

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

Instituto de Ciencias Agrícolas



**XVII CONGRESO INTERNACIONAL DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS**

M E M O R I A S

Mexicali Baja California México

9 y 10 de octubre del 2014



MEMORIAS DEL XVII CONGRESO INTERNACIONAL DE CIENCIAS AGRÍCOLAS



Universidad Autónoma de Baja California

**Instituto de Ciencias Agrícolas
Facultad de Ingeniería y Negocios**



Universidad de Sonora

Departamento de Agricultura y Ganadería



Universidad Autónoma de Sinaloa

Facultad de Agronomía

9 y 10 de Octubre del 2014

EVALUACIÓN DE BACTERIAS DIAZOTRÓFICAS NATIVAS PARA USO COMO BIOFERTILIZANTE EN EL CULTIVO DE TRIGO

Velázquez Gutiérrez Miguel Francisco¹, Moreno-Salazar Sergio F.², Rentería-Martínez María Eugenia², Ramírez Reyes Francisco², Ochoa-Meza Andrés^{2*}

¹ Estudiante de la Carrera de Ingeniero Agrónomo. Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora.

² Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora. Carretera a Bahía de Kino Km. 21. Hermosillo, Sonora. Tel: +6625960297

*Autor para correspondencia. aochoa@guayacan.uson.mx

Resumen

La superficie sembrada con trigo en Sonora fue de 310,256 ha en 2012, con un rendimiento de 5.7 t ha⁻¹, lo que lo hace ser uno de los cultivos más importantes. La producción depende de riego auxiliar, así como de fertilizantes nitrogenados. Una alternativa a la fertilización la constituye el uso de bacterias fijadoras de nitrógeno (BFN) que pueden aportar una parte importante de este nutriente. El presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar la eficacia de las BFN para fomentar el desarrollo y aumentar la producción del trigo. En las parcelas se varió la fertilización nitrogenada en los niveles de 120 y 240 kg ha⁻¹. Se evaluó el número de espiguillas por espiga y la producción total de grano. Los resultados indican tendencias contrastantes en los efectos que ocasionaron las BFN en los diferentes tratamientos, ya que la producción varió de 2.7 a 6.0 t ha⁻¹, sin que se encontraran diferencias estadísticas entre los promedios de las variables evaluadas. Sin embargo, el consorcio microbiano incrementó en 11.3% su eficacia al incrementarse de 120 a 240 la dosis de N ha⁻¹.

Palabras clave: Azotobacter, Azospirillum, Rendimiento

Abstract

The area planted to wheat in Sonora was 310.256 ha in 2012, with a yield of 5.7 ton ha⁻¹ which makes him one of the most important crops. Production is dependent of auxiliary irrigation and nitrogen fertilizer. An alternative to the fertilization is the use of nitrogen-fixing bacteria (NFB) that can make an important part of this nutrient. This work was performed in order to evaluate the efficiency of three isolates of NFB, to promote the development and increase the production of wheat. Isolates from the rhizosphere of common grasses, alone or in combination were used in inoculated plots varying nitrogen fertilization at two levels of 120 and 240 kg ha⁻¹. The number of spikelets per spike and total grain production was evaluated. The results show contrasting data between different treatments, ranging from 2.7 up to 6.0 t ha⁻¹. No statistical differences between the variables assessed were found, however, microbial consortium favour a 11.3 yield increment when N dose was augmented from 120 to 240 k ha⁻¹.

Keywords: Azotobacter, Azospirillum, Yield

Introducción

A través del tiempo, el trigo ha jugado un papel importante en el desarrollo de la civilización humana, siendo uno de los tres granos más producidos a nivel mundial junto al maíz y el arroz. Debido a su valor nutrimental y a su diversidad de formas para su consumo, este grano pasa a tener un papel fundamental en la dieta de la población global (FAO, 2013). En Sonora en el ciclo otoño-invierno 2011-2012 la superficie sembrada fue de 310,256 ha con un rendimiento promedio de 5.7 ton ha⁻¹ (SAGARPA, 2013) lo que le hace ser uno de los cultivos que ocupan de las mayores superficies sembradas. La producción tradicional de trigo en el Estado depende de riego auxiliar, así como de una importante cantidad de fertilizantes nitrogenados sintéticos (INIFAP 2001), lo que representa aumento significativo en los costos de producción debido al alza en los precios de los productos derivados de los hidrocarburos, debido a esto se ha empezado la búsqueda de nuevos paquetes tecnológicos o la re-estructuración de los ya existentes así como alternativas sustentables de producción, algunas de estas alternativas son la labranza de conservación y el uso de biofertilizantes o inoculantes microbianos entre los que se incluyen las bacterias fijadoras de nitrógeno (FAO, 2009; Rai, 2006).

