

LOS BIOFERTILIZANTES COMO COMPONENTES DE LOS SISTEMAS INTEGADOS DE NUTRICION VEGETAL.

MSc. Jorge Luis Álvarez Marqués

Importancia de la Rhizosfera.

La rizosfera es la zona del suelo donde se desarrollan las interacciones entre los microorganismos y las plantas, en la cual los microorganismos viven consumiendo los compuestos producidos por la raíz o liberados a partir de las células radicales desprendidas.

La talla y el volumen de la rizosfera van a depender del estado fisiológico en que se encuentre la planta y los tejidos radicales involucrados, variando de acuerdo a condiciones externas como el tipo de suelo y la humedad. La misma abarca de 0,5 a 2 cm de distancia y su efecto no es más que la relación existente entre el número de microorganismos presentes en la rizosfera y el número presente en el suelo alejado de la raíz, así la rizosfera posee tres componentes de vital importancia: suelo, planta y microorganismos.

El suelo es un medio ideal para el desarrollo de los microorganismos. Las propiedades físicas y químicas en su conjunto, han creado las condiciones ecológicas que permiten incubar en su interior un elevado número de microorganismos con requerimientos nutricionales y propiedades fisiológicas muy diferentes, dentro de los cuales se incluyen bacterias, hongos, actinomicetos, algas y protozoos.

En la rizosfera se pueden establecer entre una planta y un microorganismo tres tipos de interacciones: positivas, negativas y neutrales o variables. Si se establece una relación de tipo negativa, el resultado de la interacción comúnmente es la enfermedad de la planta. Si la relación es positiva, se obtiene una planta más resistente y vigorosa, de esta forma las relaciones beneficiosas que establecen los microorganismos del suelo con las plantas desempeñan un papel importante en la regulación y mantenimiento de la biodiversidad del suelo y sus propiedades, lo cual también estimula y contribuye al crecimiento vegetal.

Algunos microorganismos del suelo pertenecientes a los géneros *Azospirillum*, *Enterobacter*, *Azotobacter* y *Pseudomonas*, han logrado aumentar el crecimiento de las plantas, promoviendo el desarrollo de las raíces secundarias, actuando como protectores contra fitopatógenos y mediante la

producción de metabolitos, entre los que se destacan las fitohormonas, que pueden influir directa o indirectamente sobre el crecimiento de las plantas. El efecto beneficioso que ejercen los microorganismos sobre el crecimiento de las plantas también radica en otros mecanismos mediante los cuales ejercen su acción. Estos efectos beneficiosos pueden subdividirse en efectos nutricionales y no nutricionales. Dentro de los nutricionales se agrupan la fijación del nitrógeno (simbiótica y no simbiótica) y el aumento de la absorción de agua y minerales. Dentro de los efectos no nutricionales se encuentran la producción de sustancias reguladoras del crecimiento vegetal, la degradación de compuestos fitotóxicos, el antagonismo contra microorganismos dañinos y la inducción de resistencia sistémica.

En fin, se reconoce que los microorganismos rizosféricos utilizados como biofertilizantes juegan esencialmente un triple papel, como suministradores o solubilizadores de nutrimentos, productores de fitohormonas y antagonistas de hongos fitopatógenos, actualmente nadie duda que una buena parte de los microorganismos que existen en el suelo no sólo son capaces de fijar el nitrógeno atmosférico, aumentar la capacidad extractiva de nutrimentos por parte del sistema radical de las plantas y solubilizar el fósforo, sino que también producen sustancias promotoras del crecimiento vegetal y tienen en general un sinnúmero de funciones en la microbiota del suelo, de gran interés para la producción agrícola.

La Agricultura Sostenible potencia el empleo de los productos biofertilizantes como parte importante de los llamados Sistemas Integrados de Nutrición Vegetal (SINV), de conjunto con la fertilización orgánica y el manejo de los residuos, sin menospreciar el posible empleo de los fertilizantes minerales, pero utilizándolos minimizadamente para evitar sus efectos contaminantes y la pérdida de calidad biológica de los productos agrícolas.

Bacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal. (PGPB)

Las bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPB “Plant growth promoting bacteria”) comprenden todas aquellas bacterias que ejercen efectos

positivos sobre los cultivos sin tener en cuenta la forma de asociación con los mismos.

