

“Producción de Soya (*Glycine max L.*) con aplicación de *Bradyrhizobium japonicum* y Micorrizas arbusculares en la Granja Experimental Limoncito, provincia de Santa Elena”



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TEMA:

**Producción de Soya (*Glycine max L.*) con aplicación de
Bradyrhizobium japonicum y Micorrizas arbusculares en la
Granja Experimental Limoncito, provincia de Santa Elena**

Previa la obtención del Título

INGENIERO AGROPECUARIO

con mención en Gestión Empresarial Agropecuaria

ELABORADO POR:

Manuel Eduardo Cruz Mejía

GUAYAQUIL, AGOSTO DE 2012

“Producción de Soya (*Glycine max* L.) con aplicación de *Bradyrhizobium japonicum* y Micorrizas arbusculares en la Granja Experimental Limoncito, provincia de Santa Elena”



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el señor MANUEL EDUARDO CRUZ MEJÍA como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERO AGROPECUARIO.

Guayaquil, Agosto de 2012

TUTOR

REVISIÓN REDACCIÓN TÉCNICA

.....
Ing. Agr. Ángel Llerena Hidalgo Ph. D. ©

.....
Econ. Agríc. Miguel Riofrío F., M. Sc.

REVISIÓN ESTADÍSTICA

REVISIÓN DEL SUMMARY

.....
Ing. Agr. Ricardo Guamán Jiménez, M. Sc.

.....
Dr. Patricio Haro Encalada, M. Sc.

“Producción de Soya (*Glycine max* L.) con aplicación de *Bradyrhizobium japonicum* y Micorrizas arbusculares en la Granja Experimental Limoncito, provincia de Santa Elena”



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

INGENIERÍA AGROPECUARIA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

MANUEL CRUZ MEJÍA

DECLARO QUE:

El proyecto de grado denominado “*Producción de Soya (Glycine max* L.) con aplicación de *Bradyrhizobium japonicum* y Micorrizas arbusculares en la Granja Experimental Limoncito, provincia de Santa Elena”, ha sido desarrollada con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Guayaquil, Agosto del 2012

EL AUTOR

MANUEL CRUZ MEJÍA

“Producción de Soya (*Glycine max* L.) con aplicación de *Bradyrhizobium japonicum* y Micorrizas arbusculares en la Granja Experimental Limoncito, provincia de Santa Elena”



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

INGENIERÍA AGROPECUARIA

AUTORIZACIÓN

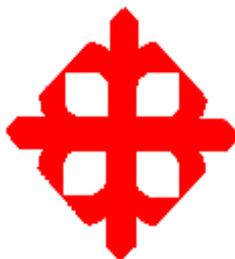
YO, MANUEL EDUARDO CRUZ MEJÍA

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del proyecto titulado: “*Producción de Soya (Glycine max L.) con aplicación de Bradyrhizobium japonicum y Micorrizas arbusculares en la Granja Experimental Limoncito, provincia de Santa Elena*”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, Agosto del 2012

EL AUTOR

MANUEL CRUZ MEJÍA



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo
Carrera de Ingeniería Agropecuarias

TESIS

Previa a la Obtención del Título de
Ingeniero Agropecuario con Mención en
Gestión Empresarial Agropecuaria

TEMA:

Producción de Soya (*GlycinemaxL.*) con aplicación de
Bradyrhizobiumjaponicum y **Micorrizas arbusculares** en la
Granja Experimental Limoncito, Provincia de Santa Elena

AUTOR

Manuel Eduardo Cruz Mejía
2012

Índice

Contenido	Paginas
RESUMEN.....	4
SUMMARY.....	6
1. INTRODUCCIÓN.....	8
1.1. Objetivos.....	9
1.2. Objetivos específicos.....	9
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	10
2.1. Experiencias Nacionales.....	10
2.2. Experiencias Internacionales.....	10
2.3. Agroecológica de la soya.....	11
2.3.1 Características agronómicas y morfológicas.....	11
2.3.2. Fuentes de nitrógeno para la soya.....	11
2.3.3. Demanda de nitrógeno de acuerdo a la fenología.	11
2.4. Efecto de la interacción micorrizas - planta.....	12
2.4.1. Interacción, Micorrizas – Planta.....	12
2.4.1.1. Revitalización de la planta.	12
2.4.1.2. Efecto en la nutrición mineral de las plantas.....	12
2.4.1.3. Tolerancia al ataque de hongos y nemátodos.....	14
2.4.1.4. Inocuidad de las MA.	15
2.4.2. Ventajas de las micorrizas.	15
2.4.3. ¿Cómo funciona una micorriza?	16
2.4.4. Clasificación de los grupos de micorrizas.....	17
2.4.4.1. Ectomicorrizas.....	17
2.4.4.2. Endomicorrizas.....	18
2.4.5. Factores ecológicos relacionados a la micorrización.	19
2.5. Generalidades sobre <i>Bradyrhizobium japonicum</i>	21
2.5.1. Inoculación.....	21
2.5.1.1 Ventajas de la inoculación.....	21
2.5.1.2. Coinoculación.....	21
2.5.1.3. Dosis de inoculación.....	22
2.5.1.4 Habito perezoso.	22
2.5.1.5. Verificación de la infección.	22
2.5.2. Factores limitantes para la fijación biológica del nitrógeno.....	22
2.5.3 Establecimiento de la simbiosis de <i>Bradyrhizobium</i> – Fabáceas.....	24
2.5.3.1. Aminoácido.....	25
2.5.3.2. Atadura.	25
2.5.3.3. Infección.....	26
2.5.3.4. Desarrollo del nódulo.	26
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
3.1. Ubicación y Clima.	27
3.1.1. Duración.....	27
3.2. Materiales.....	27
3.3. Factores de Estudio.....	28
3.4. Tratamientos en estudio.....	28
3.5. Metodología.....	28

3.6. Diseño Experimental.....	28
3.7. Análisis de la Varianza.....	29
3.8. Delineamiento del Campo Experimental.....	29
3.9. Manejo del Experimento.....	29
3.9.1. Preparación de suelo.....	29
3.9.2. Desinfección de semilla.....	30
3.9.3. Riego.....	30
3.9.4. Siembra.....	30
3.9.5. Evaluación de pH y humedad.....	30
3.9.6. Fertilización.....	30
3.9.7. Control de malezas.....	30
3.9.8. Control fitosanitario.....	31
3.9.9. Cosecha.....	31
3.10. Variables Evaluadas	31
3.10.1. Altura de planta en cm.....	31
3.10.2. Altura de inserción del primer fruto.....	31
3.10.3. Número de nódulos.....	31
3.10.4. Eficiencia de nódulos.....	31
3.10.5. Número de esporas.....	32
3.10.6. Análisis foliar.....	32
3.10.7. Número de vainas por planta.....	32
3.10.8. Número de semillas por planta.....	32
3.10.9. Peso de 100 semillas.....	32
3.10.10. Rendimiento por hectárea.....	32
3.10.11. Análisis económico.....	32
4. RESULTADOS EXPERIMENTALES.....	33
4.1. Altura de Planta a cosecha (cm)	33
4.2. Altura de Inserción del primer fruto (cm).....	33
4.3. Nódulos por planta.....	34
4.4. Esporas de micorrizas.....	35
4.5. Numero de Vainas por planta.....	36
4.6. Análisis Foliar.....	36
4.7. Numero de Semillas por planta.....	37
4.8. Peso de 100 semillas (g).....	38
4.9. Rendimiento (kg /ha.).....	39
4.10. Análisis económico.....	39
5. DISCUSIÓN.....	41
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	43
7. LITERATURA CITADA.....	44
8. ANEXOS.....	47

RESUMEN

La presente investigación versó sobre la aplicación de micorrizas extranjeras y suelo micorrizado en el cultivo de soya. Los objetivos de la investigación fueron: evaluar la simbiosis y el sinergismo de los bioestimulantes *Bradyrhizobium japonicum* y Micorrizas arbusculares para incrementar el rendimiento en la producción de soya.

El trabajo experimental se realizó en la granja experimental de Limoncito perteneciente a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, situada en la Provincia de Santa Elena, las condiciones del lugar son: Altitud 20 msnm, Temperatura media anual 25 °C, precipitación medio anual 807,87 mm y humedad relativa 75 %. El diseño experimental utilizado fue el de Bloques Completos al Azar, con 4 repeticiones. Se realizó la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5 % para establecer las diferencias entre las medias de los tratamientos.

El experimento tuvo un área total de 667 m², cuya población de plantas/ha fue de 333.333, en la cual se incluyeron los siguientes tratamientos (T): T1 (Micorrizas extranjeras), T2 (Suelo micorrizado), T3 (Micorrizas extranjeras+*Bradyrhizobium japonicum*), T4 (Suelo micorrizado+ *Bradyrhizobium japonicum*), T5 (Testigo convencional). El diseño experimental fue D.B.C.A., con 5 tratamientos y 4 repeticiones.

Los cultivares fueron evaluados bajo las siguientes variables; altura de planta (cm); altura de inserción del primer fruto (cm); nódulos por planta; vainas por planta; análisis foliar; semillas por vaina; peso de 100 semillas (g); rendimiento por hectárea y análisis económico. Las plantas en estudio alcanzaron alturas promedio a los 15 días entre 10,50–11,18 cm; 26,78 – 31,78 cm, a los 30 días; 39,75 – 45,25 cm a los 45 días; a la cosecha del cultivo: 48,73 – 60,36 cm, el tratamiento con mayor altura fue el T1 con 60,36 cm, donde se sembró con micorriza extranjera, mientras que el T2 de suelo micorrizado presentó el tratamiento con menor altura 48,73 cm.

En el lugar del ensayo, el rendimiento expresado en kilogramo/hectárea y por tratamiento fluctuó de mayor a menor; T1 = 3235 kg/ha (micorriza extranjera); T2 = 2720 kg/ha (suelo micorrizado); T4 = 2665 kg/ha (suelo micorrizado+*Bradyrhizobium*); T3= 2600 kg/ha (micorrizas extranjeras+ *Bradyrhizobium*), T5 = 2450 kg/ha (testigo convencional). De donde se destaca que, no necesariamente plantas con mayor altura tienen mayor rendimiento.

El resultado más importante se reportó en el tratamiento T1 (micorrizas extranjeras) con un rendimiento de 3235 kg/ha, el T5 (Testigo convencional) con el menor rendimiento 2450 kg/ha; también es importante mencionar que el T1 (micorrizas extranjeras) presentó 98

nódulos por planta, correspondiéndole el mayor número de nódulos, lo cual se relaciona con una mayor cantidad de nitrógeno fijado, esto no se reflejó en un buen rendimiento, el T3 (micorrizas extranjeras+*Bradyrhizobium*) obtuvo 779 esporas de micorrizas en un gramo de suelo (160 µm), a través del análisis foliar practicado a los diferentes tratamientos, se determinó que los niveles de nitrógeno, fósforo y de potasio eran los adecuados.

El rendimiento del cultivo, estación seca, el tratamiento más eficiente fue T1, fueron los más eficientes con 3.235 kg/ha, esto se debe a la simbiosis de los 2 microorganismos.

Se recomienda la utilización del tratamiento uno (T1) para el cultivo de soya lo cual brinda un buen resultado en la producción con micorrizas extranjeras.

Técnicamente se debe inocular la soya con *Bradyrhizobiumjaponicum* antes de ser sembrada.

SUMMARY

This research was focused on the implementation of foreign and mycorrhizae in the soil fertilized soybean cultivation. The objectives were: To assess the symbiosis and synergy of stimulants *Bradyrhizobiumjaponicum* and arbuscularmycorrhizae to increase yield in soybean production.

Experimental work was conducted in “Limoncito “experimental farm belongs to the Catholic University of Guayaquil, located in the Province of Santa Elena, the site conditions are: Height 20 msnm, annual average temperature 25°C, average annual precipitation 807, 87 mm and relative humidity 75%. The experimental design used was randomized complete block with 4 replications. Testing was performed by Duncan's multiple range 5% to establish the differences between treatment means.

Each experiment had a total area of 667 m², with a population of plants per acre was 333.333, which included the following treatments (T): T1 (foreign Mycorrhizae), T2 (Soil fertilized), T3 (foreign Mycorrhizae+*Bradyrhizobium*), T4 (Soil fertilized+*Bradyrhizobium*), T5 (Witness conventional) DBCA experimental design with 5 treatments and 4 replicates.

The cultivares were evaluated under the following variables: plant height (cm), height of insertion of the first fruit (cm) nodules per plant, flowers per plant, pods per plant, leaf analysis, seeds per pod, 100-seed weight (g), yield per acre and economic analysis. The plants in study achieved average heights ranging between 10,50 – 11,18 cm. after 15 days of cultivation; 26,78 – 31,78 cm. after 30 days, 39,75 – 45,25 cm a los 45 days, at harvest of the crop: 48,73 - 60,36 cm taller treatment T1 was 60,36 cm, which was seeded with foreign mycorrhizae, whereas T2 soil fertilized by the processing with lower height 48,73 cm.

In the experimental place, the yield expressed in kg/acre per treatment ranged from high to low, T1 = 3235 kg/ha (foreign mycorrhizae) T2 = 2720 kg/ha (soil mycorrhizae), T4 = 2665 kg/ ha (fertilized soil+ *Bradyrhizobium*), T3 = 2600 kg/ha (soil fertilized), T5 = 2450 kg/ha (control conventional). Of which stresses that, not necessarily tall plants with high performance.

The most important result reported in the T1 treatment (foreign mycorrhizal) with a yield 3235 kg/ha, The T5 (Witness conventional) with the lowest yield 2450 kg/acres, It is also important mention that the T1 (foreign mycorrhizae) had 98 nodules per plant, accounting for the largest number of nodules, that is associated with a greater amount of fixed nitrogen, this is not reflected in a good performance, the T3 (foreign mycorrhizal and

Bradyrhizobium) of 779 mycorrhizal spores in one gram of soil (160 µm) By analyzing the different foliar treatments practiced, Foliar analysis by the various treatments performed, it was determined that levels of nitrogen, phosphorus and potassium were adequate.

The yield, dry season, the most effective treatment was T1, were more efficient with 3235 kg / acres, this is due to the symbiosis of two microorganisms.

We recommend using a treatment one (T1 foreign mycorrhizal) for the soybean crop which gives a good result in production with foreign mycorrhizae.

