

***Rhizobium* y hongos formadores de micorrizas: alternativa biotecnológica en cultivares de caraotas (*Phaseolus vulgaris*)**

Rhizobium and mycorrhiza forming fungi: alternative biotechnology in cultivars of *phaseolus vulgaris* L.

Autora

Yusmery Liseth Palacios Chávez¹ 
yusmery40@gmail.com

RESUMEN

El cultivo *Phaseolus vulgaris* L. forma parte de la dieta básica de la población venezolana por su alta concentración proteica en peso seco, rica en lisina y por sus principales componentes lípidos, carbohidratos, minerales, fibras, asimismo hierro, calcio, vitaminas B1 y ácido fólico. La producción de este rubro en América Latina se ve afectada por muchos factores climáticos y biológicos del suelo, el uso generalizado de fertilizantes sintéticos, el uso extensivo de herbicidas y pesticidas así como la recurrencia de plagas y enfermedades, lo que trae consigo la no satisfacción de la demanda de su consumo per cápita. La propagación de microorganismos presentes, como es el caso de hongos glomeromycotas y bacterias, representa una alternativa sostenible para mejorar la fertilidad del suelo y el manejo agronómico en general. Las micorrizas consisten en una relación simbiótica entre los hongos benéficos y las raíces de los cultivos hospedantes, ocupando una mayor superficie para una mejor absorción de agua y nutrientes. Por su parte, las bacterias del género *Rhizobium*, que viven en simbiosis con la mayoría de las leguminosas, pueden aportar el nitrógeno que las plantas necesitan para su crecimiento y para futuras siembras. La realización de este artículo se enfoca en la revisión bibliográfica de la aplicación de inoculantes de bacterias fijadoras de nitrógeno y hongos formadores de micorrizas arbusculares (HMA), biorestauradores, bioabonos y bioprotectores, como herramienta biotecnológica en el cultivo de interés, garantizando el incremento agroecológico nutricional y fisiológico de los métodos de producción, constituyendo los elementos rectores de un sistema agrícola sostenible.

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris*, Hongos Glomeromycota, *Rhizobium*, Sostenibilidad.

ABSTRACT

The *Phaseolus vulgaris* L. crop is part of the basic diet of the Venezuelan population due to its high protein concentration in dry weight, rich in lysine and its main components lipids, carbohydrates, minerals, fibers, false iron, calcium, vitamins B1 and acid folic. The production of this item in Latin America is affected by many climatic and biological factors of the soil, the widespread use of synthetic fertilizers, the extensive use of herbicides and pesticides, as well as the recurrence of pests and diseases, which brings with it dissatisfaction of the demand for its consumption per capita. The propagation of present microorganisms, such as glomeromycota fungi and bacteria, represents a sustainable alternative to improve soil fertility and agronomic management in general. Mycorrhizae consist of a symbiotic relationship between beneficial fungi and the roots of the host crops, occupying a larger surface for better absorption of water and nutrients. For their part, the bacteria of the genus *Rhizobium*, which live in symbiosis with most legumes, can provide the nitrogen that plants need for their growth and for future crops. The realization of this article focuses on the bibliographic review of the application of inoculants of nitrogen-fixing bacteria and fungi that form arbuscular mycorrhizae (AMF), bioestorers, biofertilizers and bioprotectors, as a biotechnological tool in the crop of interest, guaranteeing the agroecological increase nutritional and physiological aspects of production methods, constituting the guiding elements of a sustainable agricultural system.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L, Glomeromycota Fungi, *Rhizobium*, Sustainability.

¹ Fondo para el Desarrollo Agrario Socialista
Yaracuy, Venezuela

1. Introducción

La implementación de procesos agroecológicos para la producción de cultivares agrícolas tiene como objetivo reducir la dependencia de insumos químicos a favor de los procesos biológicos que influyen en la agricultura, por ende, en el desarrollo de las plantas. Comprender que los microorganismos del suelo son fundamentales que aseguran un suministro continuo de nutrientes en forma de minerales es comenzar a transitar por un camino sostenible.

