

## **INFLUENCIA DE LA INOCULACION CON HONGOS MICORRIZICOS ARBUSCULARES EN EL DESARROLLO Y PRODUCCION DE TRIGO EN LA COSTA DE HERMOSILLO, SONORA**

**Ochoa-Meza Andrés<sup>1</sup>**, Noriega-Valenzuela Alba M. <sup>1</sup>, **López-Yanez Luis F.<sup>1</sup>**, Rodríguez Julio César<sup>1</sup>, Rentería-Martínez María Eugenia<sup>1</sup>, Moreno-Salazar Sergio<sup>1</sup>  
Departamento de Agricultura y Ganadería. Universidad de Sonora<sup>1</sup>.  
E-mail:aochoa@guayacan.uson.mx

### **Resumen**

El presente trabajo se realizó en el Campo Experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora con la finalidad de evaluar la eficiencia de un inoculante comercial a base de hongos micorrízicos arbusculares, en fomentar el desarrollo y producción del trigo variedad CIRNO C2008.

En las parcelas inoculadas se aplicó el producto comercial en dosis de 2 kg/ha. La fertilización y manejo cultural se dió atendiendo a las recomendaciones de los paquetes tecnológicos de INIFAP. Las variables a evaluar fueron: porcentaje de colonización, porcentaje de pelos absorbentes, altura de planta, número de brotes (amacollamiento), número de espigas y espiguillas, producción total y porcentaje de proteína del grano.

Se encontraron diferencias estadísticas para la mayoría de las variables, exceptuando número de brotes y número de espigas. Las variables de micorrización mostraron que la inoculación fue efectiva, al encontrarse tasas de colonización mayores en las parcelas tratadas. El desarrollo de la planta presentó respuestas diferenciales entre las variables medidas, ya que mientras que el número de espiguillas fue mayor en los tratamientos inoculados, la altura de planta fue menor, y esto se reflejó en la producción de grano que resultó más alta en los testigos, al igual que ocurrió en el porcentaje de proteína. Los resultados reafirman lo establecido por varios autores en el sentido de la importancia de la identidad del hongo micorrízico utilizado para obtener los buenos resultados atribuidos en general al uso de hongos micorrízicos arbusculares en la producción agrícola.

Palabras clave: Simbiosis, biofertilizante, proteína.

### **Abstract**

This work was conducted in the Agricultural Research Station of University of Sonora, in order to evaluate the effectiveness of an arbuscular mycorrhizal-based inoculant, in promoting the development and production of wheat variety CIRNO C2008.

Commercial product was applied at a dose of 2 kg ha<sup>-1</sup>. The fertilization and cultural management was following the recommendations of the technological packages of INIFAP. The variables assessed were: colonization rate, percentage of hairy roots, plant height, number of shoots, number of spikes and spikelets, and percentage of total grain protein.

There were statistical differences for most variables, except number of shoots and number of spikes. Variables showed that mycorrhizal inoculation was effective because higher rates of colonization found in the treated plots. The development of the plant showed differential responses between the measured variables, because while the number of spikelets was higher in inoculated treatments, plant height was lower, and this was reflected in higher grain production in the control plot, as did the percentage of protein. These results confirm statements by several others authors in the sense of the importance of the

identity of mycorrhizal fungus used to obtain good results in general attributed to the use of arbuscular mycorrhizal fungi in agricultural production.

Key Words: Symbiosis, biofertilizer, protein.

### **Introducción**

A nivel mundial el trigo es el cereal que mas se utiliza en la alimentación humana, la importancia del trigo en la dieta de los seres humanos reside principalmente en su alto valor energético (FAO, 2009). En Sonora en el ciclo otoño-invierno 2010-2011 la superficie sembrada fue de 287,574 ha con un rendimiento promedio de 5.4 ton ha<sup>-1</sup> lo que lo 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 sintéticos por lo que los paquetes tecnológicos actuales están siendo re-estudiados en función de su participación en el deterioro del recurso suelo principalmente, y en búsqueda de 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 y los hongos micorrízicos arbusculares, sean como paquetes separados o en conjunto.

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.

Dentro de los beneficios de algunos microorganismos a los cultivos, se cuenta la capacidad de incrementar la absorción de nutrientes poco disponibles del suelo, como el fósforo y el zinc, tal como actúan las micorrizas mediante simbiosis (Smith y Read, 2008).