Technically should be inoculated with *Bradyrhizobium japonicum* soybeans before being sown.

1. INTRODUCCIÓN

El conocimiento de la simbiosis entre *Bradyrhizobium japonicum* con micorrizas arbusculares para mejorar la producción de soya (*GlycinemaxL.*) en el litoral ecuatoriano, constituye un reto, porque, parte de los resultados que se espera sirvan para mejorar la producción de soya en Ecuador. Por la investigación científica, se acorta distancias de resultados obtenidos en instituciones de otras latitudes.

En el litoral ecuatoriano, anualmente se cultiva alrededor de 50 000 ha de soya, del cual el 80 % se trabaja en la provincia de Los Ríos, de esta cantidad en la estación lluviosa se siembra de 3 000 a 10 000 ha, superficie que corresponde a zonas altas. Por hectárea se cosecha de 40 a 50 quintales, el precio está entre USD \$ 25.25 el quintal. La producción anual no logra cubrir la demanda del mercado nacional, por lo tanto se tiene que importar granos y torta de soya. (APROCICO, 2004)¹

Otro de los problemas es el costo de los fertilizantes que en los últimos años se ha incrementado al 125 %, con tales precios prohibitivos hacen que el agricultor no pueda mejorar la productividad. El uso de la bacteria fijadora de nitrógeno (FBN) *Bradyrhizobium japonicum*, de procedencia exógena está generalizada, sin embargo esta no logra incrementar los rendimientos de la producción. El no uso de esta bacteria se debe a la poca garantía de la bacteria para fijar el nitrógeno del aire por la cual los agricultores sojeros se abstienen de aplicar este bioestimulante. (Horna, 2006)²

Las especies *Bradyrhizobium japonicum* y el grupo de especies de Micorrizas arbusculares están consideradas como organismos bioestimuladores para el desarrollo de *GlycinemaxL.* y *B. japonicum*, captura el Nitrógeno del aire, lo mineraliza y anualmente le cede a la planta 1 kg. Y a cambio la planta le cede 1 mg de carbohidratos. (Llerena y Franco S., 2004)³

¹ Aprocico 2004

² Horna 2006

³ Llerena y Franco, 2004

Mientras que las micorrizas desbloquean y solubilizan los nutrientes del suelo, e igualmente ponen los elementos minerales a disposición de la planta. A cambio de ello la planta le cede carbohidratos y proteínas para su manutención. Las dos especies actúan como simbioses y no alteran el entorno ambiental y son capaces de incrementar hasta el 25 % la producción. Las micorrizas, a diferencia de *B. japonicum*, tienen la propiedad de actuar como antagonistas de microorganismos patógenos del sistema radicular (Horna, 2004)⁴. La determinación de dosis para el mejoramiento de la producción de soya hoy es de vital importancia, porque con ello el país no solo incrementa la productividad sino que evita la salida de divisas y hay más trabajo para el sector agropecuario y también constituye una fuente de proteína de bajo costo para estratos sociales modestos, de allí la importancia de tecnificar el cultivo de la soya. La producción anual de soya obtenida en El Ecuador no sufre la demanda interna, de ahí lograr aumentos en un 15 a 20 % de productividad se vuelve imperativo el desarrollo de nuevas metodologías y técnicas de trabajo. Con los antecedentes expuestos, el presente trabajo tiene los siguientes objetivos:

1.1. Objetivo general

- Evaluar la simbiosis y el sinergismo de los bioestimulantes *Bradyrhizobium japonicum* y las micorrizas arbusculares para incrementar el rendimiento en la producción de soya.

1.2. Objetivos específicos

- Determinar la eficiencia del *Bradyrhizobium japonicum* en la fijación de nitrógeno y otros elementos minerales para la producción de soya.
- Comparar el efecto de los bioestimulantes Micorrizas arbusculares *cepas extranjeras frente a* Micorrizas arbusculares *cepas Nativas* en el desarrollo y producción de *Glycinemax. L.*
- Realizar el análisis económico de los tratamientos del estudio.

⁴ Horna 2004

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Experiencias Nacionales

En cuanto al uso de *B. japonicum* (Guamán, 2004) se han realizado varias experiencias en la Estación Experimental Boliche, donde lograron incrementar el rendimiento en soya hasta en un 15 % en las variedades, INIAP 305, INIAP306 e INIAP307, pero no ha utilizado en simbiosis las micorrizas arbusculares. Por otra parte, estudios recientes realizados por Duicelaet *al* (2003) encontraron que los hospederos; maíz, soya y arroz mostraron alta eficiencia en la esporulación de hongos micorrizogenos en el suelo pero tampoco evaluó la productividad por hectárea en relación con la simbiosis *B. japonicum* (Guamán, 2004).

Nuevas experiencias realizadas en Proyectos de Investigación del SINDE, Universidad Católica Santiago de Guayaquil bajo la dirección de Llerena y Franco (2005) a mas de incrementar la producción por hectárea, determinaron el incremento en la fijación de nitrógeno en la variedad de soya INIAP 307, se observó el 1.2 % de N en la parcela testigo y 1.94 % en los tratamientos donde se utilizaron cepas nativas de *B. japonicum*, sin aplicar micorrizas.

2.2. Experiencias Internacionales

Hernández (1988) en Cuba, realizó experimentos simbióticos con diferentes dosis de Micorrizas arbusculares e inoculación exclusiva de *B. japonicum* en *Glycinemaxy Zea mays*, en ambos *casos* obtuvo un incremento de producción de 20 % más con relación al testigo absoluto. Por otra parte, en Brasil, diversos investigadores también han realizado inoculaciones simbióticas con *B. japonicum* y micorrizas en *G. max*. Sin embargo los resultados difieren a los de Cuba con el incremento del 15 % más de producción Armas (2004), esta diferencia está dada por la latitud, altitud y diferencia de horas luz como el tipo de suelo.

2.3. Agroecológica de la soya

2.3.1 Características agronómicas y morfológicas

Tiene Hipócotiledonia color lila, cotiledones color verde, floración de 43 a 48 días, 105 a 120 días a la cosecha, tallo con habito de crecimiento determinado, altura de planta y de carga con variaciones de 60 a 78 cm y de 14 a 18 cm, respectivamente, resistente al acame, tres a ocho ramas por planta, color de las hojas en la etapa de floración-llenado de grano es verde oscuro forma oval, pubescencia color café cobrizo, 40 a 60 vainas por planta, el perfil dominante de la vaina es completamente recto, vainas indehiscentes que contienen de 1 a 3 semillas, de 60 a 125 vainas por planta, 55 al 65 % de las vainas contienen 3 semillas; Semillas de color amarillo a blanco amarillento y de forma elíptica, hilium color marrón oscuro a claro, peso de 100 semillas 16 a 20 g, el contenido de aceite y proteína de la semilla es de aproximadamente 22.74 % y 36.50 %, respectivamente. La variedad es tolerante a los insectos desfoliadores, así como a la cercosporiosis de la hoja y virosis; es moderadamente resistente al nematodo “agallador de las raíces”. Además es tolerante a la “mancha púrpura”, moteado” y “rajadura” de la semilla.

2.3.2. Fuentes de nitrógeno para la soya.

Ventimiglia y Carta (2006) identificaron las siguientes fuentes de nitrógeno que pueden abastecer a la soya, el:

1. Nitrógeno derivado de la mineralización de la materia orgánica
2. Nitrógeno proveniente de la fijación biológica
- 3, Nitrógeno aportado por las descargas eléctricas y las lluvias
4. Nitrógeno que integran las deyecciones sólidas y líquidas de los animales, y;
5. El nitrógeno que se pueda incorporar con los fertilizantes.

2.3.3. Demanda de nitrógeno de acuerdo a la fenología.

En la soya, la tasa de fijación biológica del nitrógeno (FBN) varía durante todo el ciclo, es baja en los estadios vegetativos, pero es en este periodo la importancia del aporte de N desde el suelo. No obstante es la etapa crítica para la formación de nódulos.

2.4. Efecto de la interacción micorrizas - planta.

2.4.1. Interacción, Micorrizas – Planta.

La interacción, micorrizas – planta, resulta en mutuo beneficio ya que el hongo suministra a la planta nutrientes y agua desde el suelo mientras que el hongo se nutre de los productos carbonados que produce la planta en la fotosíntesis. Los hongos micorrícicos son ubicuos y su evolución conjunta con las plantas desde hace 420 millones de años ha resultado en un profundo nivel de interdependencia entre ambos organismos, de manera que una planta no puede crecer y desarrollarse adecuadamente sin micorrizas. De hecho, se dice que las plantas no tienen raíces, sino micorrizas (III Jornada Técnica Micorrizas en Olivar, 2009).

Estas micorrizas toman nutrientes que los transportan a las plantas. También producen hormonas que estimulan el crecimiento vegetal y protegen a las raíces de infecciones producidas por patógenos y, la planta, a su vez, suministra a las micorrizas los carbohidratos que necesita para sus procesos vitales. Se trata de una simbiosis entre dos organismos (planta y hongo) que se benefician de dicha unión.

2.4.1.1. Revitalización de la planta.

La planta micorrizada resulta vitalizada por una raíz más desarrollada y un mejor aprovechamiento del agua y los nutrientes por la amplia exploración que el hongo hace en el suelo. El aprovechamiento de la micorriza será más patente en casos en que la planta sufra algún tipo de estrés abiótico, como carencias o desequilibrios nutricionales (especialmente fósforo), estrés hídrico, salinidad, suelos pobres o contaminados con metales pesados (Mana Medio Ambiente, 2009).

2.4.1.2. Efecto en la nutrición mineral de las plantas.

Es un hecho universalmente aceptado que las micorrizas estimulan el crecimiento, desarrollo y nutrición de las plantas, especialmente en suelos de baja y moderada fertilidad; la micorriza beneficia substancialmente la absorción de nutrientes, especialmente de Fosforo (P) y de agua por la planta. Se debe tener presente que el P, a diferencia del

Nitrógeno (N), es un elemento prácticamente inmóvil en el suelo por lo que su absorción por parte de las raíces, depende de la capacidad de exploración de estas últimas. En este sentido, la micorrización proporciona una superficie de absorción incrementada y más eficaz. En efecto, se acepta que el papel clave de las micorrizas radica en que las hifas del hongo extienden el campo de absorción de la raíz más allá de la zona normal de agotamiento radicular (en 1-5 mm.), permitiendo a la raíz incrementar su superficie de absorción y explorar un volumen de suelo mayor del que lo hacen las raíces no micorrizadas, concretamente hasta 7 cm de la superficie radicular. Además se ha logrado poner de manifiesto de que las raíces micorrizadas absorben más eficazmente los fosfatos que las no micorrizadas y han calculado que en 1cm de raíz micorrizada posee unos 80 cm de hifas externas.

La posibilidad de que las hifas o las raíces que forman micorrizas VA tengan capacidad para solubilizar formas de P no disponible a plantas no infectadas ha sido objeto de gran controversia. Sin embargo, estudios realizados con soya P32 concluyeron que la absorción más eficiente por las raíces micorrizadas se debe fundamentalmente a una aceleración de la disociación del fosfato insoluble.

Además de lo anterior, las micorrizas benefician a las plantas por su acción protectora contra la invasión y deterioro causado por microorganismos del suelo. Las ectomorrizas protegen la raíz pues reciclan los carbohidratos, aminoácidos y otros compuestos producidos por las raíces, capaces de atraer agentes patógenos. Además proveen una barrera física a patógenos debido a la formación del manto y la red de Harting, y pueden sintetizar compuestos como el diatretinenitrilo, con efecto de tipo antibiótico (ECOMIC, 2009).

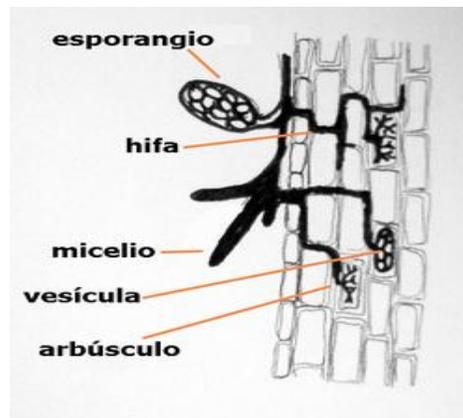


Figura 1: Micorriza arbuscular. Esporangio, hifa, micelio, vesícula, arbusculo
Fuente: Mana Medio Ambiente, 2009

2.4.1.3. Tolerancia al ataque de hongos y nematodos.

La micorrización también incrementa la tolerancia a ataques por hongos y nematodos parásitos que atacan por la raíz, reduciendo las pérdidas de rendimiento por las enfermedades que estos causan. La disponibilidad de inoculantes basados en hongos micorrícicos en cantidades y condiciones aptas para su aplicación en agricultura y medio ambiente se plantea como un elemento clave en un manejo integrado de los estreses que reducen el rendimiento de los cultivos, manteniendo la sostenibilidad de las producciones.

Según Mana Medio Ambiente (2009), los beneficios se resumen en:

- a. Estimulación del enraizamiento y desarrollo de plantas en vivero.
- b. Mayor supervivencia al trasplante.
- c. Plantas más vigorosas y sanas; más tolerantes a enfermedades.
- d. Reducción de las necesidades de agua y tolerancia a sequía.
- e. Menor necesidad de fertilizantes, particularmente fósforo.
- f. Incremento de la biomasa y el rendimiento de los cultivos.
- g. Precocidad en la floración y fructificación; incremento y uniformidad en la producción de frutos.
- h. Mejora de la actividad biológica del suelo.

2.4.1.4. Inocuidad de las MA.

La posición de los expertos en micorrizas del COST 8.28 es clara: los hongos micorrícicosarbusculares no producen toxinas y deben estar considerados como parte natural de las plantas. Los principios de aprobación de los productos microbianos para la protección de las plantas (agentes de lucha biológica) no deben ser aplicados sobre los hongos MA. No producen sustancias nocivas y no atacan ningún organismo. Aunque estos hongos forman ecotipos, su presencia es habitual en todos los ecosistemas. De este hecho, los datos sobre el "comportamiento y el devenir en los ecosistemas" son bien conocidos por lo que son innecesarios nuevos estudios (Micorrizas y Rhizobacterias, 2009).