La simbiosis de las leguminosas en sinergia con las bacterias del género *Rhizobium* es una ruta para el suministro de nitrógeno, ha sido la más reconocida durante mucho tiempo por los cultivadores. Es entender la agricultura de manera holística, como un sistema que integra de manera perfecta suelo, microbiota, plantas, animales, clima, estableciendo un equilibrio ecológico. Un beneficio asociado al uso de las leguminosas es el aumento de la actividad así como la diversidad de los microorganismos, son recursos que la naturaleza pone a disposición continua en la búsqueda de la mayor eficiencia, lo que implica consumir menos para cubrir las mismas necesidades.

Aunado a esto se contempla el uso de hongos formadores de micorrizas arbusculares (HFM) son microorganismos simbióticos que pertenecen al *phylum Glomeromycota*, esta asociación ayuda a la toma de nutrientes principalmente en la absorción de fósforo, aumenta la diversidad como la productividad del cultivo, forma agregados en el suelo facilitando la circulación de los componentes bióticos. Permite reducir las dosis de fertilizantes a aplicar a las plantas disminuyendo los efectos de la contaminación de los suelos y las aguas.

Combinar estos microorganismos con los cultivares de leguminosas es una manera de aprovechamiento de los recursos directos del suelo, y en una forma sostenible que no causa daño al ambiente, se trata de valorar lo que se tiene en función de reutilizar al máximo los medios empleados durante el cultivo, transformando los subproductos en otros con valor ambiental y económico.

Se busca impulsar el uso de estas asociaciones, además, la diversificación de las técnicas agrícolas mediante la inclusión de organismos que aporten nutrientes

con enfoque agroecológico. Y las leguminosas en especial son una pieza fundamental en la agricultura moderna por tanto las políticas públicas van encaminadas al aumento de su producción.

El artículo se elaboró a partir de una serie de revisiones sistemáticas de trabajos científicos en Venezuela como en el mundo en correspondencia con la definición e importancia de las leguminosas, el aprovechamiento del nitrógeno, el reemplazo de otras fuentes nitrogenadas por estos cultivos en los sistemas agrícolas. Así mismo, se abordan las características, beneficios de hongos y bacterias, su papel en la nutrición vegetal, es decir la importancia de los contenidos proteicos en los rubros, su eficiencia en la alimentación a través del aporte de nutrientes en los cultivares. Por último, se brindan algunas consideraciones, como algunos resultados acerca de la inoculación de hongos formadores de micorriza arbusculares y el uso de bacterias fijadoras de nitrógeno para la provisión de alimentos saludables entre otras cosas.

2. Contextualización

2.1 Importancia de las leguminosas

La (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO, 2016) lo refiere como un alimento fundamental para la nutrición, una fuente importante de sustento para numerosas familias de bajos ingresos y un elemento de valor para el ambiente como cultivos sostenibles.

Los cultivos leguminosos como las lentejas, la soja, los frijoles, los guisantes y los garbanzos son un elemento fundamental de la canasta de alimentos. Las legumbres son una fuente esencial de proteínas y aminoácidos de origen vegetal para la población de todo el mundo, y se deben consumir como parte de una dieta saludable para combatir la obesidad y prevenir y ayudar a controlar enfermedades como la diabetes, las afecciones coronarias y el cáncer; también son una importante fuente de proteína de origen vegetal para los animales. Además, las legumbres son plantas leguminosas que tienen la propiedad de fijar el nitrógeno, lo que puede contribuir a aumentar la fertilidad del suelo y que tienen efectos positivos en el medio ambiente.

