**EFECTO COMBINADO DE MICORRIZAS (MA), *BACILLUS* Y *TRICHODERMA* EN CULTIVO DE MAIZ FORRAJERO**

**Renan Saldaña Rocha1 y Noel Ortuño Castro1**

Laboratorio de AgroMIcrobiología [renansaldanarocha@gmail.com](mailto:renansaldanarocha@gmail.com) cel: 67597908

**Efecto combinado de *Micorriza* (MA)*, Bacillus y Trichoderma* en el cultivo de maíz forrajero**. Tiene como objetivo determinar en el crecimiento, rendimiento y los cambios en la mesofauna del suelo como consecuencia de la aplicación de los tres microorganismos en el cultivo de maíz forrajero en la Tamborada. El diseño experimental utilizó fue el de Bloques Completos al Azar (BCA), con tratamientos no estructurados con 4 repeticiones. El maíz forrajero fue tratado con *Micorrizas* (MA)*, Bacillus y Trichoderma*. Donde el tratamiento 5 (Micorriza + *Bacillus* + biofertilizante foliar), sera el mejor promotor de crecimiento en las siguientes variables: altura de planta, área foliar, grosor de tallo, peso de raíz fresco, peso de raíz seco y largo de raíz, respectivamente. Tambien, se ha obtenido el mejor rendimiento y estadísticamente significativo (p=0.05), con el tratamiento 5, reflejando en las variables: peso de follaje fresco, peso de follaje seco. A través del estudio de la mesofauna, se estableció que los bioinoculantes aplicados al suelo no alteraron las poblaciones de mesofauna relacionadas en la degradación de materia orgánica del suelo.

**Palabras claves:** Mesofauna, Microorganismos, Bioinoculantes.

1. **INTRODUCCIÓN.**

El cultivo de maíz forrajero, constituye una de las actividades más importantes en la rotación de cultivos para la agricultura del departamento de Cochabamba, debido a su gran demanda por los productores lecheros (Barea *et al*. 2005).

La gran mayoría de cultivos agrícolas bolivianos y en especial en los llanos y valles, dependen de los fertilizantes químicos sintetizados, los cuales proporcionan nutrientes asimilables para las plantas, buscando optimizar los procesos de producción. El uso indiscriminado de fertilizantes químicos, ocasiona contaminación en cuerpos de agua y suelos, sumado al incremento de los costos de producción y el impacto negativo en la salud animal y humana; estos insumos inorgánicos han alterado significativamente los constituyentes orgánicos ecológicos, morfológicos y negativamente las actividades metabólicas de las diferentes poblaciones microbianas de agrosistemas (Barea *et al*. 2005).

El uso constante de agroquímicos en la agricultura ha motivado a una mejor compresión de las actividades que se establecen en el suelo entre la microbiota y las plantas; la microfauna también afecta al crecimiento de las plantas y las cadenas tróficas del suelo, los microorganismos deben entenderse como asociaciones microbianas que interactúan entre si (Barea *et al*. 2005).

Por eso, los biofertilizantes son considerados como un componente del manejo integrado de la nutrición vegetal y han sido definidos como sustancias que contienen microorganismos vivos que, al aplicar a las semillas, superficie de las plantas o al suelo, promueven su crecimiento, aumentando la disponibilidad de los nutrientes y la sanidad vegetal en la planta simbionte (Vassey 2003).

En general, los microorganismos desarrollan actividades relacionadas con los procesos de descomposición y mineralización de bioproductos y elementos minerales que conllevan la movilización de los nutrientes en el ecosistema suelo-planta (Cruz 2006).

Los microorganismos, como los hongos micorrizicos, favorecen la disponibilidad y asimilación de nitrógeno y fósforo, principalmente, son incorporados en los fertilizantes orgánicos (estiércol, compost, abonos verdes), dichos microorganismos al descomponerse los fertilizantes orgánicos, hacen que estos sean fácilmente asimilados por las plantas y de formas rápidas.

La utilización de microorganismos en el control biológico de enfermedades de las plantas constituyen una alternativa eficiente y ecológica que contribuyen al desarrollo de una agricultura sostenible, ya que disminuyen los efectos inherentes al uso de plaguicidas y productos químicos. Entre los agentes de control biológico más estudiados se encuentran los microorganismos pertenecientes a los géneros *Streptomyces, Pseudomonas, Agrobacterium, Trichoderma y Bacillus* (Jimenez 2007).

