

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE PRÁCTICAS DE FERTILIZACIÓN ADECUADAS EN EL MANEJO DEL CULTIVO DEL FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L)

Martínez Rayo, JL¹, Pupiro Martínez, LA²; Somarriba, W²

Proyecto Interinstitucional³ “Fortalecimiento del sistema de certificación de servicios acreditados e implementación de MSF, calidad e inocuidad de productos agrícolas. (MOTSSA)”

RESUMEN

La explotación de frijol con fines de consumo interno, exportación y producción de semilla ha venido en aumento sustancial en los últimos años en Nicaragua. Esto ha conllevado a la búsqueda constante de nuevas prácticas tecnológicas que optimicen la explotación de este cultivo para sustituir a los sistemas tradicionales de producción, que en su mayoría representan altos riesgos de pérdida de la cosecha, así como también, la disminución de los rendimientos de manera progresiva. Como una manera de contribuir a la identificación de esas prácticas tecnológicas, en este documento se hace una revisión y análisis de las alternativas que se disponen en Nicaragua o Centroamérica para mejorar los niveles productivos de este rubro, haciendo énfasis en las actividades de fertilización, cosecha y post cosecha. Se pudo analizar que en Nicaragua hay conocimiento generalizado que la fertilización nitrogenada del cultivo no es necesario, sin embargo en ensayos realizados localmente, el cultivo de frijol ha respondido positivamente a la fertilización con urea como fertilizante nitrogenado. Simultáneamente, existe la alternativa del uso de inoculante para mejorar el aprovechamiento del nitrógeno que ha expresado muy buenos resultados desde el punto de vista técnico y económico, sin embargo el uso de este inoculante puede optimizar sus resultados cuando se usa en combinación con fertilizante completo al suelo, dependiendo de las características químicas de este. El uso de lombrihumus, es una práctica agronómicamente potencial para el cultivo de frijol, no obstante debe haber un estudio detallado de su viabilidad económica. Hay una falta de validación y difusión de estas prácticas tecnológicas, que puede ser superado con el desarrollo de actividades de investigación en finca, que garanticen el acceso para el análisis de estas prácticas para productores.

Palabras claves: Rendimiento, alternativas tecnológicas, prácticas de cultivo

I. INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) originario de América, es uno de los cultivos más difundidos en el continente y considerado el más propagado entre las más de 300 especies que existen. Se desarrolla muy bien en amplias variedades de condiciones climáticas y de altitud que comprende los trópicos, subtrópicos y zonas templadas (MAG, 2011). A nivel mundial, se estima una siembra de alrededor de 24.13 millones de hectáreas de frijol, con una producción promedio de 18 millones de toneladas métricas, destinadas al consumo como grano (Fernández *et al.*, 2004 y SICASAGARPA, 2011). Además, las leguminosas como el frijol representa una fuente importante de proteínas en los países en desarrollo (Acuña, 1996).

¹ Consultor MOTSSA

² Estudiantes de diplomado

³ Ministerio Agropecuario y Forestal, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Ministerio de Industria, Fomento, y Comercio, Universidad Nacional Agraria.

A nivel centroamericano, Nicaragua por sus características agroclimáticas, representa el país con mayor potencial para la producción de este rubro; se siembran aproximadamente 550 000 ha, con una producción promedio de 29 700 ton para un rendimiento promedio 0.54 t/ha. Del total de área cosechada, el 99.6% corresponden al frijol rojo y solamente el 0.4% al frijol negro (MAGFOR, 2011). Es cultivado generalmente por pequeños productores sin recursos y en suelos con baja fertilidad, produciéndose en casi todo el territorio nacional y la mayoría de las áreas se establecen en zonas de altas laderas hasta un 40%.

Las siembras están definidas por los periodos lluviosos, los cuales determinan tres épocas de siembra como es la de primera, postrera y apante (Vázquez *et al.* 2010), las cuales presentan diferentes problemas o limitantes agroecológicos para su producción entre las que se puede mencionar baja fertilidad de los suelos, perdidas post cosecha y ataque de plagas

Según Camargo *et al.*, (2000) dicho cultivo es afectado por un número considerable de organismos nocivos. En Nicaragua entre los principales insectos fitófagos se encuentran: Mosca blanca (*Bemisia sp.*), Saltahojas (*Empoasca kraemeri* Roos y Moore), *Thrips* spp y los Crisomélidos (*Diabrotica balteata* LeConte y *Andrector ruficornis* Oliv).

