

Efecto de diferentes sistemas de fertilización en el rendimiento de frijol de humedad residual en Veracruz

Effect of different fertilization systems on yield of residual moisture beans in Veracruz

Oscar Hugo Tosquy-Valle^{1✉}, Valentín A. Esqueda-Esquivel¹, Rigoberto Zetina-Lezama¹, Arturo Durán-Prado¹ y José Raúl Rodríguez-Rodríguez²

¹C. E. Cotaxtla. INIFAP. km 34.5 carr. Veracruz-Córdoba, Mpio. de Medellín, Ver. C. P. 94270. Tel. (229)2622232. tosquy.oscar@inifap.gob.mx ✉ Autor para correspondencia

²C. E. Ixtacuaco. INIFAP. km. 4.5 carr. Martínez de la Torre-Tlapacoyan, Mpio. de Martínez de la Torre, Ver.

Recibido: 6/01/2014

Aceptado: 14/07/2014

RESUMEN

En otoño-invierno 2009/2010, se establecieron dos módulos experimentales, para determinar el efecto de sistemas de fertilización en el rendimiento del frijol. Los módulos se establecieron en José Azueta y Medellín, en el sur y centro de Veracruz, respectivamente. Se evaluaron los tratamientos: 1. Sin fertilización, 2. Inoculación de 1 kg de *Glomus intrarradices* en 45 kg de semilla ha⁻¹ (Gi) + la dosis 40N-20P₂O₅-0K₂O (Fq) y 3. Gi + Fq + fertilización foliar orgánica con Nutripro Xtra-Alga, Nutripro Forte y Aminofit Xtra a 1 L ha⁻¹ cada uno. Cada tratamiento ocupó una superficie de 3000 m². El rendimiento de grano se estimó mediante tres muestreos de 3 m² en cada tratamiento. Se realizó análisis de varianza por localidad, en diseño completamente al azar, considerando cada muestreo como una repetición, y un análisis combinado (localidades-fertilización); para la separación de promedios se aplicó la prueba de Tukey ($p < 0,05$). En José Azueta se obtuvo un rendimiento promedio de 1471,33 kg ha⁻¹, significativamente superior al de Medellín (826,67 kg ha⁻¹). La inoculación a la semilla con *G. intrarradices*, en combinación con la dosis 40N-20P₂O₅-0K₂O, incrementó en 87,6% el rendimiento de grano, en relación al testigo sin fertilización, pero con la aplicación complementaria de fertilizantes foliares orgánicos, no se obtuvo un incremento adicional en el rendimiento.

Palabras claves: *Phaseolus vulgaris*, *Glomus intrarradices*, fertilización edáfica y foliar.

ABSTRACT

In Autumn-Winter 2009/2010, two experimental modules were established to determine the effect of fertilization systems on bean yield and compare them with the control without fertilization. The modules were established in Medellin and Jose Azueta in central and southern Veracruz, respectively. The treatments were: 1. Without fertilization, 2. Inoculation of 45 kg of seed with 1 kg of *Glomus intrarradices* (Gi) + 40N-20P₂O₅-0K₂O (Fq) and 3. Gi + Fq + organic foliar fertilization with Nutripro Xtra-Alga, Nutripro Forte and Aminofit Xtra at 1 L ha⁻¹ each. Each treatment occupied an area of 3000 m². Grain yield was estimated using three samples of 3 m² in each treatment. Analysis of variance was performed by location, in a completely randomized design, considering each sample as a replication, and a combined analysis (locations-fertilization) was also performed; mean separation was performed by applying Tukey's test ($p < .05$). In Jose Azueta the average yield was 1471,33 kg ha⁻¹, significantly higher than in Medellin (826,67 kg ha⁻¹). The seed inoculation with *G. intrarradices*, in combination with the dose 40N-20P₂O₅ 0K₂O, increased grain yield by 87,6%, in relation to the control without fertilization, but with the complementary application of organic foliar fertilizers there was no additional increase in yield.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*, *Glomus intrarradices*, foliar and edaphic fertilization.

INTRODUCCIÓN

En Veracruz, México, la mayoría de los productores de frijol no realizan la práctica de fertilización, por lo que obtienen bajos rendimientos de grano (<650 kg ha⁻¹). En estudios de fertilización realizados en esta entidad, se destaca la importancia de esta práctica, ya que al aplicar nitrógeno y fósforo en suelos de mediana fertilidad se incrementó en 17% el rendimiento de frijol, con respecto al tratamiento sin fertilizar, mientras que en suelos de baja fertilidad, el incremento fue mayor a 50% (Durán *et al.* 1991).