Se conoce un gran número de bacterias de vida libre o asociativa que fija , pero sólo algunos destacan por su potencial como biofertilizantes o promotores de crecimiento. Entre los géneros más conocidos están *Azotobacter, Beijerinckia, Derxia y Azospirillum*, dentro de los grupos de aerobias; en las aerobias facultativas se presentan *Enterobacter, Pseudomonas y Bacillus*; y los géneros de bacterias anaerobias *Metanobacterium, Clostridium y Desulfovibrio* (Jimenez 2007).

Considerando la importancia de buscar alternativas a la problemática del uso de fertilizantes sintéticos, es necesario evaluar el efecto combinado de *Micorrizas* (M.A.), *Bacillus* y *Trichoderma* en cultivo de maíz forrajero. Por lo que en este trabajo se plantean los siguientes objetivos:

**Objetivos**

* Determinar el efecto de combinación de *Micorriza, Bacillus y Trichoderma* en el crecimiento de maíz forrajero.
* Establecer la relación combinación de *Micorrizas, Bacillus y Trichoderma* sobre el rendimiento del maíz forrajero en la Tamborada.
* Analizar los cambios en la microflora y microfauna del suelo como consecuencia de la aplicación de los tres microorganismos en el cultivo de maíz forrajero.

**III. MATERIALES Y METODOS**

**3.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO**

El estudio se realizó en la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias de la Universidad Mayor de San Simón del Departamento de Cochabamba (Figura 3). Geográficamente se encuentra a 17'27'5,19" de latitud sur y 66'8'2,75" de longitud oeste a una altura que varía entre los 2600 a 4200 msnm. La temperatura promedio oscila entre 7 y 30º C, la precipitación pluvial se concentra durante los meses de septiembre a marzo alcanzando un promedio de 548 mm.

**3.2. MATERIALES**

**3.2.2. Material biológico**

Se utilizó semilla de maíz forrajero UMSS V-107. También se utilizaron las siguientes bioinoculantes: Micorriza 100 esp/gr, *Bacillus* 1.2x ufc, *Trichoderma* 3.5xconid/gr.

Los tratamientos fueron evaluados bajo el diseño de bloques completos al azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones, los que fueron divididos en cinco subparcelas, las mismas que constituyeron las unidades experimentales, cuyas dimensiones fueron: 2\*2 m.

Los tratamientos fueron: T1= Testigo (Tes). T2*= Trichoderma, Bacillus* (T+B). T3= *Micorrizas, Bacillus* (M+B). T4= *Trichoderma, Bacillus* + biofertilizante foliar (T+B+F). T5= *Micorrizas, Bacillus* + biofertilizante foliar (M+B+F).

El biofertilizante esta formulado en base a ácidos orgánicos, proporcionados por el laboratorio de biotecnología y microbiología de la FCAP-UMSS. Cada unidad experimental constó de 4 m2, siendo de 2 m. de largo por cuatro surcos, 0.6 entre surcos y 0.30 entre plantas, teniendo

Las cantidades de bioinoculantes aplicados en el ensayo fue de micorrizas (MA) 50kg/ha; *Trichoderma* 200cc/ha y *Bacillus* kg/ha, cada uno en las concentraciones anteriormente indicadas.

La *Micorriza* (MA) se aplicó directamente al suelo. El *Bacillus* se tomó 2.5 gr en 1 lt de agua por tratamiento, se mezclaron en un balde y se aplicó en cada unidad experimental. El *Trichoderma* se midió 15 cc en 1 lt de agua por tratamiento, se prepararon en un balde, para aplicar al suelo. El biofertilizante foliar se midió 31 ml en 1 lt de agua por tratamiento.

La preparación se realizó con tractor con arado y rastra de disco con el apoyo de campo de producción de forraje de la FCAP. La siembra se realizó con tractor y la se sembradora combinada de maíz. El deshierbe se hizo con el tractor y carpidora, durante todo el ciclo del cultivo. Se realizó una fertilización química con urea al 46% en una cantidad de 90 kg/ha. Se realizó el riego durante todo el ciclo de cultivo dos veces por inundación.