Generalmente se considera que la mejora en la absorción de P es el beneficio principal que las plantas obtienen de la micorriza-arbuscular, y que la presencia del hongo favorece un mayor crecimiento de la planta, a menores concentraciones de P en el suelo. La relación entre el P provisto a la raíz por el hongo, y el carbono proporcionado por la planta a éste, es un valor que permite evaluar la simbiosis. Una asociación neutral produce el rendimiento máximo de la planta, una asociación costosa disminuye el rendimiento, pero ambas son benéficas cuando la disponibilidad de P es baja. La micorriza puede ser parasita cuando el costo neto excede los beneficios, se ha estimado que la simbiosis representa para la planta una aportación del 4 al 20% del total de productos de fotosíntesis al hongo (Smith y Read, 2008), por lo que es claro que promover la simbiosis micorrizica no es siempre un beneficio a la planta y especialmente cuando la planta no tiene limitaciones de recursos de P, en que la colonización puede verse disminuida (Graham, 2000).

En el presente trabajo se plantea como objetivo el evaluar la eficiencia de un inoculante comercial a base de hongos micorrízicos arbusculares, en promover una mejora en el desarrollo general del trigo y particularmente en la cantidad y calidad de la producción.

### **Materiales y Métodos**

Este trabajo se realizó en el Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora. El suelo es de textura franco arenosa, con pH neutro y nitrógeno y fósforo disponibles en cantidades de 65 y 60 kg/ha respectivamente. El ensayo se inició con la siembra en seco, el 17 de diciembre de 2010. Se usó la variedad CIRNO C2008.

El experimento consistió en la evaluación de un inoculante comercial a base de hongos micorrízicos, se establecieron dos parcelas con surcos de 12 metros de largo a una separación de 90 cm, donde se sembraron dos hileras por surco, a una densidad de siembra de 100 kg ha<sup>-1</sup>. En las parcelas inoculadas se aplicó el producto comercial en dosis de 2 kg ha<sup>-1</sup>, para lo cual se atendió a las recomendaciones del fabricante durante el proceso de la semilla y la siembra.

Para las determinaciones de las variables a evaluar se hicieron 6 muestreos. En cada muestreo se tomaron 6 repeticiones, considerando para cada una las plantas ubicadas en un metro de una hilera sencilla, misma que se eligió completamente al azar. Cada fecha de muestreo se hizo coincidir con las etapas fenológicas más importantes del cultivo como amacollamiento, encañe, embuche, floración, grano masoso y cosecha. En cada una de estas etapas se midió altura de la planta, y número de nudos, además de las variables correspondientes a una etapa en particular como fueron: días transcurridos a germinación, amacollamiento, encañe, floración, así como número de espigas y espiguillas, producción total y porcentaje de proteínas.

Para las variables de micorrización se muestreó a una profundidad aproximada de 15 a 20 cm, procurando tomar raicillas del trigo. Una vez tomada la muestra, se extrajeron y pesaron las raicillas, usando un tamiz de 2 mm o pinzas de disección. Para la cuantificación del porcentaje de colonización y pelos absorbentes se utilizó la técnica de tinción con azul de tripano propuesta por Phillips y Hayman (1970), así como el método de intersección de cuadrantes modificado por Herrera-Peraza et al. (2004). En este apartado se midió el porcentaje de colonización y el porcentaje de pelos absorbentes.

### **Resultados y Discusión**

Las variables morfológicas y de micorrización que se midieron durante el ensayo, se muestran en el cuadro 1. La altura de planta se vio disminuida en el testigo, sin embargo aunque estadísticamente se manifestó una diferencia, el tamaño de planta en ambos tratamientos corresponde al rango entre el promedio y el máximo según la descripción de la variedad (Figueroa-López et al., 2010). No se encontraron diferencias en el número de espigas por planta, mas si en el número de espiguillas por espiga, donde el tratamiento inoculado tuvo un valor mayor, por lo cual en las estimaciones previas se esperaba una cosecha de al menos un 12% más grano.

El rendimiento de grano mostró diferencias significativas, resultando una mayor producción en el tratamiento testigo, en cuanto al porcentaje de proteína no se encontraron diferencias significativas. La reducción en el rendimiento es una respuesta mostrada en muchos cultivos al ser inoculados con cepas de microorganismos no adaptados y que muestran un comportamiento tendiente al parasitismo (Hamel y Plenchete, 2007; Herrera-Peraza et al., 2004; Johnson et al., 1997). En este trabajo se considera que al no excluir en el testigo la interacción con los HMA nativos, los cuales mostraron potencial para interactuar con el cultivo, es posible arriesgar una explicación de la respuesta mostrada en producción, que sea atribuible a la interacción entre el cultivo y los HMA que están bien adaptados a las condiciones locales. En un segundo ciclo se evaluará esta posible respuesta positiva en contraposición con la respuesta ya mostrada por cepas introducidas.