Las leguminosas son cultivadas en el mundo, por más de 129 países que destinan alrededor de 27,4 millones de hectáreas al cultivo en sus diferentes variedades, existen unas 180 especies de este género. Según la FAO (2018), la producción mundial de leguminosas ha aumentado en más del 20% en los últimos 10 años pero su consumo ha experimentado un descenso lento y continuado. Esto puede estar relacionado, refieren, al cambio de dietas y la incapacidad de producir el rubro al mismo ritmo que crece la población.

Las leguminosas constituyen la dieta alimenticia básica en las familias venezolanas con un consumo per cápita de 13.9 kg al año lo que se traduce a uno de los granos más consumidos. Para la FAO, (2018) posee una alta concentración proteica, lípidos y minerales además hierro, carbohidrato, vitamina B1, calcio, ácido fólico. Al día de hoy este cultivo suele generar una importante demanda de insumos químicos, fertilizantes sintéticos, herbicidas, insecticidas, acaricidas, fungicidas lo que trae como consecuencia la pérdida considerable de la materia orgánica por ausencia de microorganismos por ende, el suelo es más susceptible a la erosión, induce al taponamiento de los macroporos, se hace difícil la retención de agua es decir se lixivia más rápido, en conclusión se produce una degradación del suelo.

Por otra parte, Hackenberg, (2008) la fabricación de estos químicos requiere de cantidades de energía con la consiguiente producción de CO₂ por eso es necesario la búsqueda de alternativas que permitan emplear un manejo más natural, orgánico rescatando valores y saberes ancestrales agroecológicos que permitan mejorar el ecosistema en las unidades de producción.

En Venezuela la estrategia de desarrollo nacional en el Plan de la Patria (2019-2025) esboza la necesidad de asegurar el cumplimiento del programa nacional de producción de leguminosas, refiere en su objetivo 1.4 Lograr la soberanía alimentaria para garantizar el sagrado derecho a la alimentación de nuestro pueblo, incrementar de manera sostenida la producción de leguminosas hasta llegar a 200 mil t/año, buscando sustituir las importaciones sin dejar de garantizar el consumo per cápita, además hace un llamado a la organización urgente de toda la cadena de producción.

Es por ello que esta consideración propone una pauta para emplear en la agricultura moderna microorganismos que aumenten el potencial productivo de los cultivares como una opción que permita restablecer la biomasa, objetivo que según Paillacho, (2010) se puede realizar a través de la reducción gradual de fertilizantes químicos.

2.2. Bacterias promotoras del crecimiento vegetal

Son las que interactúan con la planta y aportan mediante esta actividad al desarrollo agronómico del cultivar. Kloepper y Schroth en 1978 demostraron mediante diferentes estudios que estas bacterias que habitan en la rizósfera son capaces de colonizar la rizósfera de las plantas incidiendo en la mejora nutricional de los cultivos. Dentro de este género bacteriano están considerados en esta clasificación: *Pseudomonas*, *Burkholderia*, *Bacillus*, *Azospirillum*, *Herbaspirillum*, *Enterobacter* y *Azotobacter*, entre otros, son bacterias que inciden directamente en el metabolismo de la planta, Luego Bashan y Holguín (1998) le adicionan a la clasificación antes mencionada aquellas bacterias que tienen la capacidad de inhibir los microorganismos que causan enfermedades que actúan como biocontrol, además circunscriben los rizobios que son bacterias que producen simbiosis con las plantas de leguminosas.

Estas rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal ejercen su actividad mediante mecanismos muy variados, que incluyen la producción de fitohormonas, la solubilización de nutrientes o la supresión de patógenos según (Pérez, *et al.* 2014); (Santoyo, *et al.* 2016), su empleo en las siembras presenta expectativas para lograr la reducción del uso de fertilizantes químicos y el establecimiento de sistemas de producción agrícolas más sostenibles Ahemad y Kibret, (2014).