Las raíces de todas las plantas están en íntimo contacto con el suelo donde los componentes vivos y no vivos afectan el desarrollo y funciones de las plantas. Numerosos microorganismos habitan el suelo que se adhiere a las raíces, este ambiente se denomina rizósfera y es donde ocurren las interacciones de las plantas con el suelo. Algunos de los microorganismos de la rizósfera son perjudiciales porque afectan negativamente a las plantas causando enfermedades, otros microorganismos son benéficos porque favorecen en algún sentido el crecimiento y desarrollo de las plantas (De Bashan *et al.*, 2007).

Dentro de los microorganismos benéficos se encuentra un grupo denominado “bacterias diazotróficas” que tienen la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico y este a su vez ser utilizado por las plantas. El nitrógeno en su forma molecular (N₂) corresponde al 78% del volumen del aire, forma que no es utilizable por las plantas y una manera en la que puede ser transformado a formas disponibles es por acción de microorganismos (Rodríguez *et al.*, 1984). Dentro de éstos se encuentran las bacterias capaces de capturar y fijar el nitrógeno atmosférico -bacterias diazotróficas-, que requieren para este proceso una gran cantidad de energía la cual puede ser obtenida principalmente desde los fotosintatos y/o exudados radiculares aportados por la planta (Calvo, 2011).

Estas bacterias tienen importancia particular en la calidad de las plantas y la fertilidad del suelo y se les denomina promotoras del crecimiento e inducen el crecimiento de la planta, estando *Azotobacter* y *Azospirillum* entre las más importantes en la agricultura, ya que son utilizadas como biofertilizantes (Ferrera y Alarcon, 2007; Rai, 2006) y, en concentraciones adecuadas, pueden sustituir o disminuir el uso de nitrógeno de origen industrial sin reducción de la producción. En el presente trabajo se planteó como objetivo evaluar la eficacia de diferentes cepas de BFN para mejorar el desarrollo de las plantas y aumentar la producción del trigo.

Materiales y métodos

Este trabajo se realizó en el Campo Experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora. El suelo es de textura franco arenosa y con pH neutro. El ensayo se inició con la recolección de zacates, bermuda (*Cynodon dactylon*), buffel (*Cenchrus ciliaris*) y johnson (*Sorghum halepense*) en el área de la Costa de Hermosillo, se aislaron las bacterias diazotróficas de la rizosfera de los zacates mediante la técnica de dilución en placa con medio carbón combinado para bacterias totales fijadoras de N (BFNT). Una vez aisladas las bacterias, se pusieron en tubos de cultivo con medio líquido para su multiplicación.

Se inoculó el material con los distintos tratamientos de bacterias, clasificándose cada tratamiento según la planta de origen, así el tratamiento 1 corresponde a BFN aisladas de *Cynodon*, el 2 a aisladas de *Cenchrus*, el 3 a *Sorghum*, el 4 a un consorcio de las tres anteriores, dejando el tratamiento 5 como el testigo sin inocular. En todos los casos se uniformizó la cuenta bacteriana a 1×10^7 UFC y se aplicó a la cama de siembra. Se inició con la siembra en seco, el 27 de diciembre de 2013. El material que se utilizó fue semilla de trigo (*Triticum aestivum* L.) de la variedad CIRNO C2008. Se estableció una parcela con surcos de 20 metros de largo a una separación de 80 cm, donde se sembraron dos hileras por surco con una densidad de siembra de 150 kg ha^{-1} . Se usó un diseño factorial 5×2 con bloques completos al azar, en el cual se aplicaron 5 tratamientos con bacterias y 2 dosis de nitrógeno.