Las variables de respuesta a evaluadas fueron: Altura de planta (cm), área foliar ), grosor de tallo (cm), peso de materia verde del follaje (gr), peso de materia seca del follaje (gr), peso de materia verde la raíz (gr) y

Se calculó la diversidad de la mesofauna a través del índice de diversidad Shannon y Wiener (H’) en las diferentes unidades experimentales, tomando muestras de la parte central de cada unidad experimental. Este índice mide el grado la diversidad (riqueza y abundancia) de la población evaluada (Fernández 2001).

Los datos fueron analizados bajo el diseño experimental de bloques completos al azar previa verificación de los supuestos de distribución normal y homogeneidad de varianzas.

**RESULTADOS Y DISCUSIONES**

Para altura de planta, el análisis de varianza, presentó diferencias altamente significativas (p=0.05) entre tratamientos (Figuras 13). Con relación al estudio de los tratamientos y de acuerdo a la prueba de Tukey (p ≤ 0.05), se encontraron dos diferentes grupos parcialmente diferentes, sobresaliendo en este caso el tratamiento 5, *Micorriza* + *Bacillus* + biofertilizante foliar con 138.4 cm de altura, como el mejor tratamiento con relación al resto (Figura 1).

**Figura 1.** Efecto de los tratamientos sobre la altura de la planta.

EL tratamiento 5 (*Micorriza* + *Bacillus* + biofertilizante foliar), fue el mejor por contener este agente de crecimiento a partir de microorganismos, ya que actuaron como agentes de absorción de nutrientes y bacterias promotoras de crecimiento. Por lo que esta combinación, permitió obtener una mayor altura de planta. Gonzáles y Ferrera (1994), indican que los hongos de micorriza spp., contribuyen a un mejor y más rápido crecimiento de las plantas, debido principalmente a una mejor nutrición de las mismas, siendo capaces de incrementar la absorción de nutrimentos y translocarlos a la planta, debido a que las raíces tienen una mayor área de explotación a través de la extensión de las hifas del hongo en el suelo.

Por su parte Nakamura (1999), menciona que el *Bacillus* spp., es un microorganismo cuyo habitad natural, es el suelo y se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza. Entre sus principales características que la destacan, se encuentra su capacidad para formar esporas en diversas condiciones de estrés, crecer en un intervalo de tiempo y de temperaturas (desde 15 hasta 55 ºC), sin presentar menor mortalidad y velocidades altas de crecimiento, aspectos que habrían favorecido al mayor desarrollo de las plantas con la aplicación.

Para el área foliar, hubieron diferencias significativas entre tratamientos, donde el tratamiento 5 (*Micorriza* + *Bacillus* + biofertilizante foliar) sobresalió como el mejor tratamiento, con relación a los otros tratamientos (Figura 2).

**Figura 2.** Efecto de los tratamientos sobre el área foliar de la planta.

El tratamiento 5 contiene por una parte *Micorriza* spp*.*, que se caracteriza por absorber la solución del suelo, pudiendo tener una acción temprana en las plantas, que coadyuvaron en su desarrollo, y al contener bacterias del tipo *Bacillus* spp.*,* provee de promotores de crecimiento a la planta y protege de patógenos de suelo (Ortuño y Navia 2008), y el biofertilizante foliar  se complementa y mantiene el equilibrio nutricional de las plantas, especialmente durante los periodos de máxima demanda, garantizando la protección del cultivo hasta la cosecha. Comparado con los resultados de los otros tratamientos estudiados, que no tuvieron el mismo desarrollo.

Para el caso de materia verde del follaje de la planta, sobresalió *Micorriza* + *Bacillus* + biofertilizante foliar como el mejor el tratamiento y significativamente superior (p=0.05) con relación al resto de los tratamientos (Figura 3).

**Figura 3.** Efecto de los tratamientos sobre el peso de materia verde del follaje de la planta.

En caso de materia seca del follaje en la planta, presentaron diferencias altamente significativas entre tratamientos (p=0.05) (Figuras 4). El tratamiento con *Micorriza* + *Bacillus* + biofertilizante foliar, sobresaliendo como el mejor, con relación a los demás tratamientos.