2.4.2. Ventajas de las micorrizas.

La fisiología de la planta micorrizada cambia completamente cuando se asocia al hongo. Mediante el micelio externo, el contacto entre las raíces y el medio se incrementa considerablemente. Las ventajas proporcionadas por la micorrización para las plantas son numerosas:

- Por medio de la micorriza la planta es capaz de explorar mas volumen del suelo del que alcanza con sus raíces (un centímetro de raíces SIN micorrizas explora 1-2 cm³ del suelo; CON micorrizas aumenta 5-200 veces).
- Normalmente el volumen del suelo es de 12-15 cm³ colonizada por el inóculo de micorrizas (excepcionalmente se ha llegado a 200 cm³). Al aumentar el volumen del suelo explorado por las micorrizas, aumenta la eficiencia de captación de nutrientes del suelo.
- Las micorrizas extraen el fósforo del "POOL" disponible, pero indirectamente afectan en los procesos de solubilización y mineralización al sumársele en esta labor las hifas del hongo; también captan con mayor facilidad ciertos elementos (Fósforo, Nitrógeno, Calcio y Potasio) y agua del suelo.
- Existen otros efectos producidos por la micorrizas entre los que se destacan un aumento en la resistencia de la planta micorrizada al estrés hídrico y a la salinidad, un aumento de la resistencia y/o tolerancia a determinados patógenos del suelo.

- Mejora y facilita la exploración del suelo.
- Incrementa el tamaño de las raíces y su capacidad de absorción.
- Promueve la asimilación de agua y tolerancia a la sequía.
- Incrementa la captación de nutrientes (fósforo, nitrógeno, calcio y potasio).
- Promueve la supervivencia y crecimiento de árboles en suelos con pH complicados, con altas temperaturas, bajos en nutrientes y materia orgánica y presencia de metales pesados.
- Incrementa la supervivencia de enfermedades en la raíz y patógenos del suelo.
- Aumento de calidad de la planta, a todos los niveles (raíz, tallo, hojas).
- Capacidad de adaptación a distintos suelos. La calidad del sistema radicular es uno de los criterios más importantes a la hora de evaluar la calidad de las plantas.
- Mayores desarrollos en menor tiempo, logrando volúmenes de producción más altos y de mayor calidad.
- Aporte de antibióticos y herbicidas naturales.

La protección brindada por el hongo hace que, además, la planta sea más resistente a los cambios de temperatura y a la acidificación del suelo derivada de la presencia de azufre, magnesio y aluminio. Por si todo esto fuera poco, algunas reacciones fisiológicas del hongo inducen a la raíz a mantenerse activa durante más tiempo que si no estuviese micorrizada.

Los beneficios de la inoculación temprana con hongos micorrizicos repercuten en una reducción del aporte de fertilizantes y fitosanitarios, un ahorro del suministro del agua, un mayor crecimiento y producción de las plantas micorrizadas, una mayor supervivencia a las condiciones de estrés y un mejor aprovechamiento de los suelos (MICORRIZA., 2009).

2.4.3. ¿Cómo funciona una micorriza?

Como indica la definición de la palabra micorriza, entre el hongo y la raíz existe una intensa asociación en la que los dos individuos obtienen beneficios, el contacto raíz-hongo se realiza en la rizosfera, donde se encuentran las hifas y las raíces de la planta, dependiendo del tipo de asociación micorrítica, (endo o ecto) el intercambio de sustancias

se realiza de forma a la unión de las hifas con la raíz, podemos decir a grandes rasgos, que empieza a haber un intercambio de sustancias entre el hongo y la planta. El hongo al no ser un individuo fotosintético, necesita azúcares y polisacáridos para realizar sus procesos metabólicos, siendo aportados éstos por la planta. Al mismo tiempo, el hongo favorece el crecimiento de la raíz a través de aportes de hormonas, además de transportar a la planta sustancias que ésta es incapaz de absorber.

El hongo degrada, absorbe y traslada nutrientes, que de otra manera sería imposible que el vegetal absorbiese.

2.4.4. Clasificación de los grupos de micorrizas.

Siguiendo criterios morfológicos y estructurales las micorrizas se clasifican en dos grupos: ectotróficas y endotróficas. Esta clasificación se refiere al lugar donde se encuentran el micelio del hongo en relación a las células radiculares de la corteza. En la ectotróficas el micelio forma un manto de hifas que rodea la raíz. El desarrollo del hongo en el interior de la corteza es intercelular, dando un aspecto de red, llamada red de Hartig. En cambio, en las endotróficas el hongo no forma manto sobre las raíces, pero las hifas del hongo penetran en el interior de las células de la corteza. En el presente, la terminología convenida para esta clasificación corresponde a la de ectomicorrizas y endomicorrizas (ECOMIC, 2009).

2.4.4.1. Ectomicorrizas

Las hifas del hongo no penetran en las células de raíz, sino forman una red alrededor de las raíces, la ectomicorriza o micorriza formadora de manto están asociadas con las raíces de muchas especies arbóreas en las que ocasionan cambios morfológicos en la raíz al producirse la infección. Estas pueden incrementar su capacidad de absorción de fósforo al explorar más suelo por medio de hifas que se extienden más allá de la zona radicular. Esta acumulación de P es posteriormente liberada al huésped en condiciones de deficiencia de este elemento, también se ha demostrado que este tipo de micorrizas producen fosfatasa extracelulares que pueden servir para reciclar P proveniente de restos vegetales. Son las más comunes en bosques de regiones templadas, especialmente se encuentran en Pinaceae,

Betulaceae y Fagaceae. Algunos hongos formadores de ectomicorrizas pertenecen a Basidiomycetes (Boletaceae, Agaritaceae), Gasteromycetes, Ascomycetes, Phycomycetes. En las endomicorrizas, el micelio se encuentra principalmente en forma intracelular a la corteza radicular. No produce manto fungoso (a excepción de un tipo de Ericaceae) y sus hifas crecen dentro del hospedante por un periodo de tiempo, luego son digeridas o disgregadas. Las plantas que forman endomicorrizas pertenecen a la familia Orquidaceae y Ericaceae. Los hongos relacionados con las Orquidaceae son hongos imperfectos como Basidiomycetes, mientras que los relacionados con Ericaceae son los Ascomycetes y Boletus.

2.4.4.2. Endomicorrizas

Son las más abundantes y en este tipo de asociación las hifas penetran dentro de las células de la raíz (Mana Medio Ambiente, 2009).

Otro tipo de endomicorrizas está relacionada con vesículas arbusculares que poseen hifas intracelulares. Forman grandes vesículas vacuoladas fuera y dentro del tejido del hospedante. Los hongos relacionados con estas vesículas son especies principalmente del género *Endogone*, aunque también se encuentran del género *Rhizophagus* y *Pythium*. Es posible encontrarlas en todos los climas y poseen un amplio rango de hospedantes, especialmente angiospermas, coníferas, algunos helechos y musgos. No se encuentran en *Pinaceae*, *Betulaceae*, *Fagaceae*, *Orquidaceae* y *Ericaceae*, *Chenopodiaceae*, *Cruciferaeae*, *Fumariaceae*, *Cyperaceae*, *Cummelinaceae*, *Urticaceae*, *Poligonaceae* (ECOMIC, 2009). En las endomicorrizas, en cambio, no hay manto externo que pueda verse a simple vista. Las hifas se introducen inicialmente entre las células de la raíz, pero luego penetran en el interior de éstas, formando vesículas alimenticias y arbusculos. Por ello se las conoce también como micorrizas VAM o micorrizas vesículoarbusculares. Los hongos pertenecen a la división *Glomeromycota* y se dan en todo tipo de plantas, aunque con predominio de hierbas y gramíneas. Abundan en suelos pobres como los de las praderas y estepas, la alta montaña y las selvas tropicales. En el bosque atlántico aparecen junto a las ectomicorrizas. Los hongos más frecuentes en las endomicorrizas son

generalmente *Zygomycetes*, con hifas no septadas y las asociaciones hongo/hospedante no son muy específicas. Muchas gramíneas las presentan: *Andropogon*, *Bromus*, *Festuca*, *Panicum*, *Poa*, *Saccharum*, *Sorghum*, *Sporobolus*, *Stipa* y *Zea mays*.

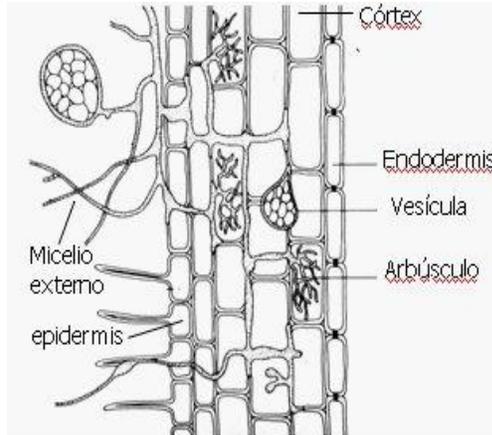


Figura 2: Endomicorrizas en corte longitudinal de raíz
Fuente: (Mana Medio Ambiente, 2009).

2.4.5. Factores ecológicos relacionados a la micorrización.

La infección micorrizica depende de condiciones que determinan las características de los hospederos y del suelo, en particular el potencial fotosintético del hospedero, y la fertilidad, condiciones físicas, contenido de agua y cantidad y calidad del humus presente en el suelo. Entre estos factores condicionantes de las anteriores características se pueden mencionar (ECOMIC, 2009).

Luz. Al aumentar la intensidad luminosa, el aumento de micorrizas es proporcional al número de raíces cortas, posiblemente por un aumento en la disponibilidad de nutrientes, principalmente carbohidratos libres en las raíces.

Temperatura. La temperatura tiene una acción directa sobre el porcentaje de crecimiento radical y sobre la producción de nuevas raíces. Las temperaturas óptimas para el crecimiento de las micorrizas varía entre 17 y 27 °C para la mayoría de estos hongos, como por ejemplo *Lactarius*, *Amanitas*, y algunos *Boletus*, que tienen un óptimo térmico superior a los 20 °C.

Agua y Aireación. Las formaciones micorrizicas están influenciadas por la humedad del suelo y por la aireación. Se presume que el crecimiento miceliar decrece a una baja concentración de oxígeno, debido a que la mayoría de estos hongos micorrizicos son aeróbicos. En efecto, la formación micorrizica se inhibe en suelos arcillosos, debido a la dificultad de las raíces para penetrar en este, así como también por una pobre aireación.

Suelos y fertilidad. Los bosques templados desarrollados en suelos pardos, podsolizados, se componen por árboles formadores de ectomicorrizas. En estos suelos, la presencia de raíces asociadas a micorrizas se detecta especialmente en el horizonte húmico. La cantidad y la calidad de humus, constituye el factor más importante en la formación de las micorrizas, por lo tanto estas disminuyen con la profundidad. La pobreza relativa en sales minerales disponibles, por otra parte, determina la prevalencia de micorrizas en bosques. Cuando los nutrientes son abundantes en el suelo y el crecimiento de árboles es vigoroso, la mayoría de los nuevos carbohidratos pueden ser utilizados para formar nuevos tejidos, siendo pobre su acumulación en las raíces. Al existir deficiencias de N, P y K disponibles, se impide la formación micorrízica y el crecimiento radicular, pero al existir una deficiencia moderada de uno de estos nutrientes la infección se lleva a cabo.

Según *Micorrizas y Rhizobacterias* (2008), los suelos ricos o muy pobres en fósforo soluble no son convenientes para las micorrizas. La adición de un abono fosfatado aumenta el plazo de establecimiento del hongo y reduce el índice de colonización de las raíces. Un aumento del índice de fósforo del suelo reduce la producción de las esporas que sirven para la difusión del hongo. Muy poco fósforo es perjudicial también, no obstante, es muy difícil generalizar en las cantidades toleradas por la simbiosis, ya que hay plantas con unas necesidades en fósforo muy altas, donde consecuentemente la simbiosis es capaz de tolerar unas cantidades elevadas de iones fosfatos. De igual forma ocurre según el tipo de tipo de suelo, ya que existen suelos con mayor capacidad taponadora que otros y por tanto, a pesar de imprimirle grandes aportaciones de P, las cantidades disponen como asimilables para la planta son muy inferiores.

- Por regla general, los beneficios de las micorrizas son más evidentes cuando el índice de fósforo no sobrepasa los 300 kg de P₂O₅ por hectárea.
- Por encima de 500 kg de P₂O₅ por hectárea, la colonización se disminuye drásticamente, pudiendo resultar prácticamente imposible en dependencia de la especie vegetal y el tipo de suelo en cuestión.

Las aportaciones de estiércol y abonos no deberían conducir a índices de fósforo solubles muy elevados. Las aplicaciones foliares de fósforo deben ser limitadas cuando se inocula el suelo con hongos MA ya que el fósforo que circula por la planta inhibiría la colonización. No se aconseja realizar mezclas de abonos con inóculo micorrícico.

2.5. Generalidades sobre *Bradyrhizobium japonicum*

2.5.1. Inoculación.

Horna (2009) cita a Montange y Macary 1989 y Moretti 2006 quienes explican que la inoculación es una práctica que busca la adherencia efectiva de un alto número de FBN (bacterias fijadoras de Nitrógeno; *Rhizobium* o *Bradyrhizobium*) sobre la superficie de las semillas de fabáceas previa a la siembra.

2.5.1.1 Ventajas de la inoculación.

La inoculación es una práctica fundamental sobre todo en áreas donde antes no se ha cultivado soya, aun cuando puede haber crecido en el mismo sitio otras fabáceas. La ventaja de una buena inoculación es proveer a cada semilla de una cantidad adecuada y suficiente cantidad de bacterias en excelente estado fisiológico para lograr una efectiva nodulación (Moretti 2006).

2.5.1.2. Coinoculación.

Este mismo autor reporta que en investigaciones realizadas en Brasil demostraron que la incorporación e inoculación a la semilla-suelo con las bacterias *B.japonicum* y *Azospirillum brasilense* dio magníficos resultados en la producción de la soya.