Una forma de lograr que las plantas de frijol incrementen la absorción del fósforo disponible en el suelo, es mediante la inoculación de la semilla de este cultivo con el hongo *Glomus intrarradices*, que favorece la solubilización de este elemento en la rizósfera, haciéndolo disponible para las plantas (Aguirre-Medina y Kohashi-Shibata, 2002); además contribuye a incrementar la absorción de agua,

por lo que las plantas rinden más que las no inoculadas (Alarcón y Ferrera-Cerrato, 2000). En suelos con baja disponibilidad de fósforo, esta práctica debe complementarse con la aplicación de fertilizantes químicos al suelo o al follaje.

También existe la alternativa de utilizar fertilizantes foliares orgánicos, como complemento a la fertilización mineral al suelo. Con este sistema de fertilización, en tomate se han obtenido rendimientos semejantes o superiores, a los de los testigos con solamente fertilización química al suelo (Rodríguez *et al.* 2009). Asimismo, con la aplicación de ácidos húmicos al follaje del frijol, se puede incrementar el rendimiento de grano, con relación a un testigo sin fertilización foliar (Kaya *et al.*, 2005).

Este trabajo se condujo con la finalidad de determinar el efecto de la fertilización química al suelo, en combinación con la inoculación a la semilla con *G. intrarradices* y la aplicación de

fertilizantes foliares orgánicos, en el rendimiento de frijol de humedad residual.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el ciclo otoño-invierno 2009-2010, bajo condiciones de humedad residual, se condujeron dos módulos experimentales de fertilización en frijol; uno en Tesechoacán, mpio. de José Azueta, en el sur de Veracruz, en un fluvisol de textura franco arcillosa, con pH medianamente ácido (5,7), y el otro en La Candelaria, mpio. de Medellín, en el centro de la misma entidad, en un fluvisol arcilloso, con pH ligeramente ácido (6,2). El clima en la primera localidad es cálido húmedo, y en la segunda cálido subhúmedo.

Los módulos se sembraron en noviembre de 2009, con semilla de la variedad Negro Veracruz, en surcos separados a 0,60 m, a una densidad de 250000 plantas ha⁻¹.

Cada uno de los siguientes tratamientos se aplicó en 3000 m²: 1. Testigo tradicional sin fertilización, 2. Inoculación con 1 kg de biofertilizante a base de *G. intrarradices* en 45 kg de semilla ha⁻¹ (Gi) + aplicación al suelo de la dosis 40N-20P₂O₅-0K₂O (Fq) y 3. Gi + Fq + fertilización foliar orgánica con Nutripro Xtra-Alga (extractos de algas marinas, *Yucca schidigera* y aminoácidos), Nutripro Forte (elaborado con guano, humus, aminoácidos y macro y micronutrientes) y Aminofit Xtra (elaborado con aminoácidos biosintetizados y oligopéptidos de bajo peso molecular, y enriquecido con nitrógeno, fósforo, potasio y coenzimas). Estos productos se aplicaron en dosis de 1 L ha⁻¹.

Para la fertilización edáfica, se aplicaron 43,5 kg de fosfato diamónico + 69,9 kg de urea por hectárea, a los 10 días de nacido el cultivo (ddn). Nutripro Xtra-Alga y Nutripro Forte se

aplicaron a los 15 ddn, mientras que Aminofit Xtra, se aplicó a los 30 y 55 ddn.

En febrero de 2010 se cosecharon las plantas de tres áreas de 3 m² cada una, seleccionadas al azar en cada tratamiento. El grano se limpió, se pesó, y se estimó el rendimiento en kilogramos por hectárea.

Se hicieron análisis de varianza por localidad, en diseño experimental completamente al azar, considerando cada muestreo como una repetición y un análisis combinado (localidades-fertilización). En los casos en que se detectó efecto significativo, para la separación de promedios se aplicó la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sólo se detectó efecto significativo entre tratamientos ($p \leq 0,01$), en Tesechoacán. Con la inoculación a la semilla de frijol con *G. intrarradices*, complementada con la dosis 40N-20P₂O₅-0K₂O, se obtuvo el mayor rendimiento de grano, el cual fue estadísticamente semejante al del tratamiento que además incluye fertilización foliar orgánica y superior al del testigo sin fertilización. Aunque en La Candelaria no se encontró diferencia estadística entre tratamientos, las medias de rendimiento mostraron la misma tendencia, que en la primera localidad (Cuadro 1).