Por otra parte, en lo referente a fertilización de los suelos, en los últimos años ha crecido el interés de los agricultores por fomentar la lombricultura, debido al rol que desempeñan las lombrices en la transformación de los residuos orgánicos contaminantes en humus de lombriz, un abono insustituible para el mejoramiento de los suelos y la nutrición de las plantas (Cuesta, 2002). Por su parte Humusell (2011), plantea que está considerado como el mejor y más completo fertilizante del mundo y que se conoce comercialmente como la "magia negra".

Existen pocos trabajos que interrelacionen el desarrollo de este cultivo y la presencia de algunas poblaciones de organismos nocivos bajo los efectos de una fertilización orgánica, por lo que sería interesante el estudio del mismo. Además, es limitante la información sobre prácticas tecnológicas en el cultivo de frijol orientadas a mejorar la productividad, disminuir las pérdidas y reducir los costos.

El presente documento tiene como propósito hacer una revisión bibliográfica de las principales prácticas tecnológicas disponibles con potencial para la producción de semilla de frijol en finca de pequeños y medianos productores de este rubro en Nicaragua, con énfasis en las técnicas de fertilización

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó revisión de documentación técnica y científica de tecnologías o prácticas tecnológicas con potencial para su uso en la producción de semilla de frijol. Se hizo especial énfasis en las prácticas recomendadas por el proyecto de Red SICTA en Nicaragua, además de otras prácticas recomendadas por otros proyectos y algunos resultados de su validación.

Esta revisión conlleva a identificar cuáles de estas prácticas tienen potencial para la aplicación mediante el enfoque de BPA en el cultivo de frijol.

III. RESULTADOS

Red SICTAc (sf), recomienda la utilización de los sistemas de riego del cultivo de frijol para semilla. Aunque esta tecnología aumentó los costos en unos US\$125.00 (ciento

veinticinco dólares) por mz (0.7026 ha), se logró duplicar la producción en el mismo periodo con relación al sistema tradicional, además de esta práctica se puede complementar la fertilización con programa de riego formulado por FINTRAC para este cultivo (Lardizabal *et al.*, 2010).

Pupiro (2001) y Pupiro (2005), estudió el efecto de distintas dosis de humus de lombriz (2t/ha, 4t/ha, 6t/ha y 8t/ha), sobre las principales plagas insectiles y el rendimiento en el cultivo del frijol, obteniendo diferencias significativas en los tratamientos, siendo la dosis de 8t/ha la de mejores resultados (menor incidencia de plagas insectiles y mayor rendimiento del cultivo).

Por otra parte, existe el conocimiento casi generalizado que las aplicaciones de nitrógeno en este cultivo son innecesarias, debido a que el cultivo puede captar este nutriente por las estructuras nodulares, sin embargo se hace necesario que se realicen aplicaciones de urea a razón de 2 qq/mz (128 kg urea/ha aproximadamente) con la finalidad de complementar la demanda de este nutriente (Red SICTAb *et al.* SF).

Otra práctica que puede ser de potencial uso en la producción de semilla, es el uso de *Rhizobium* que aumenta los contenidos de N asimilado por las estructuras de los nódulos ubicados en las raíces (MAGFOR *et al.*, 2011).

IV. DISCUSIÓN

Considerando que la fertilización es un factor clave para el éxito de la producción de semilla de frijol, es de gran importancia diseñar programas de fertilización. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que la demanda de este cultivo se pueden estimar bajas en comparación con otros cultivos en relación a N y K, por ejemplo, comparado con el maíz por cada 100 libras de granos el cultivo de frijol extrae más nitrógeno y potasio, pero menos fósforo (Vieira *et al.* 2000). Por tanto, se debe prestar atención a otros asuntos de fertilización como es el balance de los cationes y el acondicionamiento de los suelos para garantizar el efecto adecuado de los fertilizantes.

Por otra parte, es importante indicar que en estudios realizados en algunas zonas productoras de semilla de frijol en Nicaragua, se pudo demostrar que el cultivo no requería las aplicaciones de fósforo, con lo que se podía ahorrar hasta US\$60.00/ha (sesenta dólares por hectárea), al mismo tiempo se indica que la fertilización aplicada focalmente a este cultivo resultó ser más efectiva que las aplicaciones al voleo en zonas frijoleras de Guatemala (Red SICTA *et al.* SF). Sin embargo, en otras investigaciones la aplicación de triple súper fosfato resultó mejor que las aplicaciones de *Rizhobium* en diferentes niveles (Castro *et al.*, 1993).