2.5.1.3. Dosis de inoculación.

En cuanto a la dosis de inoculación, tampoco hay uniformidad de criterio. Velásquez (2003); INTA EEA C. (2001); Inoculantes Rhizobacter (2006), CORPOICA (2007) y NitraginCellTech® (2006) recomiendan dosis variables;

- 600 g *B. japonicum* x 50 kg semilla
- 250 cc *B. japonicum* x 50 kg semilla
- 200 cc *B. japonicum* x 50 kg semilla

2.5.1.4 Habito perezoso.

Si se suministra exógenamente fitohormonas, estas pueden inhibir la formación de los nódulos, por lo que un posible papel inhibitor para estos reguladores podría estar en la autorregulación de la nodulación (Moretti, - BIAGRO, 2006).

2.5.1.5. Verificación de la infección.

Blondeau (1981) y FAO (1983) reportan que las raíces funcionales en su interior presentan un tono entre rojo y rosado, las no funcionales presentan un color verde.

2.5.2. Factores limitantes para la fijación biológica del nitrógeno.

Según Fernández, (2003); Laboratorio Bioagro (2007); González (2003); González (2006), Ventimiglia, y Carta (2006) y Horna (2009) con amplias investigaciones científicas concuerdan que los factores pueden alterar la nodulación son los siguientes;

1. Aspectos cualitativos y cuantitativos del inoculantes y técnica de inoculación, incluyendo el uso de biocida asociado a la bacterización de la semilla.
2. Factores de control ambiental, entre los que se destacan: estrés hídrico con capacidad de campo menores a 60 %, estrés por altas temperaturas y la interacción de ambos. En el suelo, temperaturas mayores a 45°C inhibe la nodulación en soja. Cuando la temperatura extrema interactúa con sequía, que es la situación corriente, el efecto combinado es responsable de la disminución de hasta 5 unidades log de células de *Bradyrhizobium* g-1 de suelo (González, 2006).

3. Desbalances nutricionales, por ejemplo, el molibdeno es un constituyente de la nitrogenasa, un defecto de Mo en el medio causa un efecto directo y negativo en la fijación del nitrógeno. Sin embargo el Fe (que también es un elemento constituyente de la nitrogenasa) cuando escasea en el medio no tiene efecto directo sobre la FBN. También son importantes otros elementos como calcio, fósforo, azufre, cobre o zinc ya que originan variaciones en el pH que si afectan directamente FBN, cuando uno de ellos concurren y suelen producir fallas en la nodulación, el resultado es evidente mas en los suelos sin historia soyera (Ventimiglia y Carta, 2006; y [www. Forest.ula.ve/rubenhg](http://www.Forest.ula.ve/rubenhg). Nutrición mineral de las plantas. Libro Botánica Online, 2007).
4. Alta presencia de carbono. En el suelo, este puede inhibir la formación de nódulos (Ventimiglia y Carta, 2006).
5. Acidez del suelo. La acidez afecta en todos los aspectos de la simbiosis, desde la supervivencia y multiplicación de los rhizobios en el suelo, la infección y nodulación hasta la fijación de N₂. Las especies de rhizobios de crecimiento rápido son generalmente más sensibles a bajos valores de pH que las de crecimiento lento. Por ejemplo, *S. meliloti*, microsimbionte de alfalfa, casi desaparece en suelos de pH menor a 6.0, mientras que *B. japonicum*, tolera valores de pH menores a 6.0.
6. Fertilización. Cárdenas (1982) y González (2003) confirman que; " No todo el nitrógeno acumulado por el cultivo de la soja proviene de la fijación biológica. En primera instancia, mientras se genera el sistema nodular, la planta utiliza el nitrógeno del suelo que le resulta ligeramente más barato. Si hay mucho nitrógeno en el ambiente de la raíz derivado de un suelo naturalmente rico, o del agregado de fertilizante nitrogenado, la planta dará órdenes para que el número de nódulos formados sean menos. Esta es una de las razones de la falta de nodulación". Pero, González (2003) agrega que "la inhibición nodular depende de la dosis y de la localización del fertilizante nitrogenado, si por ejemplo, se aplica 40 kg ha⁻¹ de 18 – 46 – 0, lo cual equivale a 7,2 kg ha⁻¹ de N, esta dosis no inhibe la nodulación, pero dosis mayores son peligrosas porque invitan a la planta a no formar un sistema nodular que después será necesario aportar N a alta tasa durante la etapa de llenado de grano".

7. Temperatura. Esta afecta a la simbiosis, esta interacción es de modo indirecto que se realiza a través de los procesos metabólicos de la planta como; respiración, fotosíntesis, transporte y transpiración. Con menos de 7 °C la nodulación se hace muy poco probable. En el caso extremo de altas temperaturas (40 °C), se reduce el número de raíces laterales y pelos radicales, haciendo que la probabilidad de nodulación sea menor. A temperaturas extremas tiene lugar una degradación de los nódulos.

8. Luz. La luz afecta a la simbiosis a través de la fotosíntesis, controlando la cantidad de carbohidratos para el desarrollo y funcionamiento del modulo. Existen evidencias de algunos efectos directos de la luz sobre la nodulación, así es por ejemplo que la nodulación es pobre bajo luz azul y máxima bajo efecto de la luz roja - esto implica una evidencia de la implicación del fitocromo reversible en el proceso de nodulación. Se han hecho experimentos con la defoliación gradual de las plantas y se ve claramente como hay una reducción en la FBN.

9. Agua. Las deficiencias en la disponibilidad de agua causan una baja en la fijación del nitrógeno en leguminosas, de todos modos hay diferentes adaptaciones de estas plantas a las diversas condiciones de sequía.

10. El hombre. Las actividades del hombre también han modificado las cantidades de fijación de nitrógeno, la mayor parte de las veces es en beneficio (como puede ser la contribución a la nodulación con diferentes fertilizantes que ofrecen minerales al suelo que ayuda a la nodulación), o también han afectado cuando hay exceso de materia orgánica y fertilizante nitrogenado.

11. Otros factores. Pueden ser los gases que hay en el terreno, las enfermedades como hongos, virus o micoplasmas (se ha estimado que estas enfermedades causan una pérdida de al menos el 24 % de las leguminosas del forraje).

2.5.3 Establecimiento de la simbiosis de *Bradyrhizobium* – Fabáceas

En la Soya, se ha demostrado la eficacia de las bacterias aeróbicas *Bradyrhizobium*. Estas fijan nitrógeno en el suelo alrededor del 55 al 90 % (Blondeau, 1981). Mayoritariamente la infección viene por los pelos radicales. Antes de que la bacteria entre en la raíz hay una multiplicación de la primera a una velocidad superior a lo normal, esto es debido a la

exudación de homoserina por la raíz, que es un estimulador del crecimiento de la población bacteriana. El nitrógeno atmosférico penetra al suelo hasta los nódulos de la raíz, pero el nitrógeno no se acumula en los nódulos si esto ocurriera se produce la autoinhibición del proceso, con la estimulación del micronutriente molibdato de amonio la nitrogenasa interviene, esta lo reduce a amoníaco, luego se incorpora a las estructuras carbonatadas para producir aminoácidos y proteínas. La nitrogenasa está presente solo en las leguminosas, entre estas la Soya (FAO, 1983).

Estudios realizados a través de microscopía electrónica han demostrado que la nitrogenasa está constituida por dos fracciones o componentes: una molibdoferroproteína de un peso aproximado de 200 000 daltons y una ferroproteína de 60 000 daltons. El primario está compuesto por 4 átomos de azufre. Pero, ni el componente primario ni el componente secundario pueden actuar aisladamente si no se refiere a su ensamblaje por la operatividad de la reducción biológica del nitrógeno atmosférico. Aun cuando se observa una simbiosis entre bacteria y soya no es igual, porque durante el ciclo *B. japonicum* puede capturar hasta 10 veces su propio peso de nitrógeno por día, en el ciclo este le cede 1 kg de nitrógeno y la soya le da a cambio un miligramo de carbohidratos, en otras palabras, a cambio de este beneficio la planta pierde parte de energía (FAO, 1983).

2.5.3.1. Aminoácido

Entre los aminoácidos que exuda la planta se encuentra el triptófano que es fácilmente convertido por *Bradyrhizobium* en AIA (ácido indolacético). Esto tiene una importancia crucial en la infección pues lleva consigo un crecimiento y engrosamiento del pelo radical. Es decir el AIA favorece la infección (FAO, 1983).

2.5.3.2. Atadura.

Antes de la infección tiene lugar un íntimo contacto entre *Bradyrhizobium* y el pelo radical, este contacto tiene lugar de un modo perpendicular. Este anclaje se debe a unas proteínas azucaradas segregadas por la planta que actúan como haptenos determinantes de antígenos bacterianos. (FAO, 1983).

2.5.3.3. Infección.

La deformación de los pelos radicales es el prelude para la infección. La infección comienza con un acumulo de metabolitos en la bacteria, paso primordial en esta etapa. En este punto intervienen enzimas proteolíticas de pared, que se encargan de abrir en la planta un hueco, lo que significa la entrada de la "invasión". Normalmente la infección crece centripetamente hacia la estela, atravesando las células, corticales (Fernández, C. 2003).

2.5.3.4. Desarrollo del nódulo.

Los primeros pasos que se conocen es la segregación de fitohormonas como citoquininas y auxinas por las bacterias que inducen una proliferación celular. Hay otros factores de crecimiento desconocidos que se difunden por el xilema. Se sabe que en los siguientes pasos tienen lugar la formación de la enzima nitrogenasa pero el conocimiento sobre estos estadios es muy leve. A diferencia de otras fabáceas, en la Soya los nódulos tienen forma redonda (Figura 2) y son de crecimiento determinado, en estas el tejido o meristema de crecimiento se ubica en forma radial y, una vez alcanzado su máximo desarrollo, dejan de crecer (Fernández, 2003).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y Clima.

La presente investigación se realizó en la Granja experimental Limoncito, perteneciente a la U.C.S.G, provincia de Santa Elena, las condiciones del lugar son: Altitud 20 msnm, Temperatura media anual 25 °C, precipitación medio anual 807,87 mm y humedad relativa 75 %, suelo arcilloso, pH 6.4, Longitud Oeste 79° 53' 53" Latitud Sur 02° 09' 12"

3.1.1. Duración

El experimento en campo tomó 105 a 120 días que es el ciclo vegetativo de la soya, lista a cosecha, inició en Marzo del 2009 y concluyó en Julio de 2009, posterior a esto se hizo la evaluación de los datos que se obtuvieron en el ensayo.

3.2. Materiales

Material genético:

Semilla de soya, variedad: INIAP 307

Equipos:

Aspersores

Tubería para riego

Bomba de agua

Herramientas

Rastra

Machetes

Garabato

Bomba de mochila

Gramera

Balanza

Insumos:

Biol enriquecido con semillas de palma africana

Micorrizas arbusculares

Bradyrhizobium japonicum

3.3. Factores de Estudio.

- A. Micorrizas extranjeras 250g/ha
- B. Suelo micorrizado 15kg/ha
- C. *Bradyrhizobiumjaponicum* 300g/ha

3.4. Tratamientos en estudio.

- T.1 Micorrizas extranjeras (obtenidas del género *Glomusmoseae*Ecofungi)
- T.2 Suelo micorrizado (cepas nativas obtenidas de una plantación de palma africana (*Elaeisguineensis*) asociada con (*Puerariaphaseoloides*)
- T.3 Micorrizas extranjeras+*Bradyrhizobiumjaponicum*
- T.4 Suelo micorrizado+*Bradyrhizobiumjaponicum*
- T.5 Testigo convencional.

3.5. Metodología.

El trabajo consistirá en la aplicación de 2 cepas de micorrizas arbusculares una nacional y otra extranjera mas *B. japonicum* en el cultivo de soya, se utilizó la variedad de soya INIAP 307. Los bioestimulantes se evaluarón por medios cuantitativos frente a un testigo convencional. De manera complementaria, se realizó el análisis foliar para determinar el nivel de nitrógeno en cada uno de los tratamientos estudiados. Se evaluó la biomasa de bacterias fijadoras de nitrógeno con la respectiva coloración determinada por la presencia de la leghemoglobina y se realizó un análisis del número de esporas de micorrizas por gramo de suelo antes del ensayo y después del ensayo donde se desarrollará la investigación.

3.6. Diseño Experimental

Se utilizó el diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con 5 tratamientos y 4 repeticiones, tratamientos que corresponden a las diferentes dosis de micorrizas y *B. japonicum* solos y en mezclas para determinar las mejores interacciones en función del rendimiento.

3.7. Análisis de la Varianza.

El esquema del análisis de varianza se indica a continuación

Cuadro de ANDEVA.

Fuente de Variación	Grados de libertad
Repeticiones (r - 1)	3
Tratamientos (t - 1)	4
Error (r - 1) (t - 1)	12
Total (rt - 1)	19

3.8. Delineamiento del Campo Experimental

Diseño experimental	D.B.C.A
Número de tratamientos	5
Número de repeticiones	4
Hileras / tratamiento	10
Ancho de la parcela (m)	5
Espacio entre tratamiento (m)	1
Largo de la parcela (m)	5
Área de la parcela (m ²)	25
Área útil de la parcela (m ²)	21.40
Área en estudio: (23 m x 29 m)	667 m ²
Área útil del experimento (20 m x 21.40 m)	428 m ²
Distancia entre hileras (m)	0.45
Número de plantas por metro lineal	18
Número de plantas / ha	333.333

3.9. Manejo del Experimento

3.9.1. Preparación de suelo

Previo a la siembra se realizó tres pases de rastra cruzada, con el cual el suelo quedó completamente mullido.

3.9.2. Desinfección de semilla

Se utilizó 300 g de hojas de Neem (*Azadirachta indica*) disueltas en 4 litros de agua durante 12 horas de fermentación para la desinfección de la semilla.

3.9.3. Riego

Se implementó el sistema de riego por aspersión, para mantener la lámina de agua óptima de 40 mm por semana, requerida para el cultivo de soya en la zona de Limoncito, (Anexo Foto 1).

3.9.4. Siembra

La siembra se realizó manualmente depositando 18 semillas por metro lineal. Luego se eliminó mediante un raleo a los 15 días dejando 15 plantas por metro lineal lo que equivale a una densidad de 333.333 plantas/ ha. (Anexo Foto 2).

3.9.5. Evaluación de pH y humedad

Los datos de pH y humedad se tomaron a los 15, 30, 45 días en cada ensayo (Anexo Foto 3 y 4).