**Figura 4.** Efecto de los tratamientos sobre el peso de materia seca del follaje de la planta.

En peso de materia verde de la raíz en la planta, presentaron diferencias altamente significativas entre tratamientos. Para el caso de los tratamientos y según la comparación de medias realizada por el método de Tukey (p ≤ 0.05), también se encontraron tres grupos significativamente diferentes, correspondiendo el primero al tratamiento 5, *Micorriza* + *Bacillus* + biofertilizante foliar con un peso de 344.92 gr, que resultó ser el mejor, con relación a los otros dos grupos (Figura 5).

**Figura 5.** Efecto de los tratamientos sobre el peso materia verde la de raíz de la planta.

Con la aplicación del tratamiento 5, se obtuvo el mayor peso de raíz, con respecto a los demás tratamientos. Ya se ha indicado que estas diferencias se deben principalmente, a la mayor versatilidad, adaptabilidad y fácil manipuleo de los hongos contenidos en este tratamiento, como son el *Micorriza* + *Bacillus* + biofertilizante foliar, que promueve el crecimiento de las raíces, la exploración del suelo y reduce el estrés ambiental. Siendo los factores que habrían favorecido al buen desarrollo de la raíz y como consecuencia de ello, se obtuvo el mayor peso de la raíz. Mientras que con el tratamiento 3, *Micorriza* + *Bacillus*, el tratamiento 4 *Trichoderma* + *Bacillus* + biofertilizante foliar y el tratamiento 2, *Trichoderma* + *Bacillus*, no tuvieron esa misma facilidad de adaptación a las condiciones ambientales, por lo que los resultados tampoco fueron de los mejores, pero que lograron superar al Testigo. Lo cual les hace bastante aceptables bajo las condiciones donde fueron estudiados estos tratamientos.

La mayoría de los microorganismos se encuentran interactuando en la rizósfera (región del suelo alrededor de la raíz de la planta influenciada por su metabolismo), donde el ambiente es distinto al resto de la zona edáfica. Uno de los fenómenos importantes que se producen en la rizósfera es la presencia de una gran variedad de sustancias orgánicas como aminoácidos, ácidos orgánicos, carbohidratos, derivados de ácidos nucleicos, factores de crecimiento y encimas que, directamente o indirectamente, tienen influencia positiva o negativa sobre los microorganismos que ahí habitan (Diaz 2001). Factores que beneficiaron al desarrollo adecuado de la raíz y como consecuencia al peso final del mismo.

Respecto a la biología del suelo, se evaluó la mesofauna, wen las parcelas experimentales de maíz, se encontraron diferentes individuos entre los que destacan los ácaros y nematodos saprófagos, cuya presencia indican que existe actividad de la microfauna en el suelo.

Efectuado el análisis de varianza de los índices de diversidad calculados por tratamientos, se determinó que no hubo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos; indicando que el uso de microorganismos aplicados al suelo no afecta a la diversidad de mesofauna en las parcelas de maíz. Por otro lado, determinando el índice de diversidad de Shannor-Weiner, se estableció que no existen diferencias entre tratamiento, confirmando lo anterior, que los bioinoculantes no alteran la diversidad el suelo (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Riqueza de la mesofauna e Índice de Diversidad de Shannon-Weiner presente en el cultivo de maíz.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Bloque 1** | | | | | **Bloque 2** | | | | | **Bloque 3** | | | | | **Bloque 4** | | | | |
| **Tratamiento** | **T1** | **T2** | **T3** | **T4** | **T5** | **T1** | **T2** | **T3** | **T4** | **T5** | **T1** | **T2** | **T3** | **T4** | **T5** | **T1** | **T2** | **T3** | **T4** | **T5** |
| **Riqueza** |  | | | | |  | | | | |  | | | | |  | | | | |
| ACARO | 0,5 | 0,6 | 1 | 0,8 | 0,5 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 |
| COLEMBOLA | 1,8 | 1,4 | 2,2 | 1,2 | 1,8 | 0 | 3 | 1 | 1 | 2 | 4 | 3 | 0 | 3 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 3 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Shannon-Weiner** | 0,68 | 0 | 0,5 | 0 | 0,64 | 0 | 0,56 | 0 | 0,64 | 0 | 0,5 | 0,56 | 0 | 0,68 | 0 | 0 | 0 | 0,64 | 0 | 0,68 |

1. **CONCLUSIONES**

* El tratamiento 5 (*Micorriza* + *Bacillus* + biofertilizante foliar), fue mejor promotor de crecimiento para las variables: altura de planta, área foliar, peso de raíz fresco, peso de raíz seco y largo de raíz, respectivamente, en maíz forrajero.
* Se ha determinado que el mejor rendimiento de maíz forrajero, se logró con el tratamiento 5, reflejando en las variables peso de follaje fresco y peso de follaje seco.
* Se ha establecido que los bioinoculantes aplicados al suelo no alteran la diversidad de las poblaciones de la mesofauna del suelo.

