



Trabajo de diploma

Evaluación del efecto de cepa de micorrizas en el rendimiento de tres variedades de Lechuga (*Lactuca sativa* L) en Organopónicos y Semiprotegidos.

Autor: Yusvelis Rodríguez Armenteros

Tutor: MSc Juan Ruperto Valle González

Cienfuegos, 2012

Pensamiento.

“La naturaleza no tiene celos como los hombres, no tiene miedo ni odio como los hombres. No cierra el paso a nadie, porque no teme de nadie. Los hombres siempre necesitarán de los productos de la naturaleza”.

José Martí

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis queridos padres, a mi hija y compañeros de trabajo allegados, que con tanto amor y abnegación me apoyaron en la realización de este trabajo.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a mi centro de estudio La Colmena.

.A mis queridos profesores de mi etapa estudiantil.

A mis compañeros de curso que han sabido compartir los buenos y los malos momentos en estos seis años

A mis trabajadores de los organopónicos.

A mi singular amigo y tutor Juan Ruperto Valle, que con sus conocimientos, paciencia y dedicación, supo darme el coraje y la valentía para llegar al final.

A todos mi gratitud.

Muchas gracias.

Resumen.

El trabajo se realizó en el Organopónico "Río Palma" de la Granja Urbana del municipio de Cienfuegos perteneciente a la Empresa Agropecuaria Hortícola Cienfuegos, ubicada en ave 5 de septiembre entre 67 y 69 Junco Sur con un área de 2160 m² distribuida en 90 canteros, los mismos se encuentran divididos en tres secciones, dos de ellas (60 canteros) están cubiertas con mallas sarán que reduce la iluminación en un 35 % y 30 canteros a pleno sol. El objetivo fue evaluar agronómicamente la inoculación de la cepa micorrizas del género *Glomus hoi* like en semillas botánicas de tres variedades de la Lechuga (*Lactuca sativa* L). var. Fomento 95, Criolla y Black seeded simpson, en condiciones de Organopónicos y semi-tapado dando como resultados una interacción positiva entre la micorrizas y el semi-tapado así como entre la micorrizas + variedades tanto en el semi-tapado como en organopónico, también resaltaron las variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L). Fomento 95 y Criolla las de mejor comportamiento en ambas experiencias.

-Palabras clave: Organopónico, Lechuga (*Lactuca sativa* L), cepa micorrizas

TABLA DE CONTENIDOS	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes del tema.....	1
1.2 Problema científico... ..	3
1.3.Hipótesis.....	4
1.4 Objetivos generales	4
1.4.1. Objetivos específicos	4
1.4.2 Tarea de la investigación	4
1.4.3 . Aportes de la investigación	4
1.5..... Revisión bibliografica.....	6
1.5.1.- Las Micorrizas Arbusculares del HMA.....	6
1.5.2- Establecimiento	8
1.5.3- Influencia sobre la absorción de nutrientes	10
1.5.4.- Interacción con las rizobacterias del suelo.....	11
1.5.5.Influencia de los nutrientes del suelo en el funcionamiento de la micorrizas.....	13
1.5.6.-Aplicaciones prácticas y comerciales de las micorrizas arbusculares	14
2. Materiales y Métodos	23
2.1.Medios de trabajo utilizados	26
2.2. Tratamientos.....	27
2.3..Evaluaciones a realizar.....	28
2.4. Evaluaciones realizadas en cada uno de los experimentos	28
2.5. Semiprotegido: Evaluación final en el momento de la cosecha	33

2.6. Al Sol: Evaluación final en el momento de la cosecha.	34
2.7. Semi-tapado. Resultados analíticos del sustrato:	34
2.8. Al Sol: Resultados analíticos del sustrato:.....	35
3. Resultados y Discusión.....	37
3.1. Sem. Protegido. Elementos evaluados.....	37
3.2.. Al Sol. Elementos evaluados.....	38
3.3.Análisis de los contenidos de Materia orgánica en el sustrato (Semi-tapado).....	39
3.4. Análisis de los contenidos de Materia orgánica en el sustrato (Sol)...	40
3.5. Análisis de la Varianza para # de Hojas.....	40
3.6. Análisis de la Varianza para Diámetro.....	41
3.7. Contraste Múltiple de Rangos para Diámetro según Variedad.....	42
3.8. Análisis de la masa según tratamiento por el programa kruskal-wallis (prueba no paramétrica)	43
3.9 Análisis económico en el Semi-tapado.....	44
3.9.1. Análisis económico al sol.....	45
3.9.2. Análisis de los datos climáticos del mismo trimestre en tres años.....	46
4. Conclusiones.....	47
5. Recomendaciones.....	48
6. Bibliografía	49

1- Introducción.

1.1. Antecedentes del tema.

Mayea (1995) señaló que los microorganismos utilizados como biofertilizantes tienen un triple papel como suministradores de nutrientes, fitohormonas y antagonistas de hongos fitopatógenos.

Entre los principales microorganismos presentes en el suelo capaces de lograr este efecto se encuentran los hongos formadores de micorrizas arbusculares (HMA) (Parets2002).