3.9.6. Fertilización

La bacteria fijadora de nitrógeno *Bradyrhizobium japonicum* el suelo micorrizado y las micorrizas extranjeras fueron aplicadas, antes de la siembra, es decir, se inoculó directamente a la semilla de Soya 307, la dosis comercial para cada 160 libras de semilla de 360 gramos de bacteria, 250 g/ha de micorriza extranjera y la dosis del suelo micorrizado es 15 kg/ha. (Anexo Foto 5).

3.9.7. Control de malezas

El control de malezas fue manual, usando machete y el azadón en casos más complejos.

3.9.8. Control fitosanitario

Se hizo el control fitosanitario (Plagas), para ello se revisó el umbral económico, para posteriormente utilizar compuestos orgánicos a base de biol enriquecido con ácido jasmónico, también se utilizó un preparado a base de hojas fermentadas de *Erithrinasmithiana*, *Glericidiasepiumy* estiércol (Anexo Foto 6).

3.9.9. Cosecha

Una vez que las plantas cumplieron su ciclo biológico, y ajustándonos a la humedad del grano al 13 % y 1 % de impurezas, se realizó la cosecha en forma manual (Anexo Foto 7).

3.10. Variables Evaluadas

3.10.1. Altura de planta en cm

Después de la siembra se tomó la altura de planta a los 15, 30, 45 días y cosecha, para lo cual se tomaron 10 plantas al azar por tratamiento. La lectura fue tomada desde el suelo hasta el ápice Terminal de la hoja, se promedió las alturas de las plantas escogidas para obtener el resultado en centímetros (Anexo Foto 8).

3.10.2. Altura de inserción del primer fruto

En 10 plantas al azar se tomó la altura desde el nivel del suelo hasta la formación del primer fruto (Anexo Foto 9).

3.10.3. Número de nódulos

A los 30 y 60 días después de la siembra se tomó 10 plantas al azar, en la cual se realizó el conteo y se promedió el número de nódulos por planta (Anexo Foto 10).

3.10.4. Eficiencia de nódulos

A los 30 y 60 días después de la siembra se tomó 10 plantas al azar, en la cual se realizó la disección con un corte transversal en los nódulos de cada planta para observar la coloración rosada característica de los nódulos eficientes.

3.10.5. Número de esporas

A los 30, 60, 90 días y a la cosecha del cultivo, se realizó el conteo del número de esporas por gramo de suelo, siguiendo el protocolo desarrollado en la presente investigación (Anexo Foto 11).

3.10.6. Análisis foliar

Para el análisis químico foliar, se tomó la parte del tercio medio de la planta a los 30 días después de la siembra. (Anexo Foto 12).

3.10.7. Número de vainas por planta

Se tomó 10 plantas al azar y se determinó el número de vainas, luego se promedió.

3.10.8. Número de semillas por planta

Se procedió a cuantificar la cantidad de semillas de las plantas de soya por tratamiento.

3.10.9. Peso de 100 semillas

Por tratamiento, se determinó tomando 100 semillas al azar y luego se pesó para determinar el peso en gramos.

3.10.10. Rendimiento por hectárea

El rendimiento al final de la cosecha, se determinó considerando el peso de las semillas de cada tratamiento, luego se promedió y expresó en kg/ha. (Anexo Foto 13 y 14).

3.10.11. Análisis económico

Se tomó en consideración el costo de producción de cada tratamiento en estudio.

4. RESULTADOS EXPERIMENTALES

4.1. Altura de Planta a cosecha (cm)

En esta variable, el T1 (Micorrizas extranjeras) y T5 presenta mayor altura, 60,36 y 53,98 cm, respectivamente. Por el contrario el T2 presenta menor altura (48,73 cm) entre los cinco tratamientos (Figura 1). Al realizar el análisis de varianza no se detectaron diferencias estadísticas entre tratamientos. El promedio general fue de 54,10 cm, y el CV de 13,58 %.

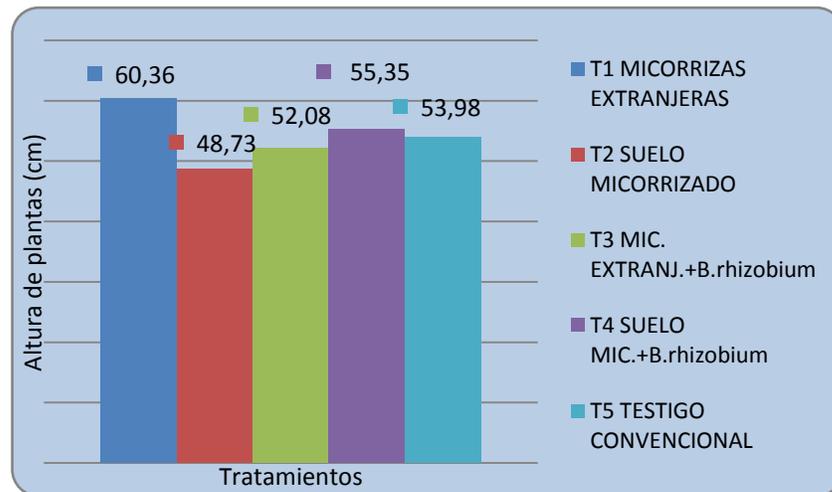


Figura 1. Relación de altura entre tratamientos Limoncito durante la estación seca del 2009.

4.2. Altura de Inserción del primer fruto (cm)

En Limoncito el T1 (Micorriza extranjera) y T5 tienen la mayor altura de inserción al primer fruto, 16,63 y 16,50cm, respectivamente (Figura 2). Por el contrario el T3 se presenta menor altura (15,03 cm) entre los cinco tratamientos. Al realizar el análisis de varianza no se detectaron diferencias estadísticas en tratamientos. El promedio general fue de 15,87cm, y el CV de 15,91%.

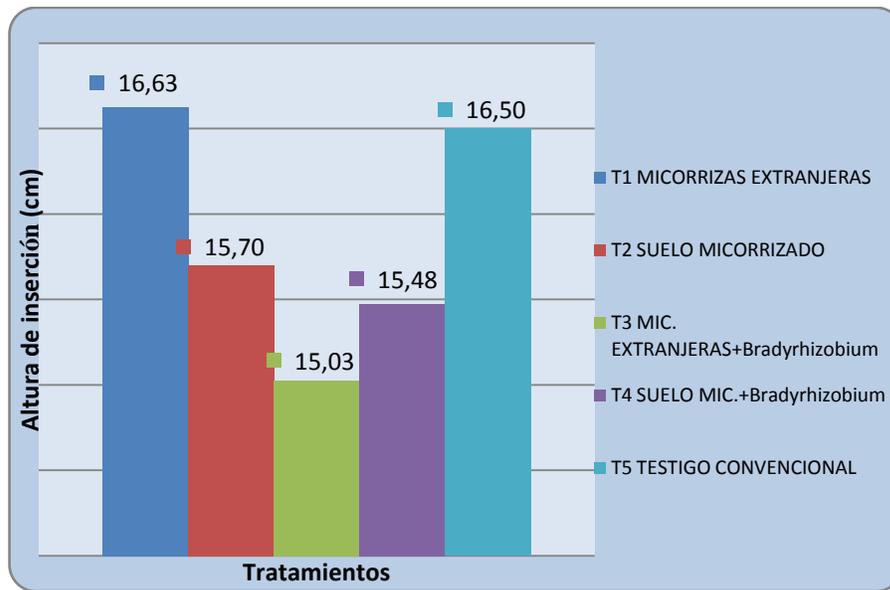


Figura 2. Relación altura de inserción al primer fruto para *Glycinemax L.*, del ensayo Limoncito. Estación Seca, 2009.

4.3. Nódulos por planta

Para la presente estación, en el sitio Limoncito, a los 30 y 60 días de la siembra de soya el T2 tiene 75 68 nódulos de *B. japonicum* respectivamente en el sistema radical de la soya a los 30 días y el T1 (Micorrizas extranjeras) tiene 72 nódulos de *B. japonicum* en el sistema radical a los 60 días 98 nódulos. Al realizar el análisis de varianza no se detectaron diferencias estadísticas entre repeticiones pero si entre tratamientos. El promedio general a los 30 días fue de 66,80 nódulos, y el CV de 7,62%, y para 60 días el promedio fue 68,60 nódulos y el CV de 9,63%.

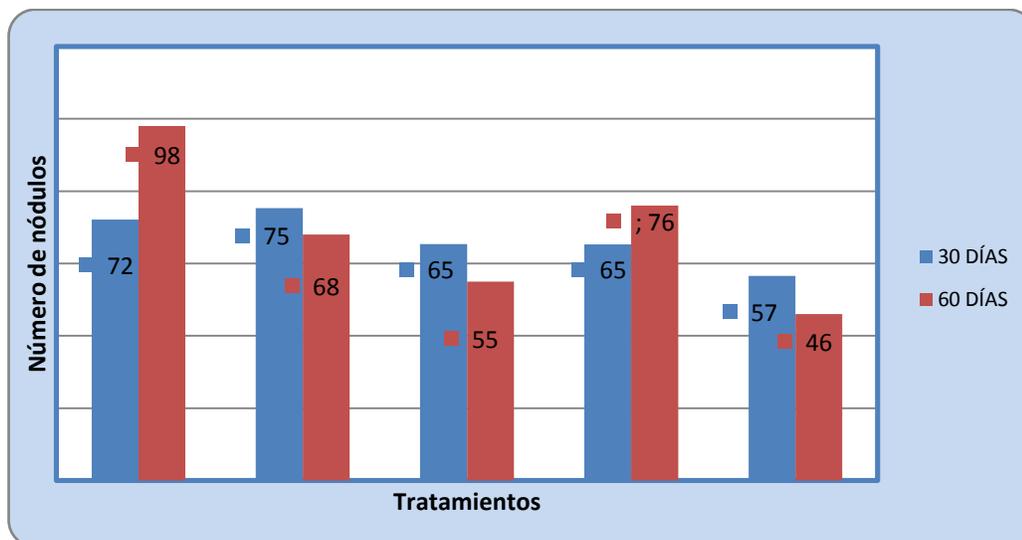


Figura 3. Para la estación seca, Comparación del numero de nódulos presentes en el sistema radical de *Glycinemax L.* Limoncito, 2009.

4.4. Esporas de micorrizas

Para el sitio Limoncito, el T3 (Micorrizas extranjeras), considerado como micorrizas extranjeras, presenta el mayor número de micorrizas con 779 esporas. Por el contrario el T4 presenta el menor número de esporas de micorrizas con 324 esporas entre todos los tratamientos estudiados (cuadro 1).

Cuadro 1. Presencia de esporas de micorrizas en *Glycinemax L.*, para el ensayo de Limoncito, 2009. Estación seca.

T	A los 30 días		60 días		90 días		Cosecha		Total
	45 μ	160 μ	45 μ	160 μ	45 μ	160 μ	45 μ	160 μ	
T1	22	75	9	93	66	113	12	151	541
T2	40	61	9	14	47	282	5	131	589
T3	39	80	58	120	28	235	7	212	779
T4	36	37	20	40	11	110	12	58	324
T5	31	77	22	98	5	108	10	85	416

μ = micras

4.5. Número de Vainas por planta.

Al comparar el número mayor presencia de vainas/planta por tratamiento en el ensayo el promedio de vainas/planta para el T1 es 63 vainas/planta; y para el T5 se obtuvo 45 vainas/planta la diferencia es de 18 vainas según las plantas muestreadas. Al realizar el análisis de varianza no se detectaron diferencias estadísticas entre repeticiones ni tratamientos. El promedio general fue de 52 vainas/planta y el CV de 21,24 % (Figura 4).

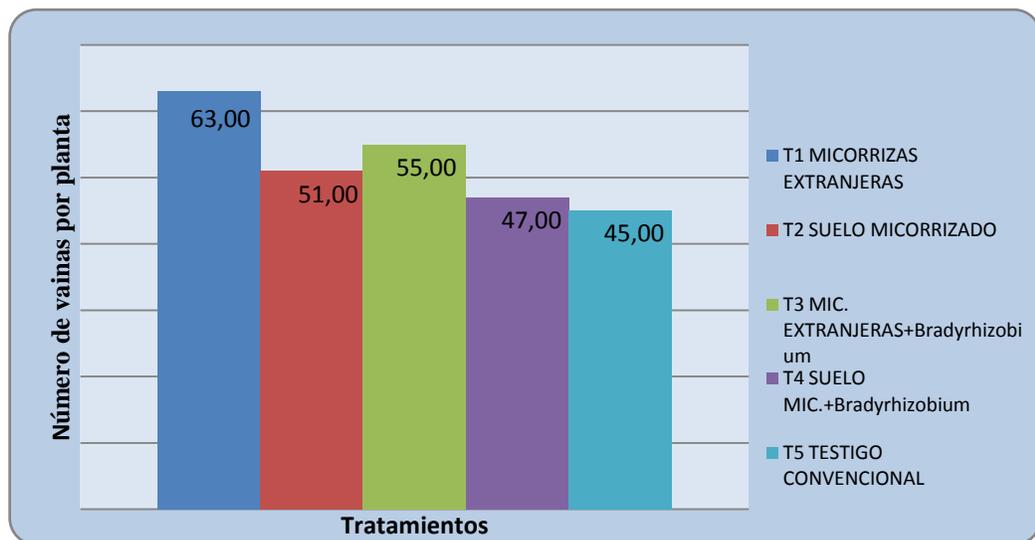


Figura 4. Comparación del número de vainas presentes en Glycinemax L. en Limoncito, estación seca, 2009.

4.6. Análisis Foliar.

En Limoncito, para todos los tratamientos los minerales; “N, P, K, Ca, Mg, Mn”, son adecuados, En los tratamientos T1 Y T2 se observa que “S” es adecuado, pero en T3, T4, T5, es deficiente, en cuanto a los minerales “Fe, Zn y B” vemos que su concentración es excesiva en todos los tratamientos, se observa una deficiencia general de “Cu”.