1. **BILIOGRAFIA**

Alexander, M. 1980. Soil Microbiology. John Wiley y Sons, INC. Canadá. 467 pp.

Ascencio, J. 2000. Características botánicas y fisiológicas de la planta: fisiología de la planta de maíz. In: El Maíz en Venezuela. Compilado por Fontana, H y C González. Fundación Polar Venezuela. 59 p.

Avila, G. 1986. La situación del cultivo de maíz en Bolivia. Revista Agricultura No 14. UMSS, Facultad de Agronomía, Cochabamba, Bolivia. 8 p.

Barea, J.M. y Azcón-Aguillar, C. 1982. La rizósfera: interacciones microbio-planta. An. Edaf. Y Agrobiol. XLI (7-8): 1517-1532 p.

Barea, J.M. y Azcón-Aguillar, C; Ocampo, J.A. y Azcon, R. 1991. Morfología, Anatomía y Citología de las Micorrizas Vesículo Arbusculares. In: fijación y movilización de nutrientes II. Fijación de nitrógeno y micorrizas Madrid, pp. 150-173.

Barea, J.M. y Azcón-Aguillar, C. 2003. Micorrhizal fungi and plant growth promoting rhizobacteria. In: Plant Surface microbiology. A. Vamma, L. Abbott, D. Warner, R. Hampp, (eds). Heidelberg Alemania: Spinger-Verdag. pp. 351-371.

Barea, J.M. 2005. Microbial cooperation in the rhizosphere. Journal of Experimental Botany 56(417): 1761-1778.

Bartolini, R. 1990. El Maíz Agro guías. Editorial Mundo-prensa Madrid, España. 10-40 p.

Bashan, Y. 1996. Significance of timing and level of inoculation with rhizosphere bacteria on wheat plants. Soil. Biochem. 18:297-301.

Beincasa, H.P. 1988. Análisis de crecimiento de planas. Sao Paulo, Brasil, Jaboticabal, FUNEP. 42-70 p.

Benitez, M. 2004. *Trichoderma* características generales y su potencial biológico en la agricultura sostenible. [Documento en línea] disponible en http://www.oriusbiotecnologia.com/escritos-tecnicos/128-trichoderma-pers-caracteristicas-generales-y-su-potencial-biologico-en-la-agricultura-sostenible [consulta: nov. 2019].

Bejarano, A. 2000. Características botánicas fisiológicas de la planta: Características botánicas del maíz. In: El maíz en Venezuela. Compilado por Fontana, H y González C. Fundación Polar Venezuela. 34 p.

Bergey’s, A.H. 1982. Microbial biomass and bacteria functional diversity in forest soil: effects of organic matter removal, compactation, and vegetation control. Soil Biology and Biochemistry. 36: 571-579.

Bethlenfalvay, G.J. y Linderman, R.G. 1992. Mycorrhizae and crop productivity. Horticultural Crops Research Laboratory. USDA – ARS. (1 – 27).

Bidwell, R. 1990. Fisiología Vegetal. 1 ed. trad. del ing. por Guadalupe Cano. Ed. Calypso. México D.F. México. pp 409-438.

Bolan, N. S. 1991. A critical review on the role of mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants. Journal Plant and soil. New Zealand; Vol 134: 189 – 207.

Brown, M.E. 1974. Seed and root bacterization. Annu. Rev. Phytopathol. (12): 181-197.

Calvest, M.; Camprubí, A.; Balada, A. y Morera, C. 1997. Utilization of arbuscular mycorrhizae for the production of citrus rootstock cultivars in spanish nurseries. Centre de coopération internationales en recherche agronomique pour le developpment (GIRAD). Congreso Mundial de viveristas de cítricos. Montpellier, 5 – 8 de mar. de 1997. s.p.

Calvet, M.; Estaún, V. y Camprubí, A. 1999. Perspectivas futuras para la micorrización de los frutales. Phytoma España 114(12): 52-57.