Las Micorrizas son asociaciones entre ciertos hongos del suelo y las raíces de las plantas, siendo la resultante de la unión orgánica entre estas y el micelio del hongo, como un órgano morfológicamente independiente con dependencia fisiológica íntima y recíproca seguidas del crecimiento de ambas partes, con funciones estrechas, (Fernández, 1999).

El término "Micorrizas" fue propuesto por el botánico alemán Albert Bernard Frank en 1885, quien lo tomó del griego, donde "myco" significa hongo y "rhiz" raíces; o sea, la asociación simbiótica entre ciertos hongos mutualistas del suelo y las raíces de las plantas; aunque esta asociación era conocida desde 1835, pero se consideraban inicialmente organismos parásitos. (Russell, 1959, HacsKaylo, 1972; Herrera y Ferrer, 1980, Aguilar y Barea, 1980; Howeler, 1983; Siqueira y Franco, 1988; Lacasa, 1990; Ferrer y Herrera, 1991; Sieverding, 1991 citado por Ruiz 2001).

Los estudios realizados por el científico alemán fueron confirmados a través de técnicas de las ciencias modernas y constituyeron las bases de la micorrizología que se expandió por el mundo, representando hoy día una importante rama interdisciplinaria de las Ciencias Biológicas, con grandes posibilidades de explotación comercial, aumentando la producción de alimentos, reduciendo los costos y el impacto de los sistemas modernos de producción sobre el medio ambiente.

Según Siqueira y Franco (1988) la definición más moderna del término Micorrizas es: "Simbiosis endofítica, biotrófica y mutualista prevaleciente en la mayoría de las plantas vasculares nativas y cultivadas; caracterizadas por el contacto íntimo y la perfecta

integración morfológica entre el hongo y la planta para la regulación de funciones y el intercambio de metabolitos con beneficios mutuos”.

Las Micorrizas se agrupan sobre la base de la anatomía de las raíces que colonizan en: Ectomicorrizas, Ectendomicorrizas y Endomicorrizas.

En Cuba las investigaciones sobre el empleo de estos hongos comenzaron en 1973 y se han realizado prospecciones y ubicaciones taxonómicas de varias cepas de HMA en diferentes zonas del país, originándose diferentes productos comerciales como MicoFert[□], EcoMic[□], utilizándose con éxito en cultivos como: posturas de cafetos, cítricos y frutales, adaptación de vitroplantas, semilleros de hortalizas, leguminosas, raíces y tubérculos, entre otros. (Siqueira y Franco, 1988; IES, 1995; INCA, 1998).

Sobre las ventajas de los HMA se ha reportado por el INCA (1998) que estos incrementan el crecimiento de las plantas y los rendimientos agrícolas entre 20 y 60 por ciento, también aumentan el aprovechamiento de los fertilizantes y de los nutrientes del suelo y por consiguiente, disminuyen los costos por concepto de aplicación de estos insumos, no degradan los suelos y contribuyendo a la regeneración de los mismos.

Las micorrizas cumplen una importante función en las hortalizas y otros vegetales, produciendo resultados muy alentadores con relación a la sustitución de fertilizantes minerales, reducen la fase de semillero entre 9-12 días e incrementan el vigor y desarrollo de las posturas, son productos "limpios" que no contaminan el medio ambiente y aumentan las poblaciones de hongos benéficos del suelo. (MINAG, 2001).

Los organopónicos constituyen una excelente alternativa para lograr producciones de hortalizas durante todo el año, sobre todo en lugares donde no exista tierra cultivable como en las ciudades y pueblos, donde constituyen una forma de lograr producciones altas y estables, basada en la aplicación de una combinación de tecnología con la sostenibilidad que se logra en este tipo de instalaciones. (MINAG, 2001).

En Cuba, se desarrolla vertiginosamente esta modalidad de Agricultura Urbana y en la provincia de Cienfuegos existen 150.2 ha de organopónicos, con una producción de

los 41 614 ton en el año 2011, sin embargo, se hace necesario aumentar estas producciones sobre la base del empleo de abonos orgánicos y otras tecnologías de bajos insumos, manteniendo la calidad de los productos cosechados y la sostenibilidad del sistema.

En los organopónicos, los cultivos se sustentan sobre una mezcla del suelo del lugar y materia orgánica en una proporción de hasta el 50 por ciento de ambos componentes, siendo el tipo de suelo existente en el lugar, la base de este sustrato. La fertilidad de los mismos estará en dependencia de las posibilidades de mantener la reposición de materia orgánica en niveles que permitan el buen desarrollo de los cultivos. Esta fertilidad se mantiene actualmente a partir de la aplicación al sustrato de 10 kg/m² al año, lo que implica la localización y acarreo de grandes volúmenes de materia orgánica, por lo que se hace necesaria la búsqueda de nuevas alternativas de biofertilizantes que nos permitan alcanzar buenos resultados productivos con un menor costo. (Manual de Organopónicos 2007).