Diversos mecanismos bacterianos han sido propuestos para explicar la estimulación del crecimiento vegetal por las rizobacterias, entre ellos se encuentran el aumento de la toma de agua y nutrientes por la planta, la producción de fitohormonas y el control biológico de patógenos.

Una de las principales fitohormonas son las auxinas, cuya función primaria incluye el alargamiento y división celular, iniciación de la raíz y dominancia apical. Siendo la auxina más estudiada y conocida el ácido indol -3- acético (AIA), por ser muy activa fisiológicamente, reconociéndose que son producidas por rizobacterias pertenecientes a las especies *Azospirillum brasilense* y *Pseudomonas fluorescens*.

Una de las acciones más estudiadas de las bacterias promotoras del crecimiento vegetal es el biocontrol de patógenos de plantas, aprovechando la capacidad que tienen algunos microorganismos de eliminar o inhibir el crecimiento de otros que son causantes de enfermedades en los cultivos.

El biocontrol de fitopatógenos por parte de las PGPB se estima que ocurre por varios mecanismos como: la producción de sideróforos que hacen el hierro inalcanzable para los patógenos; la síntesis de metabolitos antifúngicos y/o bactericidas; la competencia por los nutrientes y la colonización de la raíz; además de la inducción de resistencia sistémica en la planta.

El incremento en la adsorción de minerales en plantas inoculadas con bacterias se debe fundamentalmente a un incremento general en el volumen del sistema de raíces, por otra parte, la inoculación con rizobacterias puede provocar mayor eficiencia en la adsorción de algunos iones en el suelo, cuestión que explica el hecho de que la planta pueda asimilar el fósforo del suelo de manera más eficiente, requiriendo una menor fertilización.

Existe una gran cantidad de microorganismos con la capacidad de producir compuestos promotores del crecimiento vegetal, dentro de los cuales se encuentran las bacterias de los géneros *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Azotobacter* y *Rhizobium*, entre otros.

❖ Bacterias del Genero *Azospirillum*.

El término *Azospirillum* proviene del francés *Azote*, que significa nitrógeno y del griego *Spirillum*, que significa pequeña espiral. Estas bacterias del género *Azospirillum* fueron descritas por primera vez por Beijerinck en 1925, a la cual denominó *Spirillum lipoferum*. En 1976 se retoma el estudio de estas bacterias y después de sucesivos aislamientos de cepas en distintos países, se sugirió agrupar estos organismos en un nuevo género al que se denominó *Azospirillum*, con dos especies más estudiadas: *Azospirillum lipoferum* y *Azospirillum brasilense*.

Estas bacterias son Gram negativas y crecen bien en medios de ácidos orgánicos, tales como: malato, succinato, piruvato y lactato, pueden fijar el dinitrógeno atmosférico tanto en vida libre como asociado, pero en todos los casos en condiciones de microaerofilia y poseen la capacidad de sintetizar la enzima hidrogenasa y es un organismo nutricionalmente versátil, pues puede consumir una amplia variedad de ácidos orgánicos, azúcares, aminoácidos y compuestos aromáticos que se encuentran disponibles en la rizosfera.

Teniendo en cuenta que la población de *Azospirillum* se ha estimado que representa del 1 al 10 % de la población rizosférica total, su supervivencia puede verse afectada por la presencia de muchas otras especies de bacterias y esto debe ser considerado cuando el *Azospirillum* es aplicado al suelo, dadas las interacciones que establece con poblaciones de especies comunes, indígenas y predominantes de *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Bacillus* y otras.

Una de las principales hormonas producidas por el *Azospirillum* es el ácido 3 indol acético (AIA), otras hormonas biológicamente significativas han sido detectadas a bajas concentraciones, Entre las fitohormonas de origen bacteriano, las auxinas y en especial el ácido (AIA), son consideradas las de mayor importancia fisiológica, demostrándose que las mismas desempeñan un importante papel en el desarrollo de las raíces de las plantas, lográndose también de esta manera aumentar la absorción de agua y minerales, lo cual contribuye a un mejor crecimiento y desarrollo del cultivo.