2.3 Género *Rhizobium*

El género *Rhizobium*, y los géneros *Agrobacterium* y *Chromobacterium* constituyen la familia *Rhizobiaceae*; este deriva su nombre del griego “Rhiza” = raíz y “bios” = vida. Para Vargas, (1969). Posee una habilidad para producir nódulos en

las raíces de las leguminosas, y formar una asociación simbiótica mientras fija nitrógeno libre. El rizobio habitante del suelo saprófito puede desarrollarse en ausencia de la planta hospedante como también heterótrofos que obtiene la energía a partir de la materia orgánica; Su subsistencia prolongada en los suelos, depende de la presencia de una raíz hospedante que estimule su proliferación Vargas, (citado); (Coyné y Spaink, (2000).

2.4. Hongos formadores de micorrizas arbusculares (HMA)

Las micorrizas son asociaciones simbióticas entre organismos de especies distintas en la que ambas se benefician, en este caso mutualistas existentes entre el hongo del suelo y las raíces de las plantas superiores mejorando las posibilidades de supervivencia. A esta asociación de un hongo filamentoso con la raíz de un cultivar se distingue "micorriza".

Estos hongos son organismos biotróficos obligados, que se asocian con raíces de plantas vasculares terrestres, epífitas, acuáticas, también con rizoides, talos de briofitas y otros vegetales basales (De Souza *et al.*, 2010). Los hongos se benefician con fuentes carbonadas en forma de polisacáridos provenientes de la planta y esta se beneficia por la obtención de nutrientes del suelo. Se identifican por la formación de arbusculos y con singularidad de los géneros Gigaspora y Scutellospora la formación de vesículas, donde se da una secuencia de procesos que consta de tres fases: asimbiótica, presimbiótica y simbiótica (Peterson *et al.*, 2004).

2.5. Avances en el campo de la fijación simbiótica

Por su parte estos autores (Liriano *et al.*, 2012) señalan que se han realizado estudios sobre la efectividad de la acción sola y combinada de los microorganismos *Rhizobium etli* y micorrizas arbusculares en caraotas, donde se ha demostrado el efecto benéfico para estimular la productividad del cultivo. Los autores antes mencionados encontraron que combinando el hongo formador de micorrizas arbusculares y *Rhizobium* se logra incrementar los rendimientos de la caraota hasta en un 64.2 % en comparación con el testigo. Otro grupo de autores (Avilés y centeno

1999; Orejel *et al.*, 2008) han planteado que "los beneficios de utilizar micorrizas y *Rhizobium* no son tan relevantes ya que encontraron que los rendimientos en los cultivos no se vieron beneficiados significativamente por el uso de las alternativas biológicas antes mencionadas".

En Venezuela poco se sabe del beneficio de las micorrizas y *Rhizobium* como alternativa viable y ecológica para la producción agrícola, esto hace que las alternativas biológicas sean poco empleadas en el país. Se trata entonces de implementar un manejo agronómico in situ que se acompañe de la incursión de técnicas biotecnológicas modernas como la agroinfiltración que impacten sobre los senderos de la producción de los cultivares, abriendo paso a la participación tanto pública como privada a nivel productivo, científico y tecnológico donde converjan los conocimientos empíricos y científicos en función de generar soluciones colectivas.

2.6. Algunos estudios con *Rhizobium* y Hongos micorrízicos que demuestran su aplicabilidad en el mundo y en diferentes cultivos

Padrón, (2019) en su trabajo titulado efecto de la interacción de hongos micorrízicos y un hongo fosfatado solubilizador en tres especies de plantas coberteras: *Canavalia ensiformis*, *Mucuna pruriens*, *Clitoria ternatea*, el mismo fue llevado a cabo en Xalapa – México. El experimento lo realizó en invernadero y las variables que evaluó fueron altura, nódulos, peso fresco, número de hojas, colonización micorrízica, fósforo soluble y nitrógeno final en diferentes etapas del cultivo concluyendo que, las plantas inoculadas presentaron un mayor contenido de fósforo soluble, el peso fresco fue mayor en las coberteras inoculadas con los hongos, la altura y número de hojas en el tercer ciclo fueron mayores con los tratamientos de inoculación, pero que el número de hojas no influyo de manera significativa sobre el fosforo soluble en el suelo, el nitrógeno aumentó significativamente en las tres coberteras. Los efectos son notables y mostraron que la co-inoculación en algunas especies favorece la colonización.