La agricultura cubana, promueve el empleo de otras alternativas biológicas, siendo una de ellas la utilización de microorganismos, práctica agrícola que cada día cobra más fuerza, no solo por su bajo costo de producción, sino por la posibilidad de fabricarse a partir de recursos locales renovables (Altieri, 1997 y Fernández et al, 1999).

1.2. Problema Científico.

Específicamente no se han realizado estudios de cepa de micorrizas *Glomus hoi like* (HMA) en condiciones de organopónicos y semiprotegidos en la producción de variedades de lechuga (*Láctica sativa* L).

Diferentes cepas de HMA han sido evaluadas y propuestas por el INCA, de acuerdo al tipo de suelo o sustrato sobre el que se desarrollen los cultivos, por existir una interacción probada entre el cultivo, el tipo de suelo y la cepa empleada (Plana y col, 2008), la cual ha sido evaluada en numerosos cultivos pero poco estudiada en condiciones de organopónicos y semiprotegidos, por lo que se propone la siguiente:

1.3. Hipótesis:

Evaluando el comportamiento de la cepa micorrizas *Glomus hoi like* (HMA) en condiciones de organopónicos y semiprotegidos, se puede determinar su influencia en los rendimientos de las variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L).

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto se proponen los siguientes objetivos para esta investigación:

1.4. Objetivo General:

Evaluar el comportamiento de la cepa de micorrizas *Glomus hoi like* (HMA) en condiciones de organopónicos y semiprotegidos de tres variedades de Lechuga (*Láctica sativa* L).

1.4.1 Objetivos específicos:

1. Diagnosticar la situación actual del sustrato utilizando en condiciones de organopónicos y semiprotegidos para el cultivo de la Lechuga (*Lactuca sativa* L)
2. Evaluar el comportamiento de la aplicación de *Glomus hor like* en el sustrato para el cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L).

1.4.2. Tareas de la Investigación:

- ❖ Comparar los rendimientos obtenidos con datos anteriores, así como con datos del manual técnico en uso.
- ❖ Aplicar análisis estadístico para comparar los rendimientos.
- ❖ Monitorear el comportamiento de las muestras.

1.4.3 Aportes de la investigación:

- ❖ Provocar de manera general un marcado incremento en los procesos de absorción y traslocación de nutrientes en el cultivo.
- ❖ Disminuir los volúmenes de materia orgánica a emplear durante la reposición de la fertilidad de los sustratos.

- ❖ Contribuir al desarrollo de una agricultura sostenible y al incremento de la calidad de los ecosistemas agrarios.
- ❖ Contribuir al incremento de los rendimientos, calidad de los productos cosechados, a la sostenibilidad de la agricultura y disminución de la contaminación ambiental.

1.5.Revisión Bibliográfica.

La agricultura cubana, promueve el empleo de otras alternativas biológicas, siendo una de ellas la utilización de microorganismos, práctica agrícola que cada día cobra más fuerza, no solo por su bajo costo de producción sino por la posibilidad de fabricarse a partir de recursos locales renovables (Altieri (1997)

E. SIERVERDING, • S. R. (1995). señaló que los microorganismos utilizados como biofertilizantes tienen un triple papel como suministradores de nutrientes, fitohormonas y antagonistas de hongos fitopatógenos.

Entre los principales microorganismos presentes en el suelo capaces de lograr este efecto se encuentran los hongos formadores de micorrizas arbusculares (HMA) M. BERTOLI, • M. C. (2000).

1.5.1.- Las Micorrizas Arbusculares del HMA.

Harrison MJ (último). (2005), al estudiar la asociación planta-hongo propone el término Micorrizas, donde “myco” significa hongo y “riza” raíz (hongo-raíz), aplicándolo para la asociación simbiótica entre hongos del suelo y especies forestales G. HERNANDEZ, • V. (1995) Este término describe un fenómeno de ocurrencia generalizada, resultante de la unión orgánica entre las raíces y el micelio de determinados hongos del suelo, en un órgano morfológicamente independiente, con dependencia íntima y recíproca, seguida por el crecimiento de ambas partes y con funciones fisiológicas muy estrechas. (Guerrero, • O. G. (2006).

Las micorrizas se definen como simbiosis entre hongos y raíces de plantas superiores donde las plantas suministran carbohidratos al hongo, mientras que este a su vez contribuye a la absorción de nutrimentos y agua por la planta El origen de las micorrizas parece ser tan antiguo como el de las propias plantas. Las evidencias fósiles apoyan la

existencia de micorrizas en las primeras plantas vasculares que habitaron la tierra hace más de 400 millones de años Guerrero,*.O.G.(2006).