Relacionado a la utilización de fertilizantes nitrogenado en este cultivo, se debe destacar que la aplicación de 2 qq de urea/ha (128 kg urea/ha aproximadamente) logró aumentar las ganancias netas a US\$196.00 (ciento noventa y seis dólares por manzana) unos US\$274.00 (doscientos setenta y cuatro dólares por ha) (Red SICTAb *et al.* SF), demostrando que el conocimiento generalizado del no uso de fertilizante nitrogenado es erróneo. El uso de *Rhizobium* puede garantizar una cantidad similar a la aplicación de 4 qq de Urea en el cultivo de frijol (Red SICTAc *et al.* SF)

El uso de *Rhizobium* para mejorar la asimilación de Nitrógeno en el cultivo de frijol, debe considerar que los niveles de este nutriente deben estar en puntos adecuados. Simultáneamente, se debe suponer que las aplicaciones de fungicidas puede afectar la acción de las bacterias inoculadas (Acuña, 1996), por lo que se debe considerar en los planes de manejo plagas y enfermedades. Por otra parte, es importante señalar

que otra alternativa para mejorar los suelos para producción agrícola, es el uso de compost enriquecido con microorganismos (inoculantes biológicos), que aportan a la mejora de la estructura del suelo permitiendo mayor circulación de aire y agua (Molano, 2004).

Aunque, a excepción de la soya, los inoculantes bacterianos han tenido muy pocos beneficios en otras leguminosas, agregando a esto que en los países de Centroamérica no hay industrias de inoculantes (Díaz-Franco & Mayek-Pérez, 2008). Contrario a esto, en pruebas realizadas en diferentes localidades de Nicaragua, se pudo comprobar que el uso de inoculante en el cultivo de frijol logró aumentar los rendimientos y los beneficios en comparación con parcelas que no habían sido inoculadas (MAGFOR *et al.*, 2011).

En otras investigaciones llevadas a cabo en Costa Rica se pudo determinar que en una de las zonas el uso de inoculantes resultó en mejor beneficio económico que el uso de fertilizantes químicos, en otra localidad el fertilizante combinado con el uso de inoculante fue mejor que el uso de inoculante solo, sin embargo se concluye que ambas localidades el uso de *Rhizobium* es una práctica tecnológica rentable (Flores *et al.*, 1999), en pruebas a nivel de algunos países de Centroamérica también se confirma que la aplicación de este producto biológico es beneficiosa económica y productivamente, y que el uso de la mitad del fertilizante recomendado más la inoculación, es más rentable que solo aplicar la bacteria (Acuña *et al.*, 2001).

V. CONCLUSIONES

Existen alternativas para el manejo adecuado para la fertilidad del suelo en el cultivo del frijol y por sus características técnicas pueden ser aplicadas mediante normas de BPA. Sin embargo, se debe considerar que la posibilidad del uso de estas alternativas son afectadas por algunos como son la disponibilidad y la falta de información de estas prácticas. Es importante destacar, que estas tecnologías también deben ser evaluadas de acuerdo a un proceso de adopción en fincas, de tal manera que permita que los productores accedan a observar y analizar las ventajas de estas prácticas tecnológicas.

El uso de *Rhizobium* combinado con la aplicación de fertilizantes a los suelos, es una práctica potencial para elevar los rendimientos o para disminuir los costos de producción. Esta práctica puede ayudar a mejorar la asimilación del nitrógeno en los suelos que presentan limitantes en este proceso fisiológico.

Por otra parte, es importante que se deba erradicar el mito que el uso de nitrógeno en el cultivo de frijol no es necesario, debido a que la fijación nodular de este nutriente garantiza la suplementación al cultivo. Está demostrado que el uso de urea es rentable en algunas zonas del país, no obstante esta práctica debe considerar el análisis de suelo, debido a que la etapa de prefloración es vulnerable agrónomicamente por el estímulo de la producción de follaje, disminuyendo la producción de flores, y por consiguiente la producción.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, O. (1996). Manejo y tecnología de la fijación biológica en leguminosas de importancia agrícola. *X Congreso Nacional Agronómico / II Congreso de Suelos 1996*, (pág. 6). San José, Costa Rica.
- Acuña, O., Rodríguez, E., Llano, A., Calderón, V. R., Flores, G., Viana, A., y otros. (2001). Validación técnica de inoculantes en frijol con cepas de *Rhizobium*

- eficientes en fijación de nitrógeno en Centroamérica. *AGRONOMÍA MESOAMERICANA. Mesoamerican Journal of Agroforestry- Agriculture y Livestock. REDALYC*, 12(1), 25-32.
- Camargo, B., Oliveira, S., & Garrigós, L. (2000). *Manejo integrado de plagas e doenças do feijoeiros. Manual Técnico*. (Vol. 3). Sao Paulo, Brasil: Secretaria de agricultura e abastecimento.
- Castro, L., Uribe, L., & Alvarado, A. (1993). Efecto del enriquecimiento del fertilizante Rhizobium en el crecimiento de frijol común (*Phaseolus vulgaris*). *Agronomía Costarricense*, 17(1), 55-59.
- Díaz-Franco, A., & Mayek-Pérez, N. (2008). *La biofertilización como tecnología sostenible*. Madrid, España, España.
- Fernández, J., Buxadé, F., Dolores, F., & Linares, P. (s.f.). *Enciclopedia práctica de agricultura y ganadería. Cultivos herbáceos extensivo. Leguminosas de granos*. OCEANO/CENTRUM.
- Flores, G., Hernández, J. C., Acosta, M., & Montero, M. (1999). Análisis económico de la utilización de inoculante biológico (*Rhizobium* spp.) en frijol común en la región Brunca, Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 10(2), 37-41.
- Lardizabal, R., Arias, S., & Segura, R. (2010). *El cultivo de frijol*. Tegucigalpa, Honduras.
- MAG (Ministerio Agropecuario). (s.f.). *Frijol (Phaseolus vulgaris)*. Recuperado el 20 de noviembre de 2011, de http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec_frijol.pdf
- Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR); Fondos Unión Europea (Fondos GCP/NIC/035/EC, UE Food Facility); Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2011). *Resultado de parcelas comparativas con uso de inoculante (NITRONAT) en frijol común (Phaseolus vulgaris) con uso de inoculante vs sin inoculante*. Informe final de investigación, Managua, Nicaragua.
- Molano, A. (2004). Aislamiento de bacterias biofertilizantes nitrogenadas (*Nitrobacter* spp, *Rhizobium* spp., *Azospirillum*) para un sistema de compost tipo windrow. (E. C. Red de Revistas de America Latina, Ed.) *Umbral Científico*(005), 25-32.
- Pupiro, L. (2001). *Efecto del humus de lombriz en el rendimiento y en las principales plagas insectiles del cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris L)*. Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero Agrónomo). Trabajo de Diploma, Universidad Agraria de La Habana, Cuba, La Habana, Cuba.
- Pupiro, L. (2005). *Efecto del humus de lombriz sobre algunas poblaciones de organismos nocivos y el rendimiento del cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris)*. Tesis para optar al título de Master en Sanidad Vegetal mención en Manejo de Plagas. Universidad Agraria de La Habana, La Habana, Cuba.
- Red SICTA (Proyecto de Innovación Agrícola), COSUDE (Cooperación Suiza al Desarrollo), IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). (SF). *Fertilización fosforada en el cultivo de frijol, uso eficiente de la fertilización fosforada en localidades de Honduras, Guatemala y Nicaragua*.
- Red SICTAb (Proyecto de Innovación Agrícola); COSUDE (Cooperación Suiza al Desarrollo); IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). (SF). *Fertilización nitrogenada del frijol*. Estelí, Nicaragua.
- Red SICTAc (Proyecto de Innovación Agrícola); COSUDE (Cooperación Suiza al Desarrollo); IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). (SF). *Aplicación de inoculante al frijol*. Managua, Nicaragua.
- Red SICTAc (Proyecto de Innovación Agrícola); COSUDE (Cooperación Suiza al Desarrollo); IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). (SF). *Riego por goteo para producir semilla*. Managua, Nicaragua.
- SICA SAGARPA. (s.f.). *El frijol en el mundo*. Recuperado el 18 de octubre de 2012, de <http://sica.sagarpa.go.mx/modelos/cardenas/frijol/prodint.pdf>

- Vazquez, R., López, G., Molina, C., Munguía, S., & Aguilar, M. (2010). *Guía técnica para la producción artesanal de semilla de frijol*. INTA-Estelí. Estelí, Nicaragua.
- Vieira, M., Ochoa L., B., Fischler, M., Marín, X., & Sauer, E. (2000). *Manual del capacitador: manejo Integrado de la fertilidad de suelos en zonas de ladera. Sistema de producción de granos básicos y pequeña ganadería* (Vol. I). (N. Gonzalez L., & R. I. Córdoba, Edits.) San Salvador, El Salvador.