N° Muest.		Datos del Lote		Elementos (%)								Elementos (ppm)							
Laborat.	Identificación	Area	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Mo	Na			
13438	T-1		5,3 A	0,33 A	2,30 A	1,44 A	0,37 A	0,22 A		65 E	9 D	720 E	36 A	49 E					
13439	T-2		5,1 A	0,32 A	2,30 A	1,46 A	0,38 A	0,21 A		60 E	7 D	100 E	39 A	66 E					
13440	T-3		5,1 A	0,33 A	2,40 A	1,57 A	0,39 A	0,20 D		70 E	8 D	970 E	41 A	72 E					
13441	T-4		4,9 A	0,32 A	2,20 A	1,46 A	0,35 A	0,18 D		100 E	8 D	670 E	33 A	63 E					
13442	T-5		5,1 A	0,32 A	2,50 A	1,37 A	0,34 A	0,20 D		50 A	7 D	965 E	37 A	59 E					

Imagen 1: Análisis foliar

4.7. Número de semillas por planta.

Los dos tratamientos con mayor número de semillas/planta son el T1 (Micorriza extranjera) con 157 y el T3 con 136. Por el contrario el T5 (Testigo Convencional) presenta el menor número de semilla 107 (Figura 5). Al realizar el análisis de varianza no se detectaron diferencias estadísticas en tratamientos. El promedio general fue de 128 semillas y el CV de 21,54 %.

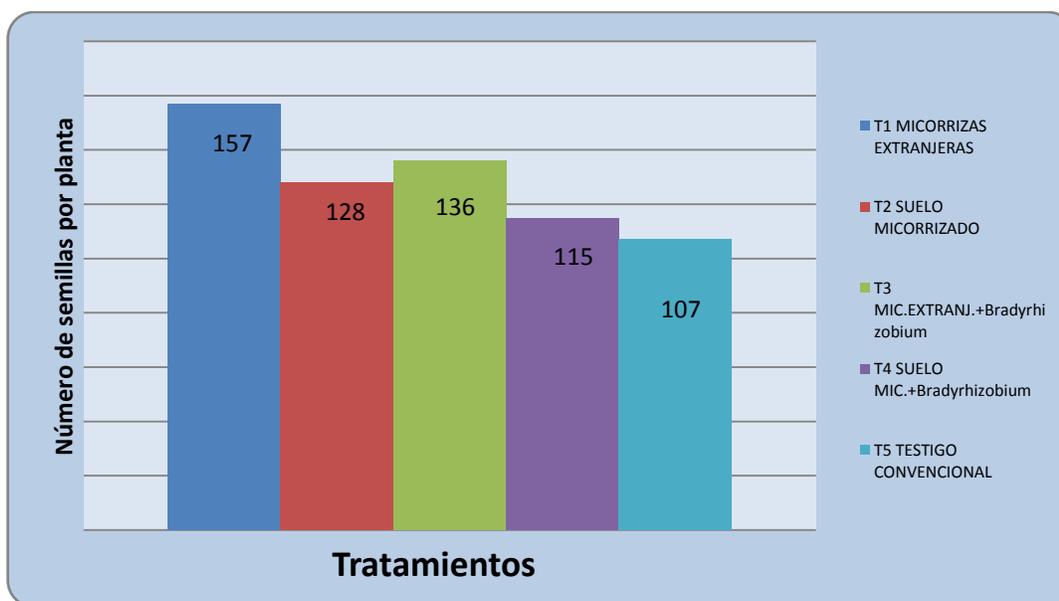


Figura 5. Valores de número de semillas, de la Variedad de Soya INIAP 307

4.8. Peso de 100 semillas (g)

El tratamiento T1 (Micorrizas extranjeras), presenta el promedio más alto 20,18g y el T5 testigo convencional el menor promedio con solo 16,78g en 100 semillas de soya, los demás tratamientos están en el rango de 19g. Al realizar el análisis de varianza no se detectaron diferencias estadísticas entre repeticiones pero si entre tratamientos. El promedio general fue de 19,02, y el CV de 4,14 (Figura 6).

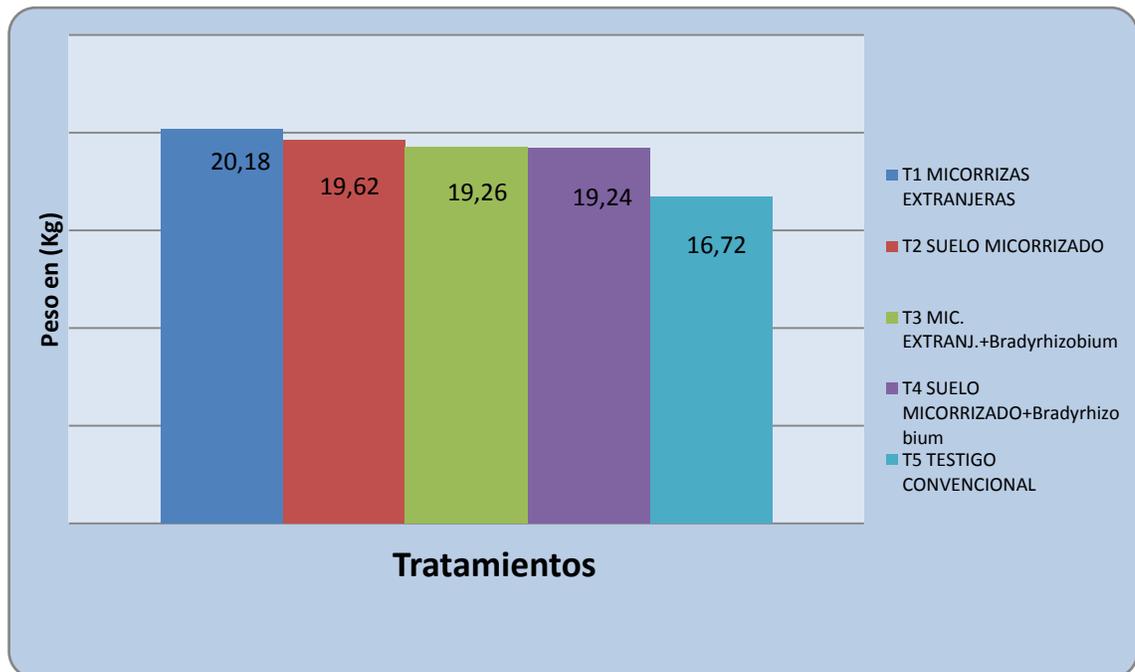


Figura 6. Valores del peso de 100 semillas (g) de la Variedad de Soya INIAP 307, correspondientes a los dos ensayos, Limoncito. Estación seca del 2009.

4.9. Rendimiento (kg /ha.)

El T1 (Micorriza extranjera), que corresponde al ensayo de Limoncito; 3.235kg/ha, (Figura 7).

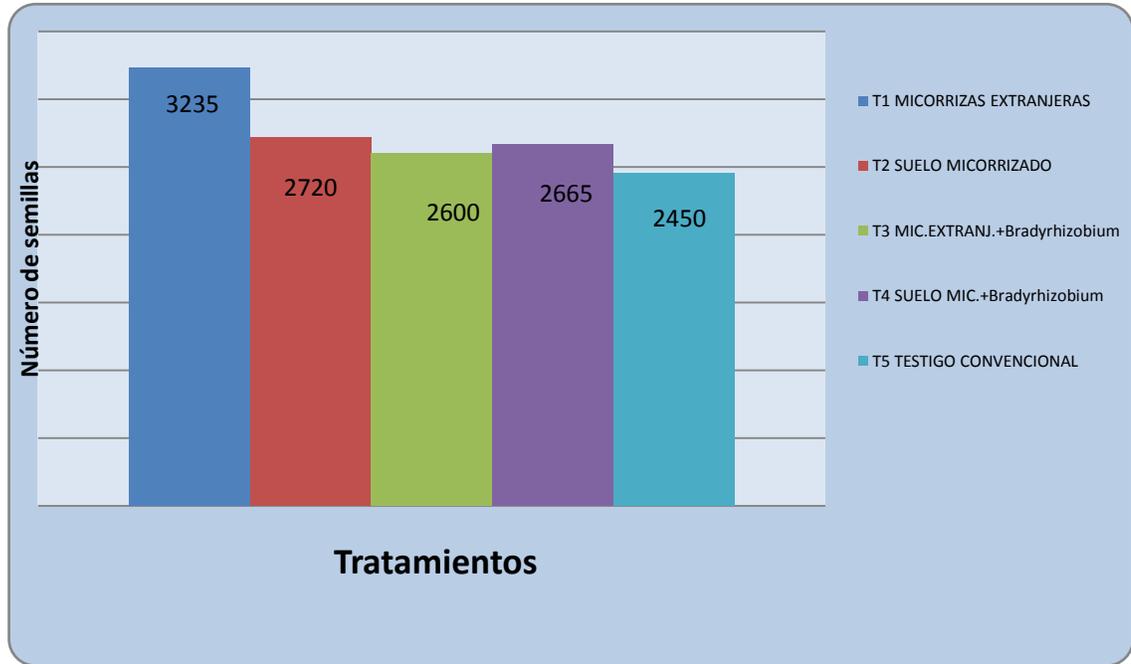


Figura 7. Valores de rendimiento (kg./ha.) de la variedad de Soya INIAP 307 para el ensayo, Limoncito. Estación seca del 2.009.

4.10. Análisis económico

Al analizar los datos se observó que: el tratamiento 1 (micorriza extranjera) presenta el mayor ingreso neto con \$ 1284,7/ha y el costo de producción \$ 721/ha; el tratamiento 2 (suelo micorrizado) presenta ingreso neto con \$ 968,4/ha, y el costo de producción \$ 718/ha; el tratamiento 4 (suelo micorrizado+ Bradyrhizobium) presenta ingreso neto con \$ 922.3/ha, el costo de producción \$ 730/ha; el tratamiento 3 (micorrizas extranjeras) presenta ingreso neto con \$ 872/ha el costo de producción \$ 740/ha y el tratamiento 5 (testigo convencional) presenta ingreso neto con \$ 819/ha presenta el costo de producción \$ 700/ha.

Comparando los costos totales de producción de los cuatro tratamientos se aprecia que el mayor costo es el tratamiento 3 (micorrizas extranjeras+*Bradyrhizobium*), con un valor de \$740/ha, y el tratamiento 5 (Testigo convencional) de menor costo con un valor de \$ 700/ha.

Se observó que el tratamiento 1 (micorrizas extranjeras), tiene el mayor ingreso relativo al testigo con 465.7 \$/ha (Tabla 2).

Cuadro 2 Análisis Económico de los Tratamientos del cultivo soya en Limoncito, Provincia de Santa Elena.

Tratamientos	T1 Micorrizas extranjeras	T2 Suelo micorrizado	T3 Micorrizas extranjeras+Bradyrhizobium	T4 Suelo micorrizado+Bradyrhizobium	T5 testigo convencional
Costos de inversión \$/ha	680	680	680	680	680
Costos Biofertilizante+ aplicación	41	38	60	50	20
Rendimientos kg/ha	3235,0	2720,0	2600,0	2665,0	2450,0
Ingreso bruto 0.62 cents./kg	2005,7	1686,4	1612	1652,3	1519
Ingreso neto \$/ha	1284,7	968,4	872	922,3	819
Ingreso relativo al testigo \$ /ha	465,7	149,4	53	103,3	

5. DISCUSIÓN

Luego de analizar los resultados obtenidos en este trabajo experimental referente a “Efecto de la simbiosis entre *Bradyrhizobium japonicum* con micorrizas arbusculares para mejorar la producción de soya (*Glycinemax* l.) en el litoral ecuatoriano” en la zona de Limoncito Provincia de Santa Elena se determinó que el mayor rendimiento se obtuvo en el tratamiento T1 (Micorrizas extranjeras) con 3235 kg/ha, el cual contaba con sistema de riego; corroborando los datos obtenidos por Hernández C. (1988) en Cuba, quien realizó experimentos con biofertilizantes en diferentes dosis de Micorrizas arbusculares e inoculación exclusiva de *B. japonicum* en *Glycinemax* y *Zea mays*, y en ambos casos obtuvo un incremento de producción de 20 % más con relación al testigo absoluto.

En lo que respecta a las micorrizas, el mayor número de esporas de micorrizas el tratamiento T3 (Micorrizas extranjeras+*Bradyrhizobium japonicum*) con 779 esporas, demostrando que los estudios realizados por Lynch y Whipps (1990), encontraron que las plantas micorrizadas transfirieron hacia la micorriza entre 6 y 12 % adicional del total del carbono fijado en comparación con las plantas no micorrizadas, lo que representa un notable aumento del carbono disponible para la actividad microbiana.

Un factor importante para la multiplicación de microorganismos es el nivel de pH y la humedad, durante el desarrollo del ensayo se tomaron varias veces las dos variables teniendo como promedio para el pH 5.8, y para la Humedad 65.7%, señala Primavesi (1990) que la microbiota de los suelos tropicales está adaptada a pH entre 5,3 y 6,1 y, puede decirse, que en los suelos con pH 5,6 la mayoría de los microorganismos benéficos se desarrollan bien, sus enzimas se activan y la influencia que tiene la falta de agua sobre la infección micorrízica dentro y fuera de la raíz es diferente. Strullu (1991), al abordar la temática refleja trabajos realizados por Daniels y Trappe (1980), quienes observaron que cuando el contenido de agua se encuentra por encima de la capacidad de campo, favorece la germinación de esporas de hongos micorrizógenos.

Con respecto a los nódulos se encontró que en el T4 (suelo micorrizado+Bradyrhizobiumjaponicum) a los 30 días eran 65 nódulos, luego a los 60 días eran 76 nódulos por planta, ratifica lo dicho por la FAO (1983) que al entrar la bacteria en la raíz hay una multiplicación de la primera a una velocidad superior a lo normal, esto es debido a la exudación de homoserina por la raíz, que es un estimulador del crecimiento de la población bacteriana. El nitrógeno atmosférico penetra al suelo hasta los nódulos de la raíz, pero el nitrógeno no se acumula en los nódulos si esto ocurriera se produce la autoinhibición del proceso, con la estimulación del micronutriente molibdato de amonio la nitrogenasa interviene, esta lo reduce a amoníaco, luego se incorpora a las estructuras carbonatadas para producir aminoácidos y proteínas. La nitrogenasa está presente solo en las leguminosas, entre estas la soya.