La existencia de tal coevolución ha dado lugar a diversas interdependencias planta-hongo, de forma tal que hoy se conoce que la mayoría de las plantas necesitan en menor o mayor grado, estar micorrizadas para captar nutrimentos y crecer adecuadamente. Sin embargo, la dependencia es más marcada por parte de la MA, ya que estas no son capaces de completar su ciclo de vida en ausencia de planta hospedera, por lo que estos hongos son considerados simbiosiontes obligados Guerrero, •. O. G. (2006). Tradicionalmente las micorrizas se han agrupado sobre la base de la anatomía de las raíces que colonizan en: Ectomicorrizas, Endomicorrizas y Ectendomicorrizas. Las Ectomicorrizas se caracterizan por la penetración intracelular del micelio fúngico en la epidermis de la raíz para formar la “red de Harting” y el manto que se desenvuelve alrededor de las raíces colonizadas, siendo de distribución restringida. Mientras que las endomicorrizas se caracterizan por la penetración inter e intracelular, pero sin formación de manto ni modificaciones morfológicas evidentes en las raíces. Con estas condiciones cumplen los tipos de micorrizas: ericoides, orquideales y arbusculares, siendo las dos primeras de poca diseminación, estando restringidas a los taxones hospederos que le dan el nombre, mientras que el tercer grupo lo constituyen las de mayor distribución entre todos los microorganismos biofertilizantes, tanto geográficamente como florísticamente.

Las micorrizas del tipo arbuscular constituyen la simbiosis más extendida sobre el planeta, tanto por el número de hospederos como por su distribución. Más del 95 % de las especies vegetales existentes en el planeta, están micorrizadas en forma nativa. A su vez, en un 95 % de los casos las micorrizas son del tipo arbuscular, las que han sido encontradas desde los trópicos hasta el ártico (Guerrero, •. O. G. (2006).

Los hongos micorrizógenos arbusculares se ubican actualmente en el orden Glomales y las familias y géneros reconocidos hasta el momento son los siguientes (INVAN, 2001):

	Familia	Género

GLOMINEAE	GLOMACEAE	Glomus
	ACAULOSPORA	Acaulospora
		Entrophospora
	ARCHAEOSPORACEAE	Archaeospora
	PARAGLOMACEAE	Paraglomus
GIGASPORINEAE	GIGASPORA	Gigaspora
		Scutellospora

1.5.2- Establecimiento.

En términos generales se puede decir que existen cinco hechos claves en el proceso de formación de las MA, que son: a) activación de los propágulos del hongo que persisten en el suelo, b) estimulación de los micelios formados, cuando alcanzan la rizosfera de una planta susceptible, c) unión de la hifa colonizadora a la superficie de la raíz y formación de los primeros puntos de penetración del hongo. d) proceso de colonización en la raíz y e) crecimiento del micelio externo en el suelo que la circunda. Los procesos a, b y c, corresponden a la fase de pre- colonización, mientras que d y c, constituyen la fase de desarrollo (Guerrero, •. O. G. (2006).

La formación y desarrollo de las MA va a depender de una serie de interacciones oportunas, apropiadas y eficientes de los tres componentes del sistema: el hongo, la planta y el medio ambiente. Aunque durante el desarrollo de las MA tienen lugar cambios anatómicos y citológicos en la raíz, la expresión morfológica de estos no se observa a simple vista, quizás por ello ha sido ignorada en estudios sobre fisiología de las plantas, cuando realmente forma parte de la misma y la micotrofia es para el vegetal la forma habitual de adquirir nutrientes minerales, sin embargo, los dos simbiontes conviven biotróficamente de forma persistente G.HERNANDEZ, *.v. (1995).

.Las principales fuentes de propágulos en el suelo son las esporas y las raíces previamente colonizadas de plantas coexistentes o fragmentos pre-existentes. Se establece, además, que los fragmentos de raíces micorrizadas son un inóculo más efectivo que las esporas aisladas, aunque por su capacidad de sobrevivencia, incluso en condiciones adversas, las esporas son las responsables de perpetuar estas especies fúngicas (Guerrero, •. O. G. (2006).

Los propágulos en general sobreviven en el suelo y, si las condiciones son favorables, las esporas germinan formándose un micelio, el cual recorre el suelo y una vez en la rizósfera, es estimulado por diferentes factores de este hábitat. Se ha encontrado que los exudados radicales producen la estimulación del crecimiento hifal y de ramificaciones terciarias col, S. (1998).

Las raíces producen una amplia variedad de compuestos orgánicos solubles en agua y compuestos volátiles que pueden ser asimilados directamente por los organismos rizosféricos. Estos compuestos pueden servir como quimioatrayentes, fuentes nutritivas o como inductores de mecanismos de defensa "evocadores" en la micorrización, durante la fase de pre-colonización. Es posible que en las MA los fragmentos de la pared celular del hongo, tales como los oligómeros de quitina, puedan ser reconocidos como evocadores por la planta, similarmente a lo que ocurre en las infecciones patogénicas col, S (1998).

Al parecer, en el establecimiento de la simbiosis actúan señales, que controlan las modificaciones fisiológicas y anatómicas entre ambos simbioses; se ha sugerido que en cada una de las diferentes fases se requieren señales apropiadas las cuales son producidas por un miembro, y reconocidas por el otro Jastrow .D,*.(2000).

El proceso de formación de la simbiosis comienza con la germinación de las esporas de resistencia en el suelos. Tras la emisión del tubo o tubos germinativos, el micelio del hongo crece hasta encontrar una raíz hospedera, donde forma entonces una estructura similar a un apresorio y penetra entre las células epidérmicas. Después de la penetración comienza la colonización del tejido parenquimático de la raíz. En la capa interna de este tejido se forman los arbusculos, producidos por una ramificación masiva de la hifa después de penetrar la pared celular M.A, *(2006).