El *Azospirillum* produce una asociación bacteria-raíz capaz de estimular la producción de sustancias estimuladoras del crecimiento, incrementándose el número de pelos radicales, aumentando el volumen de la raíz, lo que propicia una mayor absorción de nutrientes, minerales y agua, en definitiva un mayor crecimiento de la plantas.

La efectividad de la aplicación de productos biofertilizantes a base de *Azospirillum brasilense* en diferentes cultivos, esta dada a la producción de sustancias fisiológicamente activas que son excretadas al medio circundante por las bacterias, de donde son tomadas por los pelos absorbentes de la planta, encontrándose entre estas sustancias vitaminas, auxinas, citoquininas y gibberelinas de conocido efecto estimulador sobre los vegetales. También se encuentran fosfolípidos, ácidos grasos y un grupo de sustancias fungistáticas, que al inhibir el crecimiento de los hongos fitopatógenos del suelo promueven indirectamente el desarrollo de las plantas.

Al inicio de los años 90 comenzaron en nuestro país los trabajos encaminados a evaluar la coinoculación de diferentes géneros de rizobacterias y los hongos formadores de micorrizas, basados no solo en la existencia natural de estos microorganismos en la rizosfera de las plantas micorrizadas, sino también de las relaciones mutualistas entre los mismos. La coinoculación de más de un microorganismo benéfico puede traer aparejadas interacciones sinérgicas que repercuten en el aumento del crecimiento, desarrollo, toma de nutrientes y los rendimientos del cultivo.

La aplicación de biofertilizantes a base de *Azospirillum* y Micorrizas, según numerosas investigaciones realizadas, pueden permitir la disminución de las dosis de nitrógeno y fósforo de los fertilizantes químicos, con positivas consecuencias económicas y ambientales.

En la provincia de Matanzas se ha venido elaborando por la Agricultura, desde hace varios años, un biofertilizante en sustrato sólido llamado Azotofoz, desarrollado a base de *Azospirillum sp.* y *Pseudomonas cepacea*, el cual ha sido utilizado con buenos resultados en varios cultivos de ciclo corto.

❖ Bacterias del Genero *Azotobacter*.

El *Azotobacter* es una bacteria fijadora de nitrógeno libre, no simbiótica, que crece en los residuos de plantas, logrando fijar cierta cantidad nitrógeno que mejora la fertilidad del suelo. Sus especies son de gran tamaño, algo semejante a las levaduras, son aeróbicas estrictas y no esporógenas, su temperatura óptima es de 30 °C y no se desarrolla a pH inferiores a 6, por su susceptibilidad a altas concentraciones de hidrogeniones.

La especie mas utilizada en Cuba como biofertilizante es el *Azotobacter chroococcum*, el cual requiere hasta 100 unidades equivalentes de glucosa por unidad de nitrógeno fijado, lo que la hace poco interesante en la agricultura como fijador de nitrógeno, sin embargo su acción mas importante, comprobada en muchos cultivos, es como estimulador del crecimiento vegetal, debido a la producción de hormonas, auxinas y vitaminas, además de contribuir a la protección de las plantas contra agentes patógenos.

El Dimargón es el biofertilizante a base de *Azotobacter chroococcum* que más se ha estudiado su aplicación en Cuba, habiéndose probado también su eficacia en otros países. Ha mostrado efectividad en la producción de posturas de café, cebolla y otros cultivos, también en condiciones de producción hortícola (tomate, cebolla, lechuga, habichuela, pepino, entre otras) y granos como arroz y maíz. Las dosis de aplicación en campo del DIMARGÓN no son elevadas, las mas utilizadas están entre 10 y 30 L/ha.

Rhizobacterias simbióticas fijadoras de nitrógeno.

Las bacterias del genero *Rhizobium*, junto al *Agrobacterium* pertenecen a la familia *Rhizobiaceae*, siendo la primera la más utilizada en la agricultura como producto biofertilizante.

Las especies de bacterias más conocidas del género *Rhizobium* son: *Rhizobium meliloti*, *Rhizobium phaseoli*, *Rhizobium leguminosarum*, *Rhizobium trifolii*, *Rhizobium lupini*, *Rhizobium japonicum* y *Rhizobium sp.*

El *Rhizobium* es una bacteria capaz de fijar el nitrógeno atmosférico en simbiosis con las leguminosas, formando nódulos fijadores de nitrógeno en las

raíces, producto al ácido indol-acético y citoquinimas, entre otros. Requiere de 12 unidades de glucosa por unidad de nitrógeno fijado, siendo la planta la suministradora de los compuestos carbonados. Se considera esta simbiosis la de mayor significación agrícola en la fijación del nitrógeno.

