde antiguo uno de los pilares maestros en la dieta mediterránea. Según la Organización para la Agricultura y la Producción de Alimentos de las Naciones Unidas, el consumo de trigo sigue el ritmo del crecimiento demográfico, necesiéndose cosechas crecientes a medida que va creciendo la población humana. En consecuencia, los agricultores dirigen sus esfuerzos a satisfacer un mercado cada vez más ávido tratando de incrementar sostenidamente la producción.

Existen dos opciones cuando se quiere producir más: destinar más hectáreas a ese cultivo, lo cual muchas veces no es posible, o aumentar la productividad de los campos disponibles. Naturalmente, esta última es la opción que la inmensa mayoría de agricultores elige, recurriendo con frecuencia a la fertilización nitrogenada como una herramienta útil, barata y eficaz para obtener cosechas más abundantes. Sin embargo, el progresivo deterioro ambiental derivado del abuso que durante años se ha estado haciendo en el empleo de fertilizantes químicos provoca rechazo entre los consumidores, un colectivo con creciente conciencia ecológica, que se ha dado cuenta

del poder que tiene para cambiar la realidad eligiendo dónde gasta su dinero.

Antecedentes

Tradicionalmente los agricultores esparcen por sus campos abonos sintéticos a base de nitrato con la intención de mejorar sus cosechas, pero está demostrado que una parte de este nitrato es lavado por el agua y se pierde, pasando a ser un gasto innecesario y un serio problema ecológico. Reducir las cantidades de nitrato aportadas al cultivo sin mermar la producción triguera es una estrategia inteligente en la que se vie-

LAS BACTERIAS DIAZÓTROFAS son un verdadero filón si se tienen en cuenta las inmensas cantidades de nitrógeno libre existentes en la atmósfera. Pero convertir literalmente el aire en alimento para los cultivos no es todo lo que hacen algunas de estas bacterias, pues se ha demostrado que también son capaces de segregar compuestos indólicos

ne trabajando desde hace años.

Desde que la Dra. Döbereiner y sus colegas comenzaron a estudiar determinadas bacterias que habitan de manera natural en algunos suelos para las plantas, las llamadas "bacterias diazótrofes", es mucho lo que se ha avanzado en este campo. Las bacterias diazótrofes son un verdadero filón si se tienen en cuenta las inmensas cantidades de nitrógeno libre existentes en la atmósfera. Pero convertir literalmente el aire en alimento para los cultivos no es todo lo que hacen algunas de estas bacterias, pues se ha demostrado que también son capaces de segregar compuestos indólicos, que son semejantes a hormonas vegetales que potencian efectivamente el desarrollo del sistema radical del trigo, y en especial de los pelos radicales, que son las zonas a través de las cuales la raíz toma su alimento.

Últimos avances

Investigaciones efectuadas en el marco del proyecto de investigación Fondef durante el año 2006, descritas detalladamente en mi tesis, titulada "Evaluación del efecto promotor del crecimiento vegetal de *Pantoea agglome-*





rans y *Azospirillum brasilense* encapsuladas sobre trigo var. Otto”, han puesto de manifiesto la capacidad que algunas cepas selectas de las bacterias *P. agglomerans* y *A. brasilense* tienen a la hora de

promocionar el crecimiento vegetal en trigo panificable.

Los experimentos consistieron en cultivar in vitro durante cuarenta días plántulas de trigo inoculadas con las bacterias ante-

riormente citadas sometidas a diferentes niveles de fertilización nitrogenada para luego comparar los resultados con los del testigo no inoculado (**cuadro I**). Para el cultivo de las plántulas se empleó agar mezclado con una solución nutritiva similar a la Murashigui-Skoog, alterando los contenidos de nitrógeno de la misma según cada tratamiento, mientras que el resto de nutrientes se mantuvo en idénticas concentraciones. Los diferentes niveles de fertilización nitrogenada usados fueron: N1 = completa ausencia de nitrógeno, N2 = dosis media-baja de nitrógeno, N3 = dosis media-alta de nitrógeno, N4 = dosis normal de nitrógeno. Como inóculo se utilizó la cepa FT326 de *A. brasilense* y las cepas C1 y C2 de *P. agglomerans*, previamente encapsuladas dentro de esferas sólidas de alginato, material biodegradable con origen vegetal que permite la difusión de sustancias agrobiológicamente valiosas, con dos

calibres diferentes. Se efectuaron tres repeticiones para cada tratamiento, teniendo que preparar un total de 84 unidades experimentales y 84 frascos de vidrio sellados, cada uno con cinco plántulas en su interior.