Para las determinaciones de las variables a evaluar en cada muestreo se tomaron 3 repeticiones, considerando para cada una las plantas ubicadas en un metro de una hilera sencilla, misma que se eligió completamente al azar. Se efectuaron mediciones de número de espiguillas por espiga y producción total.>

Resultados y Discusión

La figura 1 muestra el número de espiguillas por espiga, en esta variable los testigos (tratamiento 5) no presentaron diferencia respecto a los efectos de los demás tratamientos, ni estos entre sí. El número de espiguillas, en las plantas con las BFN individuales (tratamientos 1, 2 y 3) y la dosis de nitrógeno de 120 kg ha^{-1} mostró poca diferencia, sin embargo el consorcio de BFN (tratamiento 4) fue el que tuvo el menor número de espiguillas a la misma dosis de fertilización. Por su parte en las plantas con los mismos tratamientos con 240 kg N ha^{-1} se presentó un patrón opuesto al de la dosis menor de N, es decir que las plantas con los tratamientos que presentaron bajo número de espiguillas a 120 kg N ha^{-1} , mostraron mayor número a 240 kg ha^{-1} y viceversa, es de resaltar que los testigos en ambos casos tienen promedios iguales, pero una mayor variabilidad a 240 kg ha^{-1} .

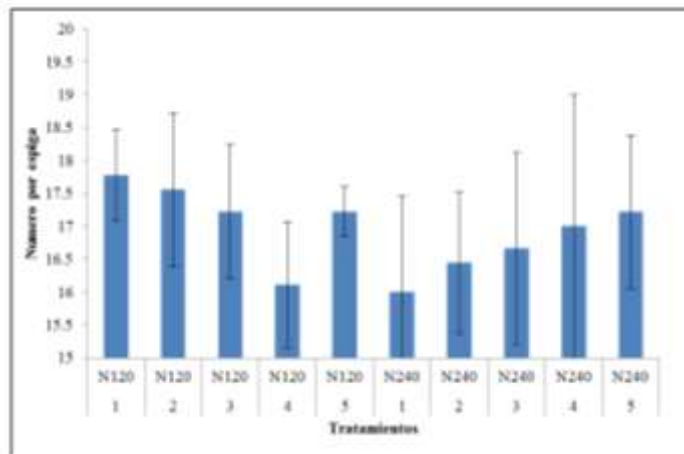
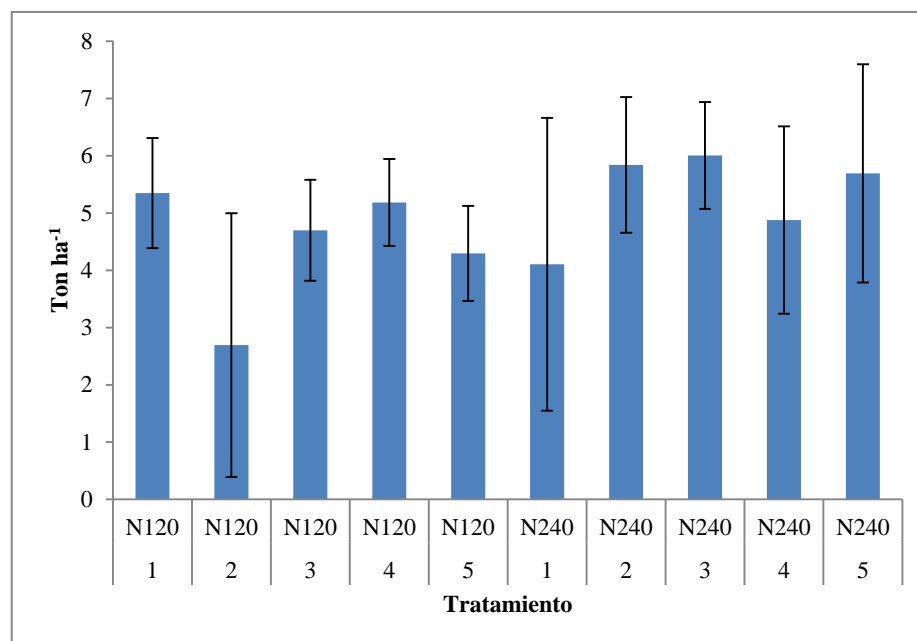


Figura 1.- Número de espiguillas por espiga.