Estas especies de bacterias presentan una selectividad muy importante con la planta hospedera, es decir, existe una alta especificidad bacteria-planta para que la simbiosis se realice y sea eficiente. Por lo cual los laboratorios que producen los biofertilizantes a base de Rhizobacterias van a recomendar directamente cada uno de los preparados disponibles para determinados cultivos, ya sean estos: soya (*Rhizobium japonicum*), frijol común (*Rhizobium phaseoli*), frijol CAUPI (*Rhizobium leguminosarum*), maní (*Rhizobium sp.*), etc.

En fin deben rigurosamente seguirse estas recomendaciones, ya que la especie de *Rhizobium* utilizada en la preparación del biofertilizante debe ser la adecuada para la especie de leguminosa que deseamos inocular, ya que puede existir nodulación con una planta no específica, pero trae como consecuencia una baja efectividad en la nitro fijación.

Numerosos estudios reportan la efectividad de la inoculación combinada de las plantas leguminosas con productos biofertilizantes a base de *Rhizobium* y hongos formadores de micorrizas, lo cual eleva los rendimientos de los cultivos.

Hongos Formadores de Micorrizas. (HMA)

El vocablo micorriza fue empleado por primera vez y con un interés puramente sistemático, por el ilustre botánico de origen alemán Albert Bernard Frank en el año 1885, para designar “la asociación que se producía entre las hifas de algunos hongos del suelo con los órganos subterráneos de la gran mayoría de las plantas superiores”. Desde el punto de vista etimológico, la palabra se formo a partir del termino griego “mykos” (hongo) y del vocablo latino “rhiza” (raíz).

La definición más moderna del término micorrizas, según Siqueira y Franco (1988) es: “Simbiosis endofítica, biotrófica y mutualista prevaleciente en la mayoría de las plantas vasculares nativas y cultivadas; caracterizadas por el contacto íntimo y la perfecta integración morfológica entre el hongo y la planta para la regulación de funciones y el intercambio de metabolitos, con beneficios mutuos”.

Esta relación planta-HMA es una asociación simbiótica, donde ambos organismos establecen sucesivos intercambios de sustancias nutritivas, metabolitos esenciales y sustancias hormonales, así como también conducen a la creación de nuevas estructuras, representando un beneficio mutuo para ambos simbioses.

Se considera esta simbiosis de tipo mutualista, donde el hongo suministra a la planta compuestos inorgánicos (sales minerales) que esta necesita para su nutrición y la planta aporta al hongo heterótrofo los compuestos orgánicos. Los HMA no pueden desarrollarse sin la presencia de las raíces de las plantas, ya que en ausencia de hospedero el crecimiento del HMA se ve limitado a un tiempo relativamente corto de unos 20 a 30 días.

Se ha estimado que la aplicación de biofertilizantes a base de HMA logra incrementos de los rendimientos agrícolas en muchos cultivos del orden del 20 – 60 %, también aumentan el aprovechamiento de los fertilizantes y de los nutrientes del suelo y se asegura que disminuyen los costos por concepto de aplicación de estos insumos, que no degradan los suelos y contribuyen a la rehabilitación de la biota edáfica.

Se reconoce que de las cantidades de fertilizantes minerales aplicados, generalmente se aprovecha alrededor del 50 %, sin embargo con la utilización de los HMA puede ser recuperado por la planta un porcentaje mayor, debido a que mientras que un pelo radical puede poner a disposición de las raíces los nutrimentos y el agua que se encuentra hasta 2 mm de la epidermis, las hifas del micelio extramático de los HMA pueden hacerlo hasta 80 mm, lo que

representa para la misma raicilla la posibilidad de explorar un volumen de suelo hasta 40 veces mayor.

Existe un notable aumento en la toma de diferentes elementos minerales del suelo por las plantas micorrizadas, lo cual no está solo circunscrito al ion fosfato, así como un aumento de la resistencia al estrés hídrico, las cuales se pueden expresar en importantes incrementos del crecimiento y rendimiento de los cultivos y en última instancia en una mayor adaptabilidad de las especies vegetales al ambiente.