Cardenas, M. 1989. Manual de Plantas Económicas de Bolivia. Edición. ‘‘Los Amigos de Libro’’. Bolivia, Cbba. P. 67.

Cary, R. S., & Angulo, W. (2006). Efecto del descanso agrícola sobre el microbiota del suelo (Patarani - Altiplano Central boliviano). Ecología en Bolivia, 104.

Chacón, J. y Delgadillo, J. 1983. Forrajes y semillas forrajeras. Centro de Investigación en forrajes – La Violeta. Cochabamba, Bolivia Vol. 5. 85 p.

CIMMYT. 1986. El desarrollo futuro del maíz y el trigo en el tercer mundo. México D.F. p. 24-26.

CIMMYT. 1988. Maize production regions in developing countries. Maize Program, CIMMYT. México, DF. p. 9-20.

CIMMYT. 2000. CGIAR Research, Areas of Research: Maize (Zea mayz L.) (International Maize and Wheat Improvement centre). [Documento en línea]. Disponible en: <http://www.cgiar.org/areas/maize.htm> [consultado: nov. 2019].

Cruz, H.J. 2006. Relación suelo-planta-hombreen cultivo de maíz (Zea mayz L.). Cátedra de relacion planta-suelo. Maracay, Venezuela. pp. 14-50.

Dardanelli, J. 2002. Maíz: Relaciones hídricas y el cultivo de maíz. CREA. P. 18-25.

Delgado, J. 2009. Caracterizaciónde microorganismos solubilizadores de fosfato aislados de suelos destinados al cultivo de uchuva (Physalis peruviana L.). *Revista Colombiana de ciencias hortícolas,* 2.

Diaz, K. 2001. Plant growth promothing rhizobacteria as biofertilizers. Planta and soil 255: 571-586.

FAO. 1977. Crop wáter requirements. Fao Irrigation and Drainage Paper 24. Rome, FAO.

FAO. 2000 Faostat. Database Records. [Documento en línea]. Disponible en: [http://apps.fao.org/page/form?collection=Production.Crops.Primary&Domain=Production&servlet=I&language=EN&hostname=apps.fao.org&versión=default.[consultada:Noviembre 2019]

Fernández, L. 2001. Cálculo del índice Shannon y Wiener (Costa Rica) Nº 62p. 96-100.

Gianinazzi, Perarson, V. y SMITH, S.E. 1993. Physiology of mycorrhizal mycelia Adv. Plant pathol. 9: 55-81.

Giovanetti, M.; Sbrana, C.; Avio, L.; Citernesi, A.S. y Logi, C. 1993. Differential hyphal morphagenesis in arbuscular mycorrhizal fungi during preinfection stages. New Phytol. 125.

Gonzáles y Ferrera, R. 1994. Efectos de rizósfera. pp. 36 – 52. In: Ferrera – Cerrato, R y Pérez, M.J. (eds). Agro microbiologia. El efecto útil en la agricultura. Colegio de Posgrados. Montecillo, México.

Graham, J.H.; Leonard, R.T. y Menge, J.A. 1981. Membranemediated decrease in root exudation responsable for phosphorus inhibition of versicular-arbuscular formation. Plant physiol. 68: 548-552.

Hallman, J. Sikora, R.A. 1996. Toxicity of fungal endophytic secondary metabolites to plant parasitic nematodes and soil-borne plant pathogenic fungi. European Journal of Plant Plant Pathology 102:155-162.

Herman, M.A. 2003. Dinámica de inducción de cinco sistemas enzimáticos, relacionados con el mecanismo de defensa en planta, en la simbiosis tomate-hongos. Tesis de grado. Facultad de Biologia, Universidad de la Habana. INCA.

Herman, M.A. 2004. Actividad de *Trichoderma* spp., y fungicidas sobre alternarias dauci en zanahoria in vitro. XXVII Congreso Nacional de Control Biológico. Los Mochis, Sinaloa, México. Resumen. Pp. 416-419.

Hernández, A.C.A. 2001. Efectos del Hongo Micorriza (Glomus intraradíces Schenk & Smith) en el crecimiento del portainjerto Mexícola (Persea americana Mili) cultivado bajo sin tratamientos (Taller de Licenciatura). Universidad Católica de Valparaíso (Facultad de Agronomía-Área de Fruticultura. Quillota, Chile. 95 p.