En a la formación de los arbusculos, el hongo invagina la membrana de la célula vegetal, la que subsecuentemente lo envuelve, creándose así un nuevo compartimento donde se deposita material de una elevada complejidad molecular, denominado espacio apoplástico o interfase arbuscular. En la interfase se produce el contacto directo entre el hongo y la planta, ocurriendo la transferencia bi-direccional de nutrimentos Col, S. (1998).lo cual da la funcionalidad de la simbiosis. Se ha propuesto que esta interfase constituye el sitio preferencial para el intercambio entre los simbiosis Col, S.(1998).

Las vesículas se forman generalmente en los extremos de las hifas del hongo y pueden producirse a lo largo de todo el parénquima cortical colonizado; suelen aparecer más tarde que los arbusculos y son consideradas órganos de reserva, principalmente formada por lípidos DIEKMANN,*.(1994).

1.5.3- Influencia sobre la absorción de nutrimentos

La adquisición de nutrimentos por las raíces va a depender de una serie de procesos propios del suelo y de la planta, fundamentalmente por la llegada de los mismos a la superficie de la raíz y su ritmo de absorción por el sistema radical. A su vez, la llegada del nutriente hasta la zona de influencia de la raíz va a estar condicionada por su concentración en la solución de suelo, y fundamentalmente por su desplazamiento hacia la superficie radical G.HERNANDEZ,*.(1995).

Globalmente el proceso de transporte de fósforo en las MA se desglosa en tres subprocesos generales: absorción o captación a partir del suelo, traslocación a través de las hifas del hongo y transferencia al hospedero. El mayor aporte de la investigación sobre la fisiología del transporte de fosfatos se ha concentrado en la traslocación por las hifas y la transferencia a la planta. En contraste se sabe poco sobre los mecanismos de captación a partir de la solución del suelo. Sin embargo, experimentos que utilizan técnicas de disolución isotópica o fertilizantes marcados, mostraron que las MA no mejoran de forma directa la utilización de tales fosfatos, sino que sus beneficios se deben a una absorción más eficiente por parte del hongo de los iones de fosfato que llegan a la solución mediante la disolución natural propia del suelo, especialmente cuando el ph de este es bajo DIEKMANN,*.(1994).

La evidencia experimental sugiere que la traslocación del fósforo a lo largo de las hifas tiene lugar mediante corrientes citoplasmáticas rápidas, que transportan el fósforo a favor de un gradiente de concentración en el citoplasma. Este gradiente depende del ritmo de captación de fosfatos por las hifas externas de la velocidad de transferencia del fósforo desde las hifas a la raíz y de la eficiencia de la agitación por las corrientes citoplasmáticas. Por otra parte la transferencia del fósforo a la planta se limita a la adquisición por las células del parénquima cortical de las plantas micorrizadas de una nueva función para la absorción de fósforos. DIEKMANN,*.(1994).

1.5.4.- Interacción con las rizobacterias del suelo.

Cuando se hace referencia a la rizosfera alrededor de la micorriza, es más apropiado utilizar el término "micorrizosfera" por las particularidades que encierra esta simbiosis en el suelo y lo que ella significa en la acción directa e indirecta de la micorriza con los organismos y microorganismos del suelo. Las reacciones que en ésta se producen son también motivadas por factores edáficos, por ejemplo ph, contenido de nutrimentos y materia orgánica, propiedades físicas y aspectos climatológicos Jastrow J.D,*.(2000).

Una característica común de la rizosfera de las plantas es la presencia de poblaciones activas de microorganismos, por lo que se pensó que estas pudieran jugar un papel importante en la estimulación que los hongos micorrizógenos experimentan cuando se encuentran en las proximidades de la raíz. En varios estudios se ha puesto de manifiesto una considerable estimulación del desarrollo de las MA en presencia de determinados microorganismos nativos del suelo, efecto que no parece estar dirigido a un grupo específico, puesto que ha sido descrito para hongos y bacterias, incluyendo actinomicetos; por lo que parece tratarse de un efecto generalizado con la mayoría de los grupos microbianos del suelo. En tal sentido, utilizando suelo como medio de cultivo, se ha puesto en evidencia un efecto de los microorganismos sobre el desarrollo del hongo en ausencia de la planta hospedera, estimado por el incremento del potencial de colonización para formar posteriormente la micorrizas, INCA. (1995).

Entre los factores importantes dentro de la micorrizobiología, está el estudio de las relaciones entre las MA y otros microorganismos de la rizosfera. Al respecto Col, S.(1998), han confirmado la existencia de una hifósfera micorrízica, la que es interesante desde el punto de vista del análisis específico de las interacciones que puedan originarse en la misma.