Los valores en porcentaje de micorrización nativa son menores a los reportados por Covacevich et al. (2008), quienes mostraron que la intensidad de la micorrización se correlaciona con la disponibilidad de fosforo (Bray-P1). Para nuestro caso los valores son muy similares a los encontrados en las parcelas inoculadas, es de señalar sin embargo que en ambos casos corresponden a niveles bajos de fosforo disponible como se señala en

### **Materiales y Métodos.**

Con respecto a la presencia de pelos absorbentes no se tienen reportes de sus valores, es importante remarcar que este carácter se considera inversamente relacionado con la tasa de micorrización, toda vez que como establece Fitter (2004) cumplen funciones similares, y para nuestro trabajo se cumple esta

aseveración ya que la presencia de pelos absorbentes es del doble en las plantas testigo, donde la colonización por micorrizas nativas fue muy baja, por su parte en el tratamiento inoculado se muestran pocos pelos absorbentes y tasas altas de colonización micorrízica. Trabajando con agave silvestre, Ochoa-Meza et al. (2009) mostraron que en condiciones de estrés, la emisión de pelos absorbentes es menor, y se promueve una mayor colonización micorrízica lo que explicaría en parte el comportamiento inverso para nuestro caso ya que al ser un cultivo bajo riego, no se espera en ningún momento una situación de estrés hídrico.

**Cuadro 1. Comportamiento de las variables medidas en la interacción de trigo con hongos micorrízicos arbusculares (DAG-UNISON, 2011).**

Variable medida	Tratamiento	
	Inoculado	Testigo
Altura de planta (cm)	82a	77b
Numero de tallos	12a	11a
Numero de espiguillas por espiga	19.8b	16.5a
Colonización micorrízica (%)	48a	22b
Pelos radicales (%)	12b	24a
Producción de grano (kg ha <sup>-1</sup> )	6456b	8770a
Proteína (%)	14.9a	15.2a

### Conclusiones

Contrariamente a lo que se acepta como regla general de que la inoculación con HMA propicia un mejor desarrollo de las plantas, en este estudio se encontró que el efecto en trigo es negativo cuanto se usan cepas o especies comerciales que probablemente no hayan sido aisladas de suelos con condiciones agroecológicas similares. Estos resultados ponen de manifiesto la importancia de una adecuada selección de las cepas que se han de inocular en un cultivo, suelo y ciclo de producción determinados.

### Literatura citada

- Covacevich F., Sainz R.H., Barbieri P., Echeverría H. 2008. Crecimiento y micorrización arbuscular nativa de trigo en siembra directa bajo distintas formas de colocación de fósforo. *Ci. Suelo (Argentina)* 26(2): 169-175,
- Figuroa-Lopez P., Félix-Fuentes J.L., Fuentes-Dávila G., Valenzuela-Herrera V., Chávez-Villalba G., Mendoza-Lugo J.A. 2010. CIRNO 2008, Nueva variedad de trigo cristalino con alto rendimiento potencial para el Estado de Sonora. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 5:745-749.
- Fitter A.H. 2004. Magnolioid root-hairs, architecture and mycorrhizal dependency. *New Phytologist* 164:15-16

- Graham J.H. 2000. Assessing costs of arbuscular mycorrhizal symbiosis agroecosystems fungi. In: Current Advances in Mycorrhizae Research. APS Press, St. Paul, eds Podila GK, Douds Jr DD pp 127–140.
- Hamel C., Plenchette, C. 2007. Mycorrhizae in crop production. Haworth Food & Agricultural Product Press.
- Herrera-Peraza, R.A., Furrázola, E., Fernández-Valle, R., Torres, Y. 2004. Functional strategies of root hairs and arbuscular mycorrhizae in an evergreen tropical forest, Sierra del Rosario, Cuba. *Revista CENIC Ciencias Biológicas* 35:113-123.
- Johnson, N.C., Graham, J.H., Smith, F.A.. 1997. Functioning of mycorrhizal associations along the mutualism-parasitism continuum. *New Phytologist* 135:575-585.
- Ochoa Meza A., Esqueda M., Fernandez-Valle R., Herrera-Peraza R. 2009. Variación estacional de hongos micorrízicos arbusculares asociados al *Agave angustifolia* en la Sierra Sonorense, Mexico. *Revista Fitotecnia Mexicana* 32:189-199
- Phillips JM, Hayman DS. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assesment of infection. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 55: 158-161.
- Smith S.E., Read D.J. 2008. Mycorrhizal symbiosis. 3ra Ed. Academic Press.