Se ha reportado el uso de los HMA como posibles agentes de biocontrol de importancia económica de las poblaciones de nemátodos parásitos de numerosos cultivos, a partir de las interacciones nemátodos-HMA que se establecen en el suelo.

Se ha comprobado que debido a su efecto en la absorción de nutrientes, la inoculación con HMA permite disminuir las dosis de fertilizantes minerales recomendadas para los cultivos, posibilitando el incremento de los rendimientos y disminución de los costos, es decir, la utilización de los HMA en los cultivos no implica que se deje de fertilizar, sino que la fertilización se hace más eficiente y se puede disminuir la dosis entre el 50 y 80 %, disminuyendo los costos.

También se ha señalado la importancia del micelio extrarradical arbuscular en la estabilidad estructural y mejora de las características físicas de los suelos, fundamentalmente en la formación de agregados.

Son múltiples los factores que influyen o condicionan la eficiencia de este microorganismo dentro del sistema suelo-planta, tales como: la cepa inoculada, manejo del biofertilizante, efectividad del microsimbionte, fertilizantes aplicados y nivel nutricional del suelo.

El efecto del suelo y su fertilidad sobre la eficiencia de los HMA ha sido un aspecto investigado a nivel mundial, numerosos autores reportan que la eficiencia de los HMA está estrechamente vinculada a los suelos pobres de

baja fertilidad y que la aplicación de altos niveles de nutrientes, sobre todo de fósforo, disminuyen o inhiben el efecto beneficioso de los HMA.

La disponibilidad de fósforo constituye el factor edáfico más importante que afecta el funcionamiento de los HMA ya que constituye el principal mecanismo de respuesta de las plantas a la micorrización. Se ha detectado que en condiciones bajas de fósforo la tasa de colonización es alta y trae para la planta buenos beneficios, pero en condiciones altas de este nutriente la micorrización puede provocar reducciones en el crecimiento.

La dependencia micorrízica de la planta es un factor importante en los programas para el uso de las micorrizas en la agricultura a gran escala, pues ella determina la magnitud del beneficio de la micorrización. En este sentido influye la existencia de una relación directa entre la dependencia micorrízica y el nivel de fósforo disponible, existiendo un nivel crítico de fósforo en el suelo por encima del cual la planta no se beneficia. Existen también especies de hongos micorrizicos arbusculares más eficientes que otros, dado a los diferentes grados de afinidad entre las HMA inoculadas y sus hospederos.

Se han desarrollado para su comercialización diferentes productos biofertilizantes a base de HMA en Cuba y en el extranjero, los más reconocidos son el EcoMic[®] y el MicoFert[®], utilizándose con éxito en diferentes cultivos como: posturas de cafetos, cítricos, frutales, hortalizas, cultivos de granos, raíces y tubérculos.

La forma de aplicación más generalizada de estos biofertilizantes es el recubrimiento de las semillas, utilizándose una proporción del 10 % del peso de la semilla, lo cual hace muy viable y económica su aplicación.

Dosis y formas de aplicación que han sido utilizadas de algunos biofertilizantes.

Etapas	Biofertilizante	Dosis	Modo de aplicación
Inoculación en producción de vitroplantas	Micorrizas	10 g/planta	Mezclado en el sustrato sólido utilizado
	Azotobacter	50 ml/L agua	Inmersión de 15 – 20 min. de las vitroplantas en solución al 5 %, en el momento de la siembra
	Fosforina	5 ml/planta	Asperjar al suelo con una solución al 10 % en el momento de la siembra para la adaptación.
Semilleros	Micorrizas	1 kg/m ²	Mezclado al suelo al momento de la siembra.
	Azotobacter	2 ml/m ²	Asperjar al suelo al momento de la siembra
	Azospirillum	4 ml/m ²	Asperjar al suelo al momento de la siembra
Siembra o plantación.	Micorrizas	20 – 100 g/planta	En plantación con bolsas, según la especie y su porte.
		10 % del peso de la semilla	De forma peletizada o recubiertas las semillas con el biofertilizante.
	Azotobacter	20 L/ha	Puede asperjarse uno de ellos en hortalizas al momento de la siembra o plantación, también entre otros cultivos: Papa: Asperjado a los 25 – 30 días de la plantación. Yuca: Asperjado en plantación y también a los 50 – 60 días. Boniato: Asperjado a los 25 – 30 días de la plantación.
	Azospirillum	20 - 40 L/ha	
	Fosforina	20 L/ha	