El aislamiento de bacterias sobre la superficie de las hifas sugiere la existencia de posibles asociaciones de las MA con otros microorganismos del suelo a través de una hifósfera. Estas asociaciones podrían explicar el sinergismo presente cuando se inoculan simultáneamente bacterias solubilizadoras de fósforo y MA. La presencia de colonias bacterianas sobre las hifas del HMA se ha reportado en pocos casos Col, S. (1998). y han sido interpretados generalmente como microorganismos beneficiosos o antagonistas. Vista así, la asociación, la colonia y la hifa extramática establecerían un intercambio de metabolitos y, por tanto, estaríamos en presencia de una “hipersimbiosis”. Tal mecanismo podría ser posible siempre que la hifosfera micorrízica arbuscular estuviera asociada a colonias de microorganismos, solubilizadores de fósforo o azufre, y fijadores de nitrógeno de vida libre.

Las Fabaceas simultáneamente pueden asociarse con bacterias formadoras de nódulos (*Rhizobium*) y con HMA. Las primeras favorecen el desarrollo general de la planta, mientras que las segundas proporcionan efectos beneficiosos e incremento de la eficiencia a partir de la absorción de elementos generales y agua del suelo, así como mejoran el metabolismo, M. I., •. (2000).. Esta relación tripartita (planta- *Rhizobium*- MA) representa una nueva dimensión en las simbiosis bipartitas comunes está presente en leguminosas forrajeras y en leguminosas de granos alimenticios INCA. (1998).

Los HMA y *Rhizobium* interactúan directamente antes de formar la relación y una vez colonizadas las plantas, encontrado evidencias que justifican este planteamiento en diversos experimentos, pero generalmente ocurre que los hongos micorrizógenos colonizan primero la raíz y con su avance estabilizan las condiciones a favor del proceso de nodulación por *Rhizobium*, M. I., •. (2000) encontró que aún cuando el número de nódulos de *Rhizobium* no es superior en las plantas micorrizadas, la actividad fijadora de estos se incrementa significativamente.

Las MA incrementan el nivel de adquisición de minerales en suelos alcalinos, especialmente de elementos inmóviles como el Cu, Zn y el Mg, donde las hifas extramáticas superan las zonas depresivas de nutrimentos alrededor de la raíz Altieri, A.(1997). Este autor señaló además, que la planta y la bacterias (*Rhizobium*) se benefician con la presencia de MA por la corrección de las deficiencias nutrimentales que puedan existir en el sistema. El fósforo, cuya absorción se incrementa con la micorriza, favorece la fijación de nitrógeno, por lo que las MA y *Rhizobium* constituyen una asociación necesaria que debe ser optimizada en las especies simbiotes.

1.5.5. Influencia de los nutrimentos del suelo en el funcionamiento de las micorrizas.

Cuando se aplican dosis crecientes de abonos inorgánicos (N y P) se produce una disminución de la colonización micorrícica en el sistema de frijol tapado, existiendo una correlación entre la disminución en el incremento de los rendimientos y el porcentaje de micorrización. Para fomentar esta simbiosis se debe utilizar variedades más susceptibles a la simbiosis de ésta bacteria o inocular cepas de HMA eficientes INCA. (1998). El mecanismo por el cual el fósforo controla la colonización de hongos micorrizógenos continúa en investigaciones, para lo cual se propuso tres hipótesis fundamentales:

a) Presencia en las raíces de lectinas que pueden inhibir el crecimiento de los hongos. Cuando las plantas se encuentran en condiciones de deficiencia de fósforo acumulan

mayor fosfatasa en las raíces y estas inactivan a las lectinas permitiendo el crecimiento de las micorrizas arbusculares.

b) Permeabilidad de la membrana de las células radicales, la que puede estar influida por la menor o mayor absorción de fósforo.

c) La posibilidad de un efecto inhibitorio de concentraciones elevadas de azúcar sobre los propágulos del hongo y los efectos del fósforo sobre el metabolismo de carbohidratos de las plantas

Arines (1991) encontró que dosis elevadas de fósforo disminuyen las cantidades de endófitos, pero no su estímulo sobre el crecimiento vegetal. Este autor reportó además altos niveles de colonización en algunos sitios caracterizados por su riqueza en macroelementos, debido a las fertilizaciones de años sucesivos, e incluso colonizaciones y niveles de respuesta bajos en suelos donde no había sido aplicado ningún fertilizante mineral en un largo período de tiempo.

1.5.6.-Aplicaciones prácticas y comerciales de las micorrizas arbusculares

Los objetivos que persigue el uso práctico de los hongos MA en sistemas de producción vegetal pueden ser resumidos de la siguiente forma (Howeler y Col., 1987):

a) Hacer un uso agronómicamente eficiente del fósforo del suelo y de los fertilizantes químicos y orgánicos.

b) Optimizar con niveles bajos de insumos la productividad fosfórica de los suelos.

c) Ayudar a restablecer cultivos en suelos erosionados, degradados o de baja fertilidad.

Las técnicas de inoculación con HMA en el campo están intrínsecamente relacionadas con el sistema de producción a emplear y los métodos de inoculación dependen de las facilidades acordes al proceso productivo establecido, mientras que la selección del inoculo, la formulación y la técnica de aplicación dependen únicamente del sistema de siembra y el material a utilizar (INCA. (1998).

