

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