Tras cultivar las plántulas bajo condiciones de temperatura, luz y humedad controladas, se procedió a extraerlas, lavarlas y secarlas en una estufa durante el tiempo necesario para tomar después los datos oportunos, que fueron el peso seco de la parte aérea y el peso seco de la raíz, así como la longitud y superficie totales del sistema radical.

Se encontró que, dentro de un mismo nivel de fertilización nitrogenada, las plántulas inoculadas tanto con *A. brasilense* como con *P. agglomerans* mostraron casi siempre valores significativamente superiores a los del testigo, tanto a nivel de biomasa aérea como de biomasa radical. Resultados igualmente positivos

Cuadro I.

Experimentos realizados en plántulas de trigo inoculadas con *P. agglomerans* y *A. brasilense* sometidas a diferentes niveles de fertilización nitrogenada.

Tratamiento	Cepa	Tamaño de cápsulas*	Fertilización**
T1	Ninguna	Sin cápsulas	N1
T2			N2
T3			N3
T4			N4
T5	<i>A. brasilense</i>	Grande	N1
T6			N2
T7			N3
T8			N4
T9		Pequeño	N1
T10			N2
T11			N3
T12			N4
T13	<i>P. agglomerans</i> (cepa C1)	Grande	N1
T14			N2
T15			N3
T16			N4
T17		Pequeño	N1
T18			N2
T19			N3
T20			N4
T21	<i>P. agglomerans</i> (cepa C2)	Grande	N1
T22			N2
T23			N3
T24			N4
T25		Pequeño	N1
T26			N2
T27			N3
T28			N4

Resumen de los 28 tratamientos del diseño experimental.

*Grande = cápsulas con 4 mm de calibre. Pequeño = cápsulas con 2 mm de calibre.

**N1 = carente de nitrógeno. N2 = dosis media-baja de nitrógeno. N3 = dosis media-alta de nitrógeno. N4 = dosis normal de nitrógeno.

Abonos y Fitosanitarios Ecológicos Certificados

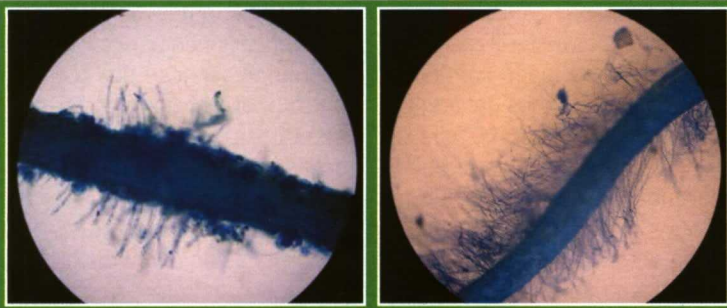
Soluciones ecológicas y naturales para las plantas de su huerto o jardín



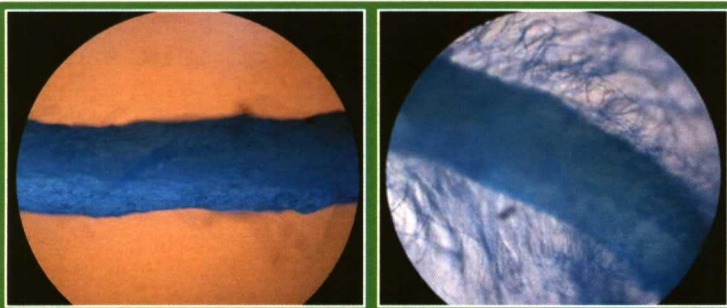
www.agromed.net
agromed@agromed.net

MiniAgromed

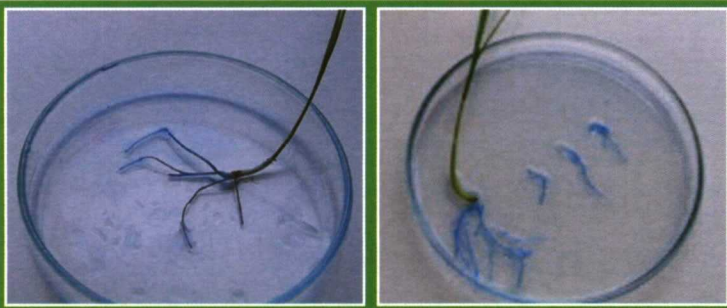
Ctra. Gójar-Dílar, Km. 2,5 · 18150 GÓJAR - GRANADA - SPAIN
 Telf.: +34 958 59 71 17 · +34 958 59 76 11 · Fax: 958 59 71 17



Raicilla sin inóculo (izda) y raicilla inoculada (drcha).