(Guerrero, •. O. G. (2006), plantean que en el proceso de utilización de los HMA en lo sistemas de producción agrícola era necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

- 1) Factores que van a determinar la conveniencia de llevar a cabo una inoculación de HMA en una situación determinada.
- 2) Criterios de selección de hongos MA para ser usado como inoculantes.
- 3) Preparación de inóculos y técnicas de inoculación.

Mientras que Col, S. (1998). señalaban que son tres los factores primarios implicados en llevar a cabo una inoculación: a) el grado de dependencia de las plantas a las MA. b) el nivel de fertilidad del suelo y c) el tamaño y eficacia de las poblaciones micorrizógenas naturales. Se trata de cómo introducir los HMA en un sistema determinado de suelo-planta y de cómo deben tenerse en cuenta tales factores para garantizar el éxito de la inoculación.

En cuanto a la especie vegetal resulta evidente que la respuesta de una planta a la inoculación va a estar condicionado por su grado de independencia a los HMA, por lo que se hace necesario su conocimiento, así como el de los endófitos más adecuados para establecer la simbiosis en el sistema suelo-planta en cuestión estableció cuatro grados de efectividad para diferentes cepas, utilizando para ello las medias de los tratamientos inoculados, las de los no inoculados y la media general en la experiencia, obteniendo lo siguiente: no efectiva, de baja efectividad, de moderada efectividad y altamente efectiva. Este autor planteó, además, que para llamar efectiva a una población en un agroecosistema, por lo menos dos tercios de las especies de hongos presentes, deben ser efectivas y los que pueden cambiar con las condiciones del ecosistemaE. SIERVERDING, •. S. R. (1995),

Las características fundamentales que debe poseer un HMA para ser utilizado como inoculante según (Guerrero, •. O. G. (2006). son las siguientes: a) colonización, que viene dada por la capacidad de colonización del hongo en un amplio margen de

condiciones, b) efectividad, el hongo debe ser eficaz en la captación, traslación y transferencia de nutrimentos desde el suelo hasta la planta, c) capacidad de inoculación y dispersión del inóculo, es conveniente que el inoculante tenga una capacidad reproductiva alta, que sus propágulos germinen con facilidad y sus hifas crezcan y se extiendan abundantemente en el suelo y d) supervivencia del inóculo y persistencia de sus efectos, se refiere a la capacidad de producir estructuras (esporas, esporocarpos, vesículas entre otras), lo que le confiere resistencia a una amplia gama de condiciones adversas.

El éxito de una inoculación determinada se puede lograr con inoculantes que contengan una especie de hongos específica, o una mezcla de especies aisladas, de probado nivel de colonización y efectividad. Según Siquiera y G. HERNANDEZ,*. V.(1995), el hongo seleccionado debe persistir en el nuevo hábitat, por lo que debe tener una pureza alta, ya que competirán con las poblaciones nativas, e incluso con organismos patógenos. El tipo de inoculante y la forma de inoculación constituye un factor de gran importancia en el proceso de aplicación de HMA a un determinado cultivo.

Col, S. (1998), señalaban algunos de los tipos de inoculantes que más se utilizan en el mundo:

- a) Suelo y rizosfera de plantas que han sido previamente micorrizadas en condiciones controladas con propágulos de una sola especie de hongo.
- b) Micorriza limpia, es decir, raíces bien colonizadas exentas de suelo, obtenidas normalmente en cultivos de hidropónicos. Se plantea que pueden ser efectivas hasta al menos 6 meses después de la muerte de las raíces
- c) Estructuras del hongo, fundamentalmente esporas.

De acuerdo con Altieri, A. (1997), entre las técnicas de inoculación más usadas se encuentran: a)transplante de plántulas pre-inoculadas. Este método es de gran utilidad para los cultivos que emplean el transplante como técnica agronómica habitual, b)incorporación del inóculo directamente al surco, bajo la semilla, c)aplicación directamente al surco de una especie de pasta fluida, obtenida a partir de un inóculo

concentrado y d) aplicación de “pellet” con el inóculo adherido en las semillas. Utilizan en este caso un material portador obtenido mediante una determinada mezcla y un suelo muy efectivo procedente de un “stock” de micorrizas.

Estos autores señalan, además, que las técnicas de micro propagación vegetativa de plantas podrían y en algunos casos habían conseguido estar conectados con las de micorrización in vitro, con el fin de obtener plántulas adecuadamente micorrizadas en las condiciones controladas que requieren tales metodologías.

La aplicación comercial de los inoculantes basado en hongos MA siempre ha sido un tema muy discutido debido fundamentalmente a los métodos habituales de producción. Se ha evaluado una tecnología por Col, S. (1998, que consiste en revestir la semilla con un inoculante producido por un sustrato específico que le confiere a este determinadas características de adherencia a la superficie de la semilla. Esta metodología ha sido aplicada en Cuba, Colombia y Bolivia, donde los resultados obtenidos en fase de laboratorio y campo, en los tres países incrementaron el rendimiento en un 10-50 %, de cultivos como: arroz, maíz, soya, sorgo, papa, cebolla, tomate y yuca.