Cabrales y Barrera (2018), ejecutaron el trabajo "Reconocimiento de organismos micorrízicos arbusculares en zonas plataneras de Córdoba, Colombia"

el cual fue una tesis defendida en la Universidad de Córdoba, el propósito recluir y reconocer los tipos de microorganismos que constituyen esta relación entre el plátano especie Hartón en siete departamentos de Córdoba, Colombia. Extrajeron muestras de todas las parcelas de 20 cm de profundo en la rizófora separaron las partes unicelulares utilizando técnicas de OHM y Jemkins modificado, tamizaron en húmedo en magnitudes de sacarina. La comprobación de la estructura de los distintos grupos, lo realizaron considerando lo estipulado en las esporas y las variables: cantidad de hongos compuestos de micorrizas arbusculares, afluencia correspondiente y registro de variedad y dominio.

Concluyeron que el hongo micorrízico proporciona una considerable área radical para la absorción de nutrimentos, agua y transporte de compuestos carbonatados del cultivar al suelo, inclusive erradican los daños ocasionados por ataques de patógenos y activación de los mecanismos de protección, incorporado con aumento de la amplitud antioxidante.

Martín, Ramírez y Rivera (2017), estos autores realizaron el trabajo “Relación entre las respuestas de *Canavalia ensiformis* a la inoculación de micorrízica y algunas propiedades químicas del suelo”, el cual fue defendido en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas – Cuba, formularon como objetivo determinar si algunas propiedades del suelo tienen concordancia con la respuesta a la inoculación micorrízica de *Canavalia ensiformis*, cultivada en tres tipos de suelos.

Los autores realizaron un estudio de reciprocidad con el cultivo de canavalia que fue inoculada con la cepa más eficaz. Al igual que un estudio para todas las variables resultando que el tipo de suelo, la disponibilidad de nutrientes y el pH tienen incidencia en los resultados finales. Concluyeron que la efectividad de la colonización e incidencia en los cultivos dependerá de las condiciones edafoclimáticas in situ.

Hernández y Cardona (2015), ejecutaron la investigación “Resultados de Coberturas y Micorrizas Nativas relativo al laboreo de Berenjena (*Solanum melongena*)” en la Universidad de Córdoba – Colombia, planificaron como objetivo estimar la respuesta de la berenjena en varios procedimientos de empleo de maleza

y a la exudación de organismos del suelo con hongos micorrícicos de aborigen. Evaluaron las variantes, lastre, grosor, dilación y fortificación de fruto, área foliar, espesor de tallo y altura de planta y proporción de colonización micorrícica. El revestimiento plástico, con o sin hongos haciendo una asociación, se evidenció los destacados rendimientos relativos al espesor de tallo, talla de planta, cantidad de hojas, cantidad y valor de frutos/planta/semana, plantearon su empleo con finalidad de aprovechar la maleza y crecimiento del rendimiento del laboreo de berenjena. La cubierta de organismos benéficos impulsó la efectividad de los hongos con estado aborigen que se llegó a evidenciar el un aumento de cifras, peso y diámetro del fruto.

Dentro de las conclusiones se tiene que una opción para el uso de arvenses que delimite el impacto ambiental perjudicial y el uso de agroquímicos en los cultivares, se logra con el uso de la materia orgánica resultante de la cosecha, que además de disminuir la premura de arvenses otorga propiedades físicas, químicas y biológicas. Se deduce que una mejora de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo aumentan la eficacia de la micorriza. La materia orgánica, asimismo aporta nutrientes al suelo al intercalar su descomposición paulatinamente, incitando a una cuantiosa presencia de microorganismos los cuales decretan sinergismo con las micorrizas beneficiosos para los cultivares.