Segmento de raíz sin inóculo (izda) y segmento de raíz inoculado (drcha).



Plántula sin inocular (izda) y plántula inoculada (drcha).

fueron encontrados en cuanto a longitud y superficie radical totales. Las diferencias encontradas son atribuibles al efecto promotor del crecimiento que las distintas cepas ensayadas demostraron tener sobre plántulas de trigo, pues el resto de factores afectó a todas las plantas de idéntica manera.

Asumiendo que las cepas ensayadas promueven efectivamente el crecimiento vegetal en plántulas de trigo, es interesante comparar, dentro de un mismo inóculo bacteriano, los resultados obtenidos con los distintos grados de fertilización nitrogenada. Mediante este contraste pudo demostrarse que son las dosis intermedias de nitrógeno, combinadas con la acción de *A. brasilense* o de *P. agglomerans*, las que mejores resultados die-

EN EL PLANO ECONÓMICO, la utilización de *P. agglomerans* y *A. brasilense* supone una disminución del coste productivo, pues hace falta aplicar menores cantidades de fertilizantes nitrogenados para obtener cosechas bien satisfactorias, ya que las bacterias aportan parte del nitrógeno que necesita el trigo para su desarrollo

SE ENCONTRÓ QUE, DENTRO DE UN MISMO NIVEL DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA, las plántulas inoculadas tanto con *A. brasilense* como con *P. agglomerans* mostraron casi siempre valores significativamente superiores a los del testigo, tanto a nivel de biomasa aérea como de biomasa radical

ron a la hora de estimular el crecimiento vegetal. Este hecho observado encuentra respaldo en trabajos similares efectuados por otros investigadores, los cuales evidenciaron la actividad inhibidora que altas dosis de nitrógeno en el medio ejercen sobre la actividad promotora del crecimiento vegetal por parte de microorganismos diazotófos.

Se encontró, además, que las cápsulas de menor calibre acentúan el efecto promotor del crecimiento vegetal en comparación con las cápsulas más gruesas. Esta observación se explica teniendo en cuenta que para un mismo volumen de inóculo la superficie difusora de sustancias con origen bacteriano es mayor cuanto más pequeñas son las mismas. Otro hecho importante es que la distancia promedio cápsula-raíz es menor cuanto más pequeñas sean las cápsulas utilizadas, pues usando inóculos a base de cápsulas pequeñas éstas serán más numerosas y estarán mejor repartidas por el sustrato donde crece el trigo.

Perspectivas para el futuro

En un mundo en continua evolución, la agricultura no debe quedarse atrás, tiene que inte-

grar del mejor modo posible cada avance disponible. Y es precisamente un nuevo paso hacia delante, en la medida en que brinda una nueva opción muy ventajosa para el agricultor y toda la sociedad, lo que supone el trabajo expuesto en estas líneas.

En el plano económico, la utilización de *P. agglomerans* y *A. brasilense* supone una disminución del coste productivo, pues hace falta aplicar menores cantidades de fertilizantes nitrogenados para obtener cosechas bien satisfactorias, ya que las bacterias aportan parte del nitrógeno que necesita el trigo para su desarrollo. Algo similar puede ocurrir con el resto de nutrientes pues, dotado con raíces más extensas y potentes gracias a la acción bacteriana, el trigo será más eficaz extrayendo otros recursos contenidos en el suelo, tal es el caso del fósforo, el potasio e incluso los recursos hídricos.

En el plano ecológico, el uso de estas bacterias es también una ventaja, pues raíces más extensas suponen una más rápida absorción de los fertilizantes aplicados, dejando menos tiempo para que puedan ser lavados y lleguen hasta los acuíferos.

Es también interesante resaltar que las ventajas expuestas más arriba aparecen ya desde los primeros días de vida del trigo, lo cual facilita su correcta implantación y supone una interesante ayuda durante una de las fases más sensibles del cultivo.

Conclusión

Combinar la inoculación de cepas bacterianas seleccionadas pertenecientes a las especies *P. agglomerans* o *A. brasilense* con una fertilización nitrogenada adecuadamente calibrada supone una muy ventajosa alternativa en cultivos de trigo panificable. ■

Agradecimientos

A Luigi Ciampi y a Astrid Ballesta por el papel que ambos jugaron en el desarrollo y en la conclusión afortunada de esta investigación tan importante para mí.