En resumen, se reconoce como las principales ventajas que producen estos microorganismos utilizados como biofertilizantes, las siguientes:

- ◆ Incrementan los procesos microbianos en el suelo, incrementando los microorganismos beneficiosos.
- ◆ Se consume escasa energía no renovable en su producción industrial.
- ◆ Son productos "limpios" que no contaminan el medio ambiente.

- ◆ Mejoran la eficiencia de los fertilizantes minerales, permitiendo un ahorro de hasta un 30 - 50 % de la fertilización nitrogenada y entre un 15 – 30 % de los fertilizantes de formulas completas, según los tipos de suelo y cultivo.
- ◆ Producen sustancias bioactivas estimuladoras del crecimiento vegetal, pudiendo incrementar el rendimiento de los cultivos hasta un 20 – 30 %.
- ◆ Actúan sobre el control de diversos microorganismos fitopatógenos.

Requerimientos y limitaciones en el uso de los biofertilizantes:

- Utilizar el biofertilizante con las cepas de microorganismos apropiadas y eficientes con relación al cultivo a emplear.
- Utilizar la forma de inoculación más eficiente, prestando atención a sus requerimientos.
- Muchos productos biofertilizantes requieren condiciones de refrigeración para su almacenaje.
- Prestar atención a la fecha de vencimiento del producto, que generalmente oscila de 3 a 6 meses, al contener organismos vivos.
- La respuesta a su aplicación no es inmediata, ni rápidamente visible como los fertilizantes minerales.
- Algunas condiciones del suelo puede afectar la eficiencia de algunos de estos productos, tales como: el nivel de Nitrógeno o fósforo asimilable, pH desfavorable, altas temperaturas y baja humedad.
- El factor humano influye mucho en sus resultados.

Son muchos los beneficios o bondades que brindan los hongos formadores de micorrizas y las bacterias fijadoras de nitrógeno o promotoras del crecimiento vegetal, como parte de los Sistemas Integrados de Nutrición Vegetal, sin embargo en ocasiones se subestiman estos productos biofertilizantes debido al poco conocimiento que se tiene de ellos, la poca cultura en el empleo de medios biológicos en la Agricultura y la limitada comercialización que se realiza para facilitar su adquisición por los productores.

Bibliografía

1. Álvarez J.L. 2005. Comportamiento de la aplicación de productos biofertilizantes en el cultivo de la lechuga en condiciones de organopónico.

Tesis presentada en opción al grado científico de Master en Agroecología y Agricultura Sostenible. UNAH – UMCC.

2. Gómez L.A. y Dueñas Graciela. 2006. Potencial de la fijación simbiótica para el suministro de nitrógeno a leguminosas de grano de importancia agrícola en Cuba. XV Seminario Científico. IV Simposio de caracterización y manejo de microorganismos rizoféricos. La Habana. INCA, 7-10 de noviembre. p 113.
3. Hernández, Annia; Rives, N.; Caballero, A.; Hernández, A. N. y Heydrich M. 2004. Caracterización de rizobacterias asociadas al cultivo del maíz en la producción de metabolitos del tipo AIA, sideróforos, y ácido salicílico. Revista Colombiana de Biotecnología. 6(1):6-13.
4. INCA. 1999. Efecto de las aplicaciones del biofertilizante EcoMic (HMA) en cultivos de interés económico durante el periodo 1990 – 1998. Informe de investigaciones. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. La Habana. Cuba.
5. Machado, Ana y Novella, R. 2002. Evaluación del efecto de algunos biofertilizantes en cultivos asociados. XIII Congreso Científico. Programa y Resúmenes. INCA. La Habana. p 72.
6. Martínez, R. 2003. Introducción al conocimiento sobre los biofertilizantes bacterianos. Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo. Actualidades-1, Tema II Biofertilizantes, CD-ROM.
7. Martínez, R. 2003. Introducción al conocimiento sobre los biofertilizantes bacterianos. Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo. Actualidades-1, Tema II Biofertilizantes, CD-ROM.
8. Martínez, R. y Hernández G. 1995. Los biofertilizantes en la agricultura cubana. Resúmenes del II Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. La Habana. ACAO, 17-19 de Mayo. p. 43.
9. Matiru, V.N. and Dakora, F. 2004. Potential use of rhizobial bacteria as promoters of plant growth for increased yield in landraces of African cereal crops. African Journal of Biotechnology 3: 1-7.
10. Núñez Dania 2005. Evaluación de la aplicación de biofertilizantes en condiciones de Agricultura Urbana. Tesis presentada en opción al grado científico de Master en Agroecología y Agricultura Sostenible. UNAH – UMCC. 64 p.
11. Pulido L.; Peralta H. y Castañeda F. 2000. Micorrizas y Rizobacterias: Vía alternativa para la producción de pimiento. Resúmenes del XII Seminario Científico. Simposio Internacional sobre caracterización y manejo de microorganismos rizoféricos como biofertilizantes y V Taller de Biofertilizantes en los Trópicos. La Habana. INCA, 14-17 de noviembre. p 119.
12. Rivera R., Fernández F., Ruíz L., Hernández A., Plana R. y Fernández Kalyanne. 2006. El manejo efectivo de la simbiosis micorrízica en la producción agrícola. Avances y retos inmediatos. XV Seminario Científico. IV