Jiménez C. R. 2007. Efectos de rizósfera. Pp. 36-52. In: Ferrera, R y Pérez, M.J, (eds). Agro microbiología. Elementos útiles en la agricultura. Colegio de posgrados. Montecillos, México.

Koneman, L. 2001 Procesos microbianos. Tomo II. Ed. De la fundación de la U.N. Rio Cuarto. Córdoba. 2006.

Kloepper, J.W.; Lifshitz, R. and Zablotowicz, R. 1989. Free-linvingbacterial inocular for enhancing crop productivity. Trends in Biotechnology. Vol 7. pp. 39-443.

Kloepper, J.W. and Beauchamp, CH. 2004. A review of issues related to measuring colonization of plant roots by bacteria. Canadian Journal of Microbiology 38: 1219-1232.

León, P. 1978. El cultivo de Maíz en el estado Trujillo. FONIAP Divulga Nº33 Enero-Junio. Estación Experimental Trujillo, Valera.

León, P. 1984. Maize: domestication, radical evolution and spread. In D.R. Harris & G.C. Hillman, eds. Forage and farming, p. 440-445.

Lisboa, M.M.A. 2003. Efectividad de Bacillus y de un cepa nativa de Trichoderma sobre la incidencia y severidad de pudrición gris (Botrytis cinérea) en Vitis vinífera. (Tesis para optar el titulo de Ingeniero Agrónomo) Universidad de Talca (Facultad de Ciencias Agrícolas-Escuela de Agronomía). Talca, Chile. pp. 20-26.

Lorenzo, B. 2001. Identificación de aislamientos promisorios de Trichoderma spp. Para el manejo de la pudrición de la corona y raíz del manzano ( Malus domestica , Borkh) en Caldas. En: Fitotecnia. Manizales: Universidad de Caldas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Fitotecnia.

Llanos, M. 1984. El Maíz, Su cultivo y aprovechamiento. Madrid Ediciones Mundi-Prensa. Castelló, 37. P 163-174.

Lynch, J.M. 1990. Introducción: Some consecuences of microbial rhizosphere competence for plant soil. In: Lynch, J.M. (ed.) The Rhizosphere, pp 1-10. Wiley-Interscience Publication.

Machio, J. B. 1947. La vida de los hongos. Editorial Sudamericana. Buenos Aires. pp 22-27.

Marschner, H. y Dell, B. 1994. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. Pp 89-102. In: L.K. Abbott y N. Malujczuk (eds.). Management of mycorrhizas in agricultura, horticulture and forestry. Kluwer Academic Publishers. Netherlands.

Martinez, M. Tico, R. 1995. Agricultura Práctica. Buenos Aires. 269-290 pp.

Mosse, B. 1973. Advances in the study of vesicular- arbuscular mycorrhiza. Annu. Rev. Phytopathology 11:171-196.

Nakamura, D.E. 1999. Rhizosphere microbial community structure in relation to root location and plant iron nutritional status. Applied and environmental Microbiology. Jan, p 345-351. Vol. Nº 1.

Nehl, A. 1999. The rizosphere and its management to improve plant grown. Advance in Agronomy. Vol 66. pp. 1-102.

Omay, S.H.; Schmidt, W.A. and Martín P. 1993. Indolaetic acid production by the rhizosphere bacterium Azospirillum brasilense Cd. Under in vitro conditions. Can J. Microbiol. 39:187-192.

Ortegui, G. 2002. Crea-Maíz. Desarrollo, crecimiento y generación de rendimiento en el cultivo de maíz, pp. 4-17.

Ortuño N. y Navia O. 2008. Bioinsumos para una producción limpia y saludable (hoja divulgativa) 1-2 pp.

Ospina, K. V. 2014. Evaluación de la capacidad antagónica de bacterias promotoras de crecimiento vegetal frente a tres aislamientos de Fusarum oxysporum f.sp. lycopersici (Sacc.). Manizales: s.e.

Paliwal, L.R. 2001. Maiz en los tropicos: Mejoramiento y producción. FAO. Roma, Italia. pp. 235-256.

Rodríguez, P. 2000. Distribución geográfica y producción nacional: Aspectos climatológicos relacionados con la producción comercial del maíz. In: El Maíz en Venezuela. Compilado por Fontana, H y C González, Fundación Polar Venezuela.