La peletización de semillas de Fabaceas forrajeras con propágulos de hongos MA, *Rhizobium* y fertilizantes han sido utilizadas en varios países como Nueva Zelanda y Gran Bretaña, los que se mostraron técnicamente viables.

Una compañía de Nueva Zelanda sugiere que una ha de suelo esterilizado e inoculado con semilla de trébol y millo peletizadas produce 1000 toneladas de inoculante, suficiente para inocular de 500 a 2000 ha de tierra (Siquiera y Altieri, A. (1997), Procesos semejantes se reportaron en el CIAT de Colombia, donde se usó suelo micorrizado comercializado como MANIHOTINA.

Las Micorrizas son asociaciones entre ciertos hongos del suelo y las raíces de las plantas, siendo la resultante de la unión orgánica entre estas y el micelio del hongo, como un órgano morfológicamente independiente con dependencia fisiológica íntima y recíproca seguidas del crecimiento de ambas partes, con funciones estrechas, (Guerrero,*O.G.(2006)

El término "Micorrizas" fue propuesto por el botánico alemán Albert Bernard Frank en 1885, quien lo tomó del griego, donde "myco" significa hongo y "rhiz" raíces; o sea la asociación simbiótica entre ciertos hongos mutualistas del suelo y las raíces de las plantas; aunque esta asociación era conocida desde 1835, pero se consideraban inicialmente organismos parásitos, Harrison MJ (último), (2005).

Los estudios realizados por el científico alemán fueron confirmados a través de técnicas de las ciencias modernas y constituyeron las bases de la micorrizología que se expandió por el mundo, representando hoy día una importante rama interdisciplinaria de las Ciencias Biológicas, con grandes posibilidades de explotación comercial, aumentando la producción de alimentos y reduciendo los costos y el impacto de los sistemas modernos de producción sobre el medio ambiente.

Según Col, S. (1998), la definición más moderna del término Micorrizas es: "Simbiosis endofítica, biotrófica y mutualista prevaleciente en la mayoría de las plantas vasculares nativas y cultivadas; caracterizadas por el contacto íntimo y la perfecta integración morfológica entre el hongo y la planta para la regulación de funciones y el intercambio de metabolitos, con beneficios mutuos".

Las Micorrizas se agrupan sobre la base de la anatomía de las raíces que colonizan en: Ectomicorrizas, Ectendomicorrizas y Endomicorrizas.

En Cuba las investigaciones sobre el empleo de estos hongos comenzaron en 1973 y se han realizado prospecciones y ubicaciones taxonómicas de varias cepas de HMA en diferentes zonas del país, originándose diferentes productos comerciales como MicoFert[□], EcoMic[□], utilizándose con éxito en cultivos como: posturas de cafetos, cítricos y frutales, adaptación de vitroplantas, semilleros de hortalizas, leguminosas, raíces y tubérculos, entre otros. (Siquiera INCA, 1998).

Sobre las ventajas de los HMA se ha reportado por el INCA (1998) que estos incrementan el crecimiento de las plantas y los rendimientos agrícolas entre 20 y 60 por ciento; también aumentan el aprovechamiento de los fertilizantes y de los nutrientes del suelo, y por consiguiente, disminuyen los costos por concepto de aplicación de estos insumos, no degradan los suelos, contribuyendo a la regeneración de los mismos. Las micorrizas cumplen una importante función en las hortalizas y otros vegetales, produciendo resultados muy alentadores con relación a la sustitución de fertilizantes minerales, reducen la fase de semillero entre 9-12 días e incrementan el vigor y desarrollo de las posturas, son productos "limpios" que no contaminan el medio ambiente y aumentan las poblaciones de hongos benéficos del suelo. Gierreto,*. O.G. (2006).

Diferentes cepas de HMA han sido evaluadas y propuestas por el INCA, de acuerdo al tipo de suelo o sustrato sobre el que se desarrollen los cultivos, por existir una interacción probada entre el cultivo, el tipo de suelo y la cepa empleada Col, S. (1998), la cual ha sido evaluada en numerosos cultivos.

Los organopónicos constituyen una excelente alternativa para lograr producciones de hortalizas durante todo el año, sobre todo en lugares donde no exista tierra cultivable como en las ciudades y pueblos.

En Cuba, se desarrolla vertiginosamente esta modalidad de Agricultura Urbana y en el 2001 existen más de 2000 organopónicos con una producción de alrededor de los 30 millón de quintales. Sin embargo, se hace necesario aumentar la misma con bajos insumos y mayor calidad de los productos cosechados; por tal motivo el presente trabajo tiene los siguientes objetivos:

1. Establecer la metodología para la producción de inóculos comerciales de Micorrizas en los organopónicos.
2. Transferir la tecnología para la micorrización de los cultivos en los organopónicos.

Contribuir al incremento de los rendimientos, calidad de los productos cosechados, disminución de la contaminación ambiental y a la sostenibilidad de la agricultura.

Las micorrizas cumplen una importante función en las hortalizas y otros vegetales, produciendo resultados muy alentadores con relación a la sustitución de fertilizantes minerales, reducen la fase de