Los hongos han cumplido una trascendente función tanto en la restauración, como en la conservación de los ecosistemas. El 80 % de las variedades vegetales, como el 92 % de las familias de plantas terrestres son micorrícicas, entretanto que la muestra arbuscular es el más común de estos grupos Wang y Qiu, (2006). Las colonias microbianas en el suelo están implicadas en una interacción que es capaz de contribuir en la mejora de las plantas, de modo que se involucran en procesos que fortalecen la estabilidad, productividad de los agroecosistemas así como también de los ecosistemas naturales.

Ojeda, Herrera y Furrázola (2014), quienes realizaron el trabajo “Producto de inoculación combinada de *Rhizobium* – Micorrizas Arbusculares en *Leucaena leucocephala* CV: Perú” el cual fue sustentado en Universidad de Cienfuegos Carlos

R. Rodríguez – Cuba, aplicaron como propósito estimar el resultado de la infección de hongos y bacterias en un suelo Pardo Grisáceo con pocos nutrientes. Este trabajo lo realizaron en varias zonas, principalmente en los territorios cálidos, desérticos y desolador, el rendimiento está circunscrito con la insuficiencia de proteínas, mayormente en zonas secas en la etapa de maduración del cultivo. Las leguminosas proveen elementos al suelo, donde es aprovechado por las raíces y modificado a nutrientes que serán utilizados por los microorganismos desarrollando mejores producciones, sin la exigencia de emplear grandes sumas de fertilización química.

Los microorganismos micorrízicos arbusculares (HMA) se corresponden estableciendo simbiosis Arbusculares (MA), expresándose en la generalidad de los ecosistemas terrestres según Smith y Read, (2008). Estos son aptos de ser incorporados en los cultivares, como inoculantes orgánicos por lo que estimulan a la alimentación de nutrientes fundamentales como el fósforo, el nitrógeno y agua, aumentando la utilidad, igualmente preservar la planta contra organismos patógenos.

El *Rhizobium* fue aplicado en suelos deficientes con poca o nada de materia orgánica, por tanto, la presencia microbiológica es mínima o inexistente, por lo cual, la inoculación no representó beneficios al cultivo, demostrando una vez más que estas alternativas agroecológicas dependen de las condiciones presentes en los suelos y en los diferentes climas de las diversas zonas geográficas.

Falcón y Riera (2013), realizaron el trabajo “Efecto de Inoculación de Hongos Micorrizógenos sobre la obtención de presencias forestales en dos tipos de suelos” el cual llegó a ser defendido en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas – Cuba, se plantearon determinar el valor de aprovechamiento de dos raíces de hongos armadores de micorrizas arbusculares relativo a la ampliación en invernaderos de diversidades agreste en dos muestras diferentes superficies. Los autores adaptaron seis técnicas introdujeron 10 (g) de micorrizas arbusculares del tipo *Glomus hoi like* y *Glomus intraradices* bajo el germen para una pre diseminación, examinaron 20 plántulas de cada técnica, determinando grosor del tallo, el desarrollo, la altitud,

ancho de copa, contando el número de hojas, por un centenar de propagación micorrízico, condensación óptico y volumen del endófito arbuscular. El rendimiento demostró una resolución eficiente a la infección, al revelar diferencia con el testigo no contaminado, aumentando la composición *Glomus* intraradices + 7:1 con los codiciables rendimientos en la superficie Pardo.

Las infectadas con el hongo obtuvieron un desempeño revelador en los suelos o planos con menores almacenamiento de nutrimentos, apropiado para que sus hifas sean capaces de considerar una mayor extensión y llegar a áreas inaccesibles para las cepas, disminuyendo los indicativos cruciales de los nutrientes en las superficies, subsistiendo uno de los principios esenciales de la réplica de las plantas a la micorrización.