Rifai, P.J.; 1969. Enhanced maize productivity by inoculation with diazotrophic bacteria. Aust. J. Plant. Physiol 28:829-836.

Rivera, R; Fernandez, F; Hernandez, A. y Martin, J. R. 2003. El manejo eficiente de la simbiosis micorrizica, una vía hacia la agricultura sostenible estudio de caso: El Caribe. Ediciones INCA. La Habana-Cuba. 189p.

Rodgers S. 1989. Characterisation of systemic resistance in sugar beet elicited by a nonpathogenic, phyllosphere-colonizing *Bacillus,* biological control agent. PMPP 61:289-298.

Rubio, R., Róbinson, U.; Borie, F.; Monaga, M. y Contreras, A. 1994. Micorrizas va en Horticultura. Velocidad de infección en lechuga y tomate. Su incidencia sobre el desarrollo del cultivo. Agricultura Técnica 54(1): 7-14.

Sainz, Ma.J.; Fabregas, R. y Arines, J. 1984. ‘‘Micorrizas vesículo arbuscular en praderas de Gallela’’. Ecologia 43: 651-658.

Salamone, I. G., Vázquez, S., Penna, C., y Cassán, F. 2013. Rizosfera, biodiversidad y agricultura sustentable. Buenos Aires: s.e.

Salazar, P. 1990. El Cultivo de Maíz en el Estado Trujillo. FONIAP Divulga 33 Enero-Junio. Estación Experimental Trujillo, Valera.

Sánchez de P. M. 1999. Endomicorrizas en agroecosistemas colombianos. Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira, 227 p.

Shashar-Hill, Y.; P.E.; Douds, P.E. and Osman, D. 1998 Partitionning of intermediary carbon metabolism in VAM colized leek. Plant Physiology. 108:7-15.

Shoda, L. E. 2000. Microorganismos fitopatogenos asociados al bosque de Olivillo en el parque Nacional Bosque Fray Jorge, IV Región, Chile. [Documento en línea]. Disponible en: http://www.biouls.cl, [Consulta: nov. 2019].

Sieverding, E. 1991. Vesicular-Arbuscular Mycorrizal in Tropical Agrosystems. Federal Republic of Germany: Deutsche Gesellssach off fur techniis che Zusam menarbeit (GTZ) GMBH. 371-395 p.

Stefanova, M.; Leiva, A.; Larrinaga, L. y Coronado M. 1999. Actividad metabólica de cepas de Trichoderma spp para el control de hongos fitopatógenos. [Documento en línea] disponible en <https://archivo.infojardin.com/tema/hongo-trichoderma-articulo.39804/> [consultado: nov. 2019]

Strausburger, A. 1983. Tratado de botánica. Redifundido por Ditrich von Denffer, Frederich Ehrendorfer, Andreas Bresinsky y Huber Ziegler. Trad. del alemán por Oriol de Bolos. 7 ed. Barcelona, España, Editorial Marín, S.A. 1098 p.

Tang, W. 1994. Yield-increasing bacteria (YIB) an biocontrol of sheath bligt of rice In: Improving plant productivity eith rhizosphere bacterie. M.H. Ryder, P.M. Stephens and G.D. Bowen (eds). Divisons Of Soil CSIRO. Adalaide. Australia. pp. 267-273.

Torres, C. P. 2010. Solubilización de Fosfatos por poblaciones bacterianas aisladas de un suelo del Valle del Cauca. Estudio de biodiversidad y eficiencia. Palmira: s.e.

Vassey, V.J. 2003. Vermicompostaje, micorrizas arbuscular y Azospirrilum brasilense en Tomate de cáscara. Terra 19:241-248.

Villegas, M. 2005. *Trichoderma*. Características generales y su potencial biológico en la agricultura sostenible. [Documento en línea] disponible en http://www.oriusbiotecnologia.com/escritos/128-Trichoderma-pers-caracteristicas-generales-y-su-potencial-biologico-en-la-agricultura-sostenible [consuldado: nov. 2019]

Xoconostle, C.B. y Ruiz M.R. 2002. Impacto de la biotecnología agrícola en cultivos: el caso de las micorrizas. Hongos micorrízicos. Beneficios de las plantas micorrizadas. Beneficios para el agricultor. Avence y Perspectiva. México. vol. 21:263-266.