El rendimiento varió significativamente entre ambientes de evaluación y tratamientos de fertilización, pero no en la interacción de ambos factores. En Tesechoacán se obtuvo el mayor rendimiento promedio, el cual fue estadísticamente superior al de La Candelaria (Cuadro 1). Lo anterior se atribuye principalmente a que en la primera localidad, hubo una mayor y mejor distribución de la precipitación pluvial durante el desarrollo del

cultivo (263,1 mm), mientras que en la segunda, la precipitación pluvial fue de 153 mm, y se tuvo un periodo sin lluvia de 21 días, durante la etapa de llenado de vainas, en la que el frijol es más sensible a la escasez de humedad (Acosta-Díaz *et al.* 2004).

Con los dos tratamientos de fertilización se obtuvieron rendimientos similares, los cuales en promedio fueron superiores en 70,9% al del testigo sin fertilización. Estos resultados corroboran la importancia de la fertilización, para obtener mayores rendimientos de frijol e indican que no es necesario realizar la fertilización foliar orgánica.

Cuadro 1. Rendimiento de grano de frijol (kg ha⁻¹) obtenido con tres tratamientos de fertilización en dos localidades del estado de Veracruz. Ciclo O-I 2009/2010.

Tratamientos	Localidades		Promedio
	Tesechoacán	La Candelaria	
Inoculación a la semilla con <i>G. intrarradices</i> + 40N-20P ₂ O ₅ -0K ₂ O	1906,67 a	1020,00 a	1463,33 a
Inoculación a la semilla con <i>G. intrarradices</i> + 40N-20P ₂ O ₅ -0K ₂ O + fertilización foliar orgánica	1560,67 a	846,67 a	1203,67 a
Sin fertilización (testigo tradicional)	946,67 b	613,33 a	780,00 b
Promedio de ambientes	1471,33 a	826,67 b	1149,00

Medias con distintas letras en cada factor en estudio, son estadísticamente diferentes (Tukey, 0,05).

CONCLUSIONES

Con la inoculación a la semilla de *G. intrarradices*, en combinación con la dosis 40N-20P₂O₅-0K₂O, se incrementó significativamente el rendimiento de grano, con respecto al testigo sin fertilización, pero con la aplicación complementaria de fertilizantes foliares orgánicos, no se obtuvo un incremento adicional en el rendimiento.

LITERATURA CITADA

Acosta-Díaz, E., Trejo-López, C., Ruiz-Posadas, L. del M., Padilla-Ramírez, J. S. y Acosta-Gallegos, J. A. 2004. Adaptación del frijol a sequía en la etapa reproductiva. *TERRA Latinoamericana* 22 (1):49-58.

Aguirre-Medina, J. F. y Kohashi-Shibata, J. 2002. Dinámica de la colonización micorrízica y su efecto sobre los componentes de rendimiento y el contenido de fósforo en frijol común.

Agricultura Técnica en México 28
(1):23-33.

Alarcón, A. y Ferrera-Cerrato, R. 2000.
Biofertilizantes: importancia y
utilización en la agricultura. Agricultura
Técnica en México 26 (2): 191-203.

Durán, A., Rodríguez, J. R. y Arcos, G. 1991.
La fertilización foliar nitrogenada en
frijol. In: J. L. Zúñiga; J. A. Cruz y M.
Juárez (EDS). Memoria de la Cuarta
Reunión Anual del Instituto Nacional de
Investigaciones Forestales y
Agropecuarias en el Estado de
Veracruz. Veracruz, Ver., México. pp.
28-34.

Kaya, M., Atak, M., Khawar, K. M., Çiftçi, C.
Y. y Özcan, S. 2005. Effect of pre-
sowing seed treatment with zinc and
foliar spray of humic acids on yield of
common bean (*Phaseolus vulgaris* L.).
International Journal of Agriculture &
Biology, 7 (6):875-878.

Rodríguez, N., Cano, P., Figueroa, U., Favela,
E., Moreno, A., Márquez, C., Ochoa, E.
y Preciado, P. 2009. Uso de abonos
orgánicos en la producción de tomate en
invernadero. Terra Latinoamericana 27
(4):319-327.