En indagaciones importantes y aplicadas se ha evidenciado el apego por determinadas funciones de asistencia microbiana que optan por ser aprovechadas como una tecnología de inferior costo, cooperan de este aspecto a las experiencias agrotecnológicas sostenibles además amigables con el ambiente; a las que se adaptaría el uso de un complejo de microorganismos, como es el caso de hongos como bacterias en la búsqueda de generar la calidad agronómica en cultivos variados, en el caso particular de este artículo en el cultivo *Phaseolus vulgaris*.

3. Reflexiones finales

Es necesario disminuir la dependencia del fertilizante químico nitrogenado, valerse de los procesos biológicos que favorecen la nutrición de los cultivares mediante la fijación de N, así como el uso de HFM para la estimulación del desarrollo de las plantas.

Considerar la selección de cepas in situ de HFM y cepas con mayor capacidad de fijación de N y de variedades de semillas de cultivares que utilicen eficientemente el nitrógeno (N) fijado.

Es necesario ejecutar investigaciones básicas, aplicadas, científicas que contemplen la interpretación de manera crítica, reflexiva y analítica la complejidad de los fenómenos ambientales desde una perspectiva holística-integradora, a fin de

hallar las soluciones más adecuadas y pertinentes de acuerdo con el contexto donde se desarrollan.

Se debe impulsar las investigaciones locales donde se implementen la asociación planta-microorganismo, considerando la inoculación simple y co-inoculación de *Rhizobium* y hongos formadores de micorrizas como alternativa viable, sostenible y ecológica para la producción del cultivo *Phaseolus vulgaris*.

4. Referencias

Ahemad, M. & Kibret, M., (2014). **Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria: Current perspective.** Journal of King Saud University - Science, 26(1), pp.1– 20. Recuperdo de: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jksus.2013.05.001>

Avilés García, EO; Centeno Orozco, JC. (1999). **Evaluación de una mezcla de cepas de Rhizobium Bajo diferentes niveles de fertilización en tres variedades de frijol rojo en Nicaragua.** Tesis Ing. Managua, NI.UNA. 35p.

Bashan, Y., and Holguin, G. (1998). **Proposal for the division of plant growth-promoting Rhizobacteria into two classifications: biocontrol-PGPB (Plant GrowthPromoting Bacteria) and PGPB.** Soil Biology and Biochemistry 30:1225-1228.

Cabrales, M. y Barrera, J. (2018). Identificación de hongos micorrízicos arbusculares en el municipio platanero, Colombia, Buena Ventura, 2018. 52p.

Coyne, M. (2000). **Microbiología del suelo: un enfoque exploratorio**, editorial paraninfo. Madrid –España. 416 p.

De Souza, F. A., Sturmer, F. L., Carrenho, R. y Trufem, S. F. B. (2010). **Classificação e taxonomia de fungos micorrízicos arbusculares e sua diversidade e ocorrência no Brasil.** Brasil: Editorial UFLA.

Hackenberg, N. (2008). **Biocombustibles de segunda generación.** Revista Virtual REDESMA, Centro Boliviano de Estudios Multidisciplinarios (CEBEM), 2(2), 49-61.

Hernández Lamasa C., Cardona Ayala C., Hermes Araméndiz T., Velásquez Arteaga R., & Vergara Córdoba C. (2015). **Efecto de coberturas y micorrizas nativas sobre el cultivo de berenjena (solanum melongena**