Es importante mencionar que no hubo diferencias estadísticas en las variables de altura de planta a los 15, 30, 45, 60 días y cosecha. Además la incidencia de plagas fue baja.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De los resultados obtenidos en estudio en esta investigación se concluye que:

- En Limoncito, el rendimiento del cultivo de soya en estación seca, mas la aplicación de micorrizas extranjeras y el uso de suelo micorrizado son más eficientes
- En nódulos, el tratamiento micorrizas extranjeras+ *Bradyrhizobiumjaponicum* presentó el mayor valor. Es necesario realizar una buena pelletización o proveer a cada semilla de una cantidad adecuada y suficiente de bacterias en excelente estado fisiológico para lograr una efectiva nodulación.
- El tratamiento con mayor número de esporas de micorrizas fue micorrizas extranjeras+*Bradyrhizobium*, demostrando que el pH del suelo, la textura, la humedad y el índice de materia orgánica desempeñan un papel fundamental en el desarrollo de micorrizas.
- En utilidad económica, las micorrizas extranjeras presento mayor ingreso relativo al testigo, resultando favorable a la economía de los agricultores que ven como alternativa el uso de micorrizas extranjeras y*Bradyrhizobium*.

En base a lo anterior se recomienda:

1. Utilizar el tratamiento micorrizas extranjeras para el cultivo de soya, lo cual brinda un buen resultado en la producción con micorrizas extranjeras.
2. En el análisis económico de los tratamientos cabe destacar que hay un ingreso neto positivo en cualquiera de los tratamientos

7. LITERATURA CITADA

1. APROCICO. 2004. Estado actual y perspectivas del cultivo de la Soya en Ecuador. Quevedo- Ecuador. p 125.
2. Armas, M. 2004. Identificación y Evaluación de Micorrizas VesiculoArbusculares en Maíz (*Zea mays*)
3. Barea, J. 2004. Departamento de Microbiología del Suelo y Sistemas Simbióticos Estación Experimental del Zaidín, CSIC, Profesor Albareda 1, 18008 Granada, España.
4. Blondeau, R. 1981. Manual Técnico de la fijación simbiótica de la leguminosa/*Rhizobium*. Organización de las Naciones Unidas par al Agricultura y la alimentación. Roma
5. Duicela et al, 2003. Identificación de las micorrizas asociadas a la rizosfera del Café arábigo y propagación artesanal. COFENAG, PROMSA, BIRD, MAG Y BID. Manta, Ecuador. p 33 – 56.
6. Fernández, F. 1999. Manejo de los movimientos micorrízicosarbusculares sobre la producción de posturas de cafeto (*C.arabigaL.var.Catura*) en algunos suelos. (Tesis de Doctorado), INCA.
7. Guamán, R. 1996. Manual del Cultivo de Soya. INIAP. Estación experimental Boliche – Ecuador. Manual N. 32, P. 6-7 y 27-29 y 33 y 43 y 53-57.
8. Guamán, R., 2004. En Manual N° 312. INIAP 307. Variedad de soya de alta eficiencia productiva. Estación experimental Boliche – Ecuador. 2-4 p.
9. Guerrero, L. y Stansly, P. 1989. Manejo Integral del Cultivo de Soya. Guía técnica. APROICO. Quevedo-Ecuador. 19-25 p.
10. Hernández, C. 1988. Interacción *Bradyrhizobiumjaponicum* y micorrizas arbusculares en *Glycinemax L*. Universidad de la Habana Cuba.
11. Horna, R. 2006. Publicación de diario el telégrafo 27 de septiembre 2006, Guayaquil - Ecuador.
12. -----2004. Bases científicas para el desarrollo de la agricultura Orgánica en Ecuador. Primer Congreso Internacional sobre sostenibilidad de la Palma Africana. ASONIAGRO, Santo Domingo. Ecuador

13. López, R.; Montero, R.; Gonzáles, A. y Gómez, A. 2003. Diferentes dosis de Fitosomas en el cultivo del tomate (*Lycopersiconesculentum*) Variedad Amalia en la Provincia de Guantánamo, Cuba. Monografía.
14. López, R. y Hernández, M. 2004. Influencia del ácido jasmónico en la actividad de las invertasas ácidas solubles en plantas de soya INIFAT. CUBA
15. Llerena, A. 2005. Sistema de siembra de la soya. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Comunicación personal.
16. Llerena, A. y Franco, S. 2004. Reproducción de cepas endémicas de *Bradyrhizobiumjaponicum* en medio controlado. Proyecto de investigación. UCSG. Guayaquil.
17. Lynch, M.yWhipps, J.M. 1990. Substrate flowing the rhizosphere. Plant and Soil. vol129, p 1-10.
18. Primavesi, A. 1990. Manejo ecológico do solo .A agricultura en regiones tropicales .9na .ed. Sao Pablo. Ed. Nobel.
19. Secilia, J. y Bagyaraj, D.J. 1982 Selection of efficient vesicular-arbuscularmycorrhizal fungi (Endogonaceae) from Florida. Mycologia., 74. 77-92.
20. Strullu, D. G. 1991. Les mycorrhizees des abres et plantes cultives. Techniques des abreset documentation. Paris: Lavoiser,
21. Suquilanda, M. 2001 Cultivo controlado Editorial Maxigraf volumen 3 Quito Ecuador p 20-22.
22. Velásquez, C. 2003; INTA EEA C. (2001); Inoculantes Rhizobacter (2006), CORPOICA (2 007) y NitraginCellTech® (2006)
23. Willey, J. Sherwood, L. y Woolverton, C. 2009, Microbiología. Editorial Mc Graw Hill. Madrid España. 700 p.

PAGINAS WEB:

1. Biagro, 2006. www.asobiotec.com/upload/200907_g.pdf
2. FAO 1983. I Congreso de estudiantes de Ciencia y Tecnología.
www.etsia.upm.es/.../cursos/.../CongresoEstudiantes_ActasI.pdf - Similares
3. Fernández, M. L. 2009. Producción controlada de cultivos protegidos. Norma Une 155001 de AENOR.
dialnet.unirioja.es/servlet/fichero_articulo?codigo=2245878&orden=79031
4. Hernández A. Consultado el 20 de junio del 2007. Disponible en:
<http://www.cdeea.com/micorrizas.htm>
5. Mendoza, E., 2009. Hongos Micorrizas.
<http://www.microplanta.com/articulos/2009/04/06/hongos-micorrizas/>
6. Nogales, A., 2009. Micorrizas y RIZOBACTERIAS
www.tesisexarxa.net/TESIS_UB/.../TDX...//AMNG_TESIS.pdf
7. Ventimiglia y Carta, 2006 y [www. Forest.ula.ve./rubenhg](http://www.Forest.ula.ve./rubenhg). Nutrición mineral de las plantas. Libro Botánica Online, 2007.

8. Anexos



9.

Foto 1. Sistema de riego implementado en Limoncito; Prov. Santa Elena 2009. Estación seca.



Foto 2. Delineamiento de la parcela y rayado, Limoncito; Prov. Santa Elena 2009. Estación seca.



Foto 3y 4. Toma de datos de pH y humedad en el cultivo de soja. 2009. Estación seca.



Foto 5. Inoculación semilla de soja INIAP 307. 2009. Estación seca.



Foto 6. *Diabrotica* sp. en el cultivo de soya INIAP 307. 2009. Estación seca



Foto 7. Cosecha manual de *Glycinemax L*, las plantas se agruparon en pilos y dentro de cada tratamiento. Estación seca, 2009.



Foto 8. Altura de planta a los 15 días de siembra del cultivo de soya INIAP 307. Estación seca.



Foto 9. Altura de inserción del cultivo de soya. Estación seca.



Foto 10. Lavado de raíces para conteo de nódulos.



Foto 11. Trabajo en laboratorio para contar número de esporas, laboratorio Fisiología Vegetal, UCSG. 2009. Estación seca.



Foto 12. Estado óptimo del cultivo a los 30 días para realizar el análisis foliar. Limoncito 2009. Estación seca.



Foto 13. Trillado de la soya en la Estación Experimental Pichilingue, Quevedo. Los Ríos. Estación seca.



Foto 14. Secado de soya ajustado al 13 % de humedad y al 1 % de impurezas. Estación seca.

Altura de planta a los 15 días

TRATAMIEN	REPETICION				Σ	Promedio
	1	2	3	4		
T1	10,8	12,7	10,6	10,6	44,7	11,175
T2	11,2	12,2	9,8	10,6	43,8	10,95
T3	11,4	10,3	10,5	10,3	42,5	10,625
T4	10,7	12,8	10,9	10,3	44,7	11,175
T5	10,7	11	10,2	10,1	42	10,5
Σ	54,8	59	52	51,9	217,7	10,885

FC 2369,66

SC trat. 1,553

SC Rept. 6,6655

SC E.E. 4,607

SC TOTAL 12,8255

ANDEVA	GL	SC	CM	F. CALC.		0,05	0,01
REP.	3	6,6655	2,222	5,7873 *		3,49	5,95
TRAT.	4	1,553	0,388	1,0113 ns		3,26	5,41
E.E.	12	4,607	0,384				
TOTAL	19	12,825					

Coefficiente de varianza

CV 0,38 0,62 5,69

K 0,10 0,31

Duncan	K	Z	D				
	0,31	2,92	0,90	150,40	a	124,68	1 ac
	0,31	3,07	0,95	130,08	ac	20,33	130,08 2 ac
	0,31	3,15	0,98	128,20	ac	22,20	107,23 3 b c d
	0,31	3,22	1,00	124,68	ac	25,73	102,40 4 b c d
	0,31	3,28	1,02	107,23	bcd	43,18	67,75 5 b d
	0,31	3,31	1,03	102,40	bcd	48,00	128,20 6 ac
	0,31	3,34	1,03	91,00	bcd	59,40	66,73 7 b d
	0,31	3,37	1,04	67,75	bd	82,65	150,40 8 a
	0,31	3,38	1,05	66,73	bd	83,68	91,00 9 b c d

Promedios señalados con una misma letra no diferente estadísticamente entre sí de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5% y 1% de probabilidad.

Altura de planta a los 30 días

TRATAMIENTOS	REPETICION				Σ	promedio
	1	2	3	4		
T1	31,4	35	30,1	28,3	124,8	31,2
T2	26,8	25,5	27,7	32,1	112,1	28,025
T3	25,9	25,3	32,3	23,6	107,1	26,775
T4	27,6	32,5	36	22,6	118,7	29,675
T5	31	32,4	34,4	29,3	127,1	31,775
Σ	142,7	150,7	161	135,9	589,8	29,49

FC 17393,2

SC trat. 70,788

SC Rept. 67,366

SC E.E. 141,224

SC TOTAL 279,378

ANDEVA	GL	SC	CM	F. CALC.		0,05	0,01
REP.	3	67,37	22,5	1,908	ns	3,49	5,95
TRAT.	4	70,79	17,7	1,504	ns	3,26	5,41
E.E.	12	141,2	11,8				
TOTAL	19	279,4					

Coefficiente de varianza

CV 11,7687 3,431 11,6

K 2,95 1,72

Duncan	K	Z	D					
	1,71527	2,92	5,0086	150,4	a	124,68		1 ac
	1,71527	3,07	5,2659	130,075	ac	20,325	130,08	2 ac
	1,71527	3,15	5,4031	128,2	ac	22,2	107,23	3 bcd
	1,71527	3,22	5,5232	124,675	ac	25,725	102,40	4 bcd
	1,71527	3,28	5,6261	107,225	bcd	43,175	67,75	5 bd
	1,71527	3,31	5,6776	102,4	bcd	48	128,20	6 ac
	1,71527	3,34	5,729	91	bcd	59,4	66,73	7 bd
	1,71527	3,37	5,7805	67,75	bd	82,65	150,40	8 a
	1,71527	3,38	5,7976	66,725	bd	83,675	91,00	9 bcd

Promedios señalados con una misma letra no diferente estadísticamente entre sí de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5% y 1% de probabilidad.

Altura de planta a los 45 días

REPETICION		1	2	3	4	Σ	Promedio	
TRATAMIEN								
T1		47,6	50,4	41,7	41,3	181	45,25	
T2		40,8	41,9	35,9	40,4	159	39,75	
T3		41,4	37,7	45,2	42,4	166,7	41,675	
T4		40,5	50,5	44,3	41,7	177	44,25	
T5		45,2	48,5	44,7	34,3	172,7	43,175	
Σ		215,5	229	211,8	200,1	856,4	42,82	
FC		36671,048						
SC trat.		75,247						
SC Rept.		85,052						
SC E.E.		198,173						
SC TOTAL		358,472						
ANDEVA	GL	SC	CM	F. CALC.		0,05	0,01	
REP.		3	85,052	28,3507	1,7167 ns	3,49	5,95	
TRAT.		4	75,247	18,8117	1,1391 ns	3,26	5,41	
E.E.		12	198,17	16,5144				
TOTAL		19	358,47					

Coefficiente de varianza

CV	16,5144167	4,0638	9,49041
----	------------	--------	---------

K	4,13	2,04						
Duncan	K	Z	D					
	2,03189669	2,92	5,933	150,4	a	124,68	1	ac
	2,03189669	3,07	6,238	130,075	ac	20,33	130,08	2 ac
	2,03189669	3,15	6,4	128,2	ac	22,20	107,23	3 bcd
	2,03189669	3,22	6,543	124,675	ac	25,73	102,40	4 bcd
	2,03189669	3,28	6,665	107,225	bcd	43,18	67,75	5 bd
	2,03189669	3,31	6,726	102,4	bcd	48,00	128,20	6 ac
	2,03189669	3,34	6,787	91	bcd	59,40	66,73	7 bd
	2,03189669	3,37	6,847	67,75	bd	82,65	150,40	8 a
	2,03189669	3,38	6,868	66,725	bd	83,68	91,00	9 bcd

Promedios señalados con una misma letra no diferente estadísticamente entre sí de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5% y 1% de probabilidad.