La Figura 2 muestra el rendimiento total de grano, en esta variable los testigos (tratamiento

Figura 2.- Rendimiento total de grano



5) no presentaron diferencia respecto a los demás tratamientos, sin embargo las plantas tratadas con el tratamiento 5 con la dosis de 240 kg N ha⁻¹ mostraron mayor rendimiento respecto a las fertilizadas con la dosis de 120 kg N ha⁻¹. Se encontró poca diferencia entre el rendimiento de las plantas con las BFN individuales (tratamientos 1 y 3) y con el consorcio de BFN (tratamiento 4) a la dosis de nitrógeno de 120 kg ha⁻¹, sin embargo el tratamiento 2 fue el que tuvo el menor rendimiento a la misma dosis de fertilización. Por otro lado, las plantas con los tratamientos 2 y 3 a la dosis de 240 kg N ha⁻¹ presentaron mayor rendimiento, en comparación a las que tuvieron los mismos tratamientos con 120 kg N ha⁻¹. En las plantas con los tratamientos 1 y 4 a la dosis de 240 kg N ha⁻¹ sucedió lo contrario, mostrando menor rendimiento que las tratadas con el mismo tratamiento a la dosis de 120 kg N ha⁻¹. Estos rendimientos son comparables a los obtenidos por Ochoa-Meza *et al.* (2011) cuando trabajaron con hongos micorrizicos arbusculares en las mismas condiciones de este ensayo.

Aunque estadísticamente entre las diferentes variables del ensayo no se encontró diferencia alguna, los resultados sugieren que las distintas cepas de BFN probadas (ya sea solas o en conjunto) afectan de manera diferencial el desarrollo y producción en trigo. Este efecto es también influenciado por la cantidad de nitrógeno disponible en el suelo, teniendo por tanto, un impacto directo sobre la eficiencia de la FN de las diferentes cepas.

Conclusión

En este ensayo se encontró que las bacterias fijadoras de nitrógeno aisladas de bermuda (trat. 1) y Johnson (trat. 3), así como las del consorcio (trat. 4), aplicadas junto con 120 kg N ha⁻¹, hicieron que las plantas de trigo fueran más eficaces en el aprovechamiento del N y, en consecuencia, en el rendimiento de grano por hectárea, en comparación con el rendimiento que se obtuvo de las parcelas fertilizadas sólo con 120 kg N ha⁻¹ (testigo). Sin embargo, cuando se aplicaron 240 kg N ha⁻¹ las bacterias que ocasionaron que el rendimiento se incrementara aún más que con 120 kg ha⁻¹ fueron las aisladas de buffel (trat. 2) y johnson (trat. 3). Estos resultados demuestran que la eficacia de las BFN utilizadas en trigo depende básicamente de la disponibilidad de nitrógeno en el suelo; lo cual revela la importancia de la selección de las cepas más eficaces que se han de inocular en un cultivo ya sea solas o en conjunto, su adaptación al suelo y a las condiciones del ciclo de producción determinado. Es necesario continuar evaluando y seleccionando cepas que provean un mejor desarrollo y permitan reducir la dependencia de fertilizante sintético.

Literatura Citada

- De-Bashan L.; G., Holguín; B., Glick, Y. Bashan. 2007. Bacterias promotoras de crecimiento en plantas para propósitos agrícolas y ambientales. En: Ferrera-Cerrato, R.; A., Alarcón. Microbiología Agrícola. Trillas, México
- Calvo G., S. 2011. Bacterias simbióticas fijadoras de nitrógeno. Universidad de Salamanca. 173 – 186p.
- FAO. 2009. Current world fertilizer trends and outlook to 2013. Rome.
- FAO. 2013. Perspectivas de cosechas y situación alimentaria. No. 1.
- Ferrera-Cerrato, R.; A., Alarcón. 2007. Microbiología Agrícola. Trillas Mexico.
- INIFAP. 2001. Guía técnica para los cultivos del área de influencia del campo experimental Valle del Yaqui. CIRNO. Cd. Obregón, Sonora.
- López B., L. 1990. Cultivos herbáceos Vol. I, Cereales. Ediciones Mundi-Prensa. Bilbao. 187 – 233p.
- Ochoa-Meza A., A.M. Noriega-Valenzuela, L.F. López-Yanez, , J.C. Rodríguez, M.E. Rentería-Martínez, S. Moreno-Salazar. 2011. Influencia de la inoculación con hongos micorrizicos arbusculares en el desarrollo y producción de trigo en la costa de Hermosillo, Sonora. XIV Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. Mexicali BC.
- Rodríguez B.C., F. Sevillano, P. Subramaniam. 1984. La fijación de nitrógeno atmosférico una biotecnología en la producción agraria. 1ra. ed. CERESNET. Salamanca.
- Rai, M. K. 2006. Handbook of Microbial biofertilizers. The Haworth Press, Inc. Binghamton, NY.
- SAGARPA. 2013. Atlas agroalimentario 2013. SAGARPA, México DF.