Simposio de caracterización y manejo de microorganismos rizoféricos. La Habana. INCA, 7-10 de noviembre. p 116.

13. Rivera, R. 2000. Disponibilidad de nutrientes y fertilización en los sistemas agrícolas micorrizados: Resultados en la producción de posturas de cafetos y en raíces y tubérculos. XII Seminario Científico del Instituto Nacional de Ciencias Agrícola. La Habana. 102-103 p.

14. Rivera, R. 2001. Efectividad de la simbiosis micorrízica, suministro de nutrientes y nutrición de las plantas. XV Congreso Latinoamericano y V Cubano de las Ciencias del Suelo. Programas y Resúmenes. p 113.

15. Rivera, R. 2003. Avances en el manejo efectivo de la simbiosis micorrízica en los agrosistemas. Sistemas Agrícolas Micorrizados Eficientemente. Conferencia impartida en la Universidad de Matanzas a especialistas de Ciencias del Suelo de la provincia.

16. Rivera, R.; Fernández, F.; Hernández, A.; Martín, J. y Fernández, K. 2003. El manejo efectivo de la simbiosis micorrízica, una vía hacia la agricultura sostenible. Estudio de caso: El Caribe. Ediciones INCA. 166 p.

17. Ruíz, L. 2001. Efectividad de las asociaciones micorrízicas en raíces y tubérculos en suelos Pardos y Ferralíticos rojos de la Región Central de Cuba. La Habana. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas). INCA. 118 p.

18. Siquiera J. O. y Franco A. 1988. Biotecnología do solo. Fundamentos y perspectivas. Brasilia. Ed. MEC-ESAL-FAEPE-ABEAS, p 125-177.

19. Tarrand, J. J.; Krieg, N. R. y Dobereiner, J. A. 1978. A taxonomic study of the Spirillum lipoferum group, with descriptions of a new genus, Azospirillum gen. and two species, Azospirillum lipoferum and Azospirillum brasilense sp. Can. J. Microbiol. No 4. p. 967-980.

20. Tejeda Tamara, Soto F. y Guerrero G. 1998. Utilización de algunas variantes de infección micorrízica como alternativa nutricionales en obtención de posturas de cafeto mediante vías orgánicas. Cultivos Tropicales. La Habana. 19 (1) p. 28-32.

21. Terry, E.; Pino María de los A. y Leyva A. 2002. Biofertilizantes. Una alternativa promisorio para incrementar la productividad y calidad del cultivo del tomate. XIII Congreso Científico. Programa y Resúmenes. INCA. La Habana, Cuba. p 112.

22. Torres-Rubio, M. G.; Valencia, S. A.; Bernal, J. y Martínez, P. 2000. Isolation of Enterobacteria, Azotobacter sp. and Pseudomonas sp., producers of indole-3-acetic acid and siderophores, from Colombian Rice Rhizosphere. Latinoamericana de Microbiología. 42 p. 171 – 176.