Altura de planta a Cosecha

TRATAMIEN	REPETICION				Σ	Promedio
	1	2	3	4		
T1	64,7	84	47,1	45,65	241,45	60,36
T2	49,5	58,8	37,9	48,7	194,9	48,73
T3	54,4	57,4	53,2	43,3	208,3	52,08
T4	45	75,8	55,2	45,4	221,4	55,35
T5	55,3	68	50,9	41,7	215,9	53,98
Σ	268,9	344	244,3	224,75	1081,95	54,10

FC 58530,7901

SC trat. 295,153

SC Rept. 1636,86238

SC E.E. 647,287

SC TOTAL 2579,30238

ANDEVA	GL	SC	CM	F. CALC.		0,05	0,01
REP.	3	1636,862	545,6208	10,11522	**	3,49	5,95
TRAT.	4	295,153	73,78825	1,367954	ns	3,26	5,41
E.E.	12	647,287	53,94058				
TOTAL	19	2579,302					

Coefficiente de varianza

CV 53,9405833 7,344425 13,57627

K 13,49 3,67

K	Z	D							
3,67221266	2,92	10,72286	150,4	a		124,68	1	ac	
3,67221266	3,07	11,27369	130,075	ac	20,33	130,08	2	ac	
3,67221266	3,15	11,56747	128,2	ac	22,20	107,23	3	bcd	
3,67221266	3,22	11,82452	124,675	ac	25,73	102,40	4	bcd	
3,67221266	3,28	12,04486	107,225	bcd	43,18	67,75	5	bd	
3,67221266	3,31	12,15502	102,4	bcd	48,00	128,20	6	ac	
3,67221266	3,34	12,26519	91	bcd	59,40	66,73	7	bd	
3,67221266	3,37	12,37536	67,75	bd	82,65	150,40	8	a	
3,67221266	3,38	12,41208	66,725	bd	83,68	91,00	9	bcd	

Promedios señalados con una misma letra no diferente estadísticamente entre sí de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5% y 1% de probabilidad.

Altura de Inserción primer fruto

TRATAMIEN	REPETICION				Σ	Promedio
	1	2	3	4		
T1	19,1	19,7	16	11,7	66,5	16,63
T2	15,7	19,2	12,5	15,4	62,8	15,70
T3	17	12,9	15,9	14,3	60,1	15,03
T4	13,9	19,3	18,4	10,3	61,9	15,48
T5	18,2	17,6	16,3	13,9	66	16,50
Σ	83,9	88,7	79,1	65,6	317,3	15,87

FC 5033,9645

SC trat. 7,463

SC Rept. 59,4495

SC E.E. 76,413

SC TOTAL 143,3255

ANDEVA	GL	SC	CM	F. CALC.		0,05	0,01
REP.	3	59,4495	19,8165	3,11200974	*	3,49	5,95
TRAT.	4	7,463	1,86575	0,29299988	ns	3,26	5,41
E.E.	12	76,413	6,36775				
TOTAL	19	143,3255					

Coefficiente de varianza

CV 6,36775 2,52344011 15,9057051

K 1,59 1,26

K	Z	D						
1,26172006	2,92	3,68422256	150,4	a		124,68	1	
1,26172006	3,07	3,87348057	130,075	ac	20,325	130,08	2	
1,26172006	3,15	3,97441818	128,2	ac	22,2	107,23	3	
1,26172006	3,22	4,06273858	124,675	ac	25,725	102,40	4	
1,26172006	3,28	4,13844178	107,225	bcd	43,175	67,75	5	
1,26172006	3,31	4,17629339	102,4	bcd	48	128,20	6	
1,26172006	3,34	4,21414499	91	bcd	59,4	66,73	7	
1,26172006	3,37	4,25199659	67,75	bd	82,65	150,40	8	
1,26172006	3,38	4,26461379	66,725	bd	83,675	91,00	9	

Promedios señalados con una misma letra no diferente estadísticamente entre sí de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5% y 1% de probabilidad.

Número de nódulos 30 días

TRATAMIEN	REPETICION				Σ	Promedio
	1	2	3	4		
T1	60	80	78	70	288	72
T2	73	80	72	75	300	75
T3	58	60	72	70	260	65
T4	60	61	70	69	260	65
T5	56	57	60	55	228	57
Σ	307	338	352	339	1336	67

FC 89244,8

SC trat. 787,2

SC Rept. 218,8

SC E.E. 311,20

SC TOTAL 1317,2

ANDEVA	GL	SC	CM	F. CALC.	5%	1%
REP.	3	218,8	72,93	2,81 ns	3,49	5,95
TRAT.	4	787,2	196,80	7,59 **	3,26	5,41
E.E.	12	311,20	25,93			
TOTAL	19	1317,20				

Coeficiente de varianza

CV 25,93 5,09 7,62

K 6,48 2,55

Duncan

K	Z	D						
2,55	2,92	7,44	150,40	a		124,68		1 ac
2,55	3,07	7,82	130,08	ac	20,33	130,08		2 ac
2,55	3,15	8,02	128,20	ac	22,20	107,23		3 bcd
2,55	3,22	8,20	124,68	ac	25,73	102,40		4 bcd
2,55	3,28	8,35	107,23	bcd	43,18	67,75		5 bd
2,55	3,31	8,43	102,40	bcd	48,00	128,20		6 ac
2,55	3,34	8,50	91,00	bcd	59,40	66,73		7 bd
2,55	3,37	8,58	67,75	bd	82,65	150,40		8 a
2,55	3,38	8,61	66,73	bd	83,68	91,00		9 bcd

Promedios señalados con una misma letra no diferente estadísticamente entre sí de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5% y 1% de probabilidad.

Número de nódulos 60 días

TRATAMIEN	REPETICION				Σ	Promedio
	1	2	3	4		
T1	93	100	106	93	392	98
T2	66	72	69	65	272	68
T3	53	59	52	56	220	55
T4	76	78	76	74	304	76
T5	40	50	49	45	184	46
Σ	328,00	359,00	352,00	333,00	1372	68,60

FC 94119,2

SC trat. 6460,8

SC Rept. 132,4

SC E.E. 115,60

SC TOTAL 6708,8

ANDEVA	GL	SC	CM	F. CALC.		5%	1%
REP.	3	132,4	44,13	4,58	ns	3,49	5,95
TRAT.	4	6460,8	1615,20	167,67	**	3,26	5,41
E.E.	12	115,60	9,63				
TOTAL	19	6708,80					

Coefficiente de varianza

CV 9,63 3,10 4,52

K 2,41 1,55

Duncan	K	Z	D					
	1,55	2,92	4,53	150,40	a	124,68		1 ac
	1,55	3,07	4,76	130,08	ac	20,33	130,08	2 ac
	1,55	3,15	4,89	128,20	ac	22,20	107,23	3 bcd
	1,55	3,22	5,00	124,68	ac	25,73	102,40	4 bcd
	1,55	3,28	5,09	107,23	bcd	43,18	67,75	5 bd
	1,55	3,31	5,14	102,40	bcd	48,00	128,20	6 ac
	1,55	3,34	5,18	91,00	bcd	59,40	66,73	7 bd
	1,55	3,37	5,23	67,75	bd	82,65	150,40	8 a
	1,55	3,38	5,25	66,73	bd	83,68	91,00	9 bcd

Promedios señalados con una misma letra no diferente estadísticamente entre sí de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5% y 1% de probabilidad.

Número de vainas

TRATAMIEN	REPETICION				Σ	Promedio
	1	2	3	4		
T1	41	75	78	58	252	63
T2	51	64	44	44	204	51
T3	49	47	75	47	220	55
T4	46	50	54	35	186	47
T5	52	38	63	26	180	45
Σ	240	276	315	210	1042	52

FC 54267,362

SC trat. 836,283

SC Rept. 1231,594

SC E.E. 1469,301

SC TOTAL 3537,178

ANDEVA	GL	SC	CM	F. CALC.		0,05	0,01
REP.	3	1231,594	410,531333	3,35287051	**	3,49	5,95
TRAT.	4	836,283	209,07075	1,70751194	ns	3,26	5,41
E.E.	12	1469,301	122,44175				
TOTAL	19	3537,178					

Coficiente de varianza

CV 122,44175 11,06534 21,2427338

K 30,6104375 5,53267002

Duncan	K	Z	D					
	5,53267002	2,92	16,1553964	150,4	a	124,68		1 ac
	5,53267002	3,07	16,9852969	130,075	ac	20,33	130,08	2 ac
	5,53267002	3,15	17,4279105	128,2	ac	22,20	107,23	3 bcd
	5,53267002	3,22	17,8151974	124,675	ac	25,73	102,40	4 bcd
	5,53267002	3,28	18,1471577	107,225	bcd	43,18	67,75	5 bd
	5,53267002	3,31	18,3131378	102,4	bcd	48,00	128,20	6 ac
	5,53267002	3,34	18,4791179	91	bcd	59,40	66,73	7 bd
	5,53267002	3,37	18,645098	67,75	bd	82,65	150,40	8 a
	5,53267002	3,38	18,7004247	66,725	bd	83,68	91,00	9 bcd

Promedios señalados con una misma letra no diferente estadísticamente entre sí de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5% y 1% de probabilidad.

Número de Semillas

TRATAMIENTOS	REPETICION				Σ	Promedio
	1	2	3	4		
T1	101,7	188,2	191,7	145,1	626,7	157
T2	130,4	161,4	108,1	111,7	511,6	128
T3	115	122,2	188,7	117,6	543,5	136
T4	114,3	120,3	135,4	88,2	458,2	115
T5	124,1	94,1	149,6	60,7	428,5	107
Σ	585,5	686,2	773,5	523,3	2568,5	128

FC 329859,613

SC trat. 6000,185

SC Rept. 7305,5535

SC E.E. 9180,839

SC TOTAL 22486,5775

ANDEVA	GL	SC	CM	F. CALC.		0,05	0,01
REP.	3	7305,5535	2435,1845	3,18295681	ns	3,49	5,95
TRAT.	4	6000,185	1500,04625	1,96066558	ns	3,26	5,41
E.E.	12	9180,839	765,069917				
TOTAL	19	22486,5775					

Coefficiente de varianza

CV 765,069917 27,6598973 21,5377826

K 191,27 13,83

Duncan	K	Z	D					
	13,8299486	2,92	40,38345	150,4	a		124,68	1 ac
	13,8299486	3,07	42,4579423	130,075	ac	20,33	130,08	2 ac
	13,8299486	3,15	43,5643382	128,2	ac	22,20	107,23	3 bc
	13,8299486	3,22	44,5324346	124,675	ac	25,73	102,40	4 bc
	13,8299486	3,28	45,3622315	107,225	bcd	43,18	67,75	5 bc
	13,8299486	3,31	45,77713	102,4	bcd	48,00	128,20	6 ac
	13,8299486	3,34	46,1920284	91	bcd	59,40	66,73	7 bc
	13,8299486	3,37	46,6069269	67,75	bd	82,65	150,40	8 a
	13,8299486	3,38	46,7452264	66,725	bd	83,68	91,00	9 bc

Promedios señalados con una misma letra no diferente estadísticamente entre sí de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5% y 1% de probabilidad.

Peso de 100 semillas (g)

TRATAMIENTOS	REPETICION				Σ	Promedio
	1	2	3	4		
T1	20,60	22,35	19,48	18,29	80,72	20,18
T2	20,57	19,98	18,96	18,98	78,49	19,62
T3	19,20	19,24	19,25	19,35	77,04	19,26
T4	19,37	19,24	19,24	19,12	76,97	19,24
T5	16,88	16,74	16,72	16,76	67,10	16,72
Σ	96,62	97,55	93,65	92,50	380,32	19,02

FC 7232,2

SC trat. 27,4

SC Rept. 3,4

SC E.E. 7,45

SC TOTAL 38,30628

ANDEVA	GL	SC	CM	F. CALC.		5%	1%
REP.	3	3,4	1,14	1,84	ns	3,49	5,95
TRAT.	4	27,4	6,86	11,04	**	3,26	5,41
E.E.	12	7,45	0,62				
TOTAL	19	38,31					

Coeficiente de varianza

CV 0,62 0,79 4,14

K 0,16 0,39

Duncan	K	Z	D					
	0,39	2,92	1,15	150,40	a		124,68	1 ac
	0,39	3,07	1,21	130,08	ac	20,33	130,08	2 ac
	0,39	3,15	1,24	128,20	ac	22,20	107,23	3 bcd
	0,39	3,22	1,27	124,68	ac	25,73	102,40	4 bcd
	0,39	3,28	1,29	107,23	bcd	43,18	67,75	5 bd
	0,39	3,31	1,30	102,40	bcd	48,00	128,20	6 ac
	0,39	3,34	1,32	91,00	bcd	59,40	66,73	7 bd
	0,39	3,37	1,33	67,75	bd	82,65	150,40	8 a
	0,39	3,38	1,33	66,73	bd	83,68	91,00	9 bcd

Promedios señalados con una misma letra no diferente estadísticamente entre sí de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5% y 1% de probabilidad.

Peso total de semillas en (g)

TRATAMIENTOS	REPETICION				Σ	Promedio
	1	2	3	4		
T1	18,886	40,419	36,346	26,388	122,04	30,50975
T2	26,575	26,74	17,766	16,763	87,844	21,961
T3	15,471	21,744	36,105	19,697	93,017	23,25425
T4	17,389	21,234	26,468	14,856	79,947	19,98675
T5	21,926	18,391	26,042	11,317	77,676	19,419
Σ	100,247	128,528	142,727	89,021	460,52	23,02615

FC 10604,0717

SC trat. 317,761306

SC Rept. 368,856876

SC E.E. 438,382766

SC TOTAL 1125,00095

ANDEVA	GL	SC	CM	F. CALC.		0,05	0,01
REP.	3	368,856876	122,952292	3,36561475	ns	3,49	5,95
TRAT.	4	317,761306	79,4403266	2,17454698	ns	3,26	5,41
E.E.	12	438,382766	36,5318972				
TOTAL	19	1125,00095					

Coefficiente de varianza

CV 36,5318972 6,04416224 26,2491221

K 9,13 3,02

Duncan	K	Z	D					
	3,02208112	2,92	8,82447687	150,4	a		124,68	1 ac
	3,02208112	3,07	9,27778904	130,075	ac	20,33	130,08	2 ac
	3,02208112	3,15	9,51955553	128,2	ac	22,20	107,23	3 bcd
	3,02208112	3,22	9,73110121	124,675	ac	25,73	102,40	4 bcd
	3,02208112	3,28	9,91242607	107,225	bcd	43,18	67,75	5 bd
	3,02208112	3,31	10,0030885	102,4	bcd	48,00	128,20	6 ac
	3,02208112	3,34	10,0937509	91	bcd	59,40	66,73	7 bd
	3,02208112	3,37	10,1844134	67,75	bd	82,65	150,40	8 a
	3,02208112	3,38	10,2146342	66,725	bd	83,68	91,00	9 bcd

Promedios señalados con una misma letra no diferente estadísticamente entre sí de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5% y 1% de probabilidad.