- L.). *Agronomía*, 23(1), 7-19. Recuperado a partir de <https://revistasojs.ucaldas.edu.co/index.php/agronomia/article/view/16>
- FAO, (2016) **Semillas nutritivas para un futuro sostenible**. Recuperado en: <http://www.fao.org/pulses-2016/about/es/>.
- Falcón, E. y Riera, M. (2013). **Efecto de inoculación de hongos micorrizógenos sobre la producción de pasturas forestales**. Córdoba, Buena Aventura,. 32p.
- Kloepper, J.W., and Schroth, M.N. (1978) **Plant growth promoting rhizobacteria on radishes. pp. 879-882. In: Proceedings of the 4th International Conference on Plant Pathogenic Bacteria**. Ed. Station de Pathologic Vegetal et Phytobacteriologic. Vol. 2. Angers, France.
- Liriano González, R; Núñez Sosa, DB; Barceló Díaz, R. (2012). **Efecto de la aplicación de rhizobium y micorriza en el crecimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad CC- 25-9 negro (en línea)**. *Centro Agrícola* 39(4). Disponible en <https://biblat.unam.mx/hevila/Centroagricola/2012/vol39/no4/3.pdf>
- Martin, G., Ramírez, J. y Rivera, R. (2017). **Relación entre las respuestas de *Canavalia ensiformis* a la inoculación de micorrizica y algunas propiedades químicas del suelo**, Cuba, Peisa, 2017. 86p.
- Ojeda, L.; Herrera, R.; Furrúzola, E.; Hernández, C. (2014). **Efecto de inoculaciones conjuntas de *Rhizobium*-Micorrizas Arbusculares en *Leucaena leucocephala* CV: Perú** Effect of combined inoculations of *Rhizobium*-Arbuscular Mycorrhiza in *Leucaena leucocephala* CV: Perú, 28p.
- Orejuel-Pajarito, J. F., & González-García, R. (2008). **Solución Matricial de Modelos para Cálculo de Equilibrio Líquido-Vapor**. *Información tecnológica*, 19(3), 51-58.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO, (2016). **Tendencias en la producción, consumo y comercio mundial de legumbres**. Roma, Italia. <http://www.fao.org/pulses-2016/about/es/>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO. (2018). **Legumbres. Pequeñas semillas, grandes soluciones**. Ciudad de Panamá. 292 páginas. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Padrón, L. (2019). **Efecto de la interacción de hongos micorrízicos y un hongo fosfatado solubilizador en tres especies de plantas coberteras**. Repositorio Institucional. https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/1944/50579/PadronRodriguezLegnar_a.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Paillacho Cedeño, F.I. (2010). **Evaluación de la efectividad de micorrizas arbusculares nativos sobre el desarrollo y estado nutritivo del Palmito (*Bactris gasipaes* HBK) en etapa de vivero (en línea)**. Tesis Ing. Santo Domingo de los Tsáchilas. Escuela Politécnica del ejército. Disponible en <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2892/1/T-ESPE-IASA%20II-002332.pdf>

Plan de la Patria (2019). **"Tercer Plan Socialista de Desarrollo Económico y Social de la Nación de Venezuela"** período 2019-2025.

Pérez-Montaña, F. *et al.*, (2014). **Plant growth promotion in cereal and leguminous agricultural important plants: from microorganism capacities to crop production**. *Microbiological research*, 169(5-6), pp.325–36. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24144612>

Peterson RL, Massicote HB, Melville LH. (2004). **Mycorrhizas: Anatomy and cell Biology**. Ottawa: NRC Research Press. ISBN-13: 978-0851999012

Santoyo G, Moreno G, Hagelsieb M, Orozco M. (2016) Glick Plant growth-promoting bacterial endophytes *Microbiol. Res.*, 183, pp. 92-99. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S094450131530029X>

Smith SE, Read DJ. (2008). **Mycorrhizal symbiosis**: Academic press. Third Edition. 787 páginas.

Vargas De Roza, E. (1969). **Aspectos microbiológicos de la fijación simbiótica del nitrógeno por el *Rhizobium***. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá- Colombia. 198 pp.

Wang, B., y Qiu, Y. L. (2006). **Phylogenetic distribution and evolution of mycorrhizas in land plants**. *Mycorrhiza*, 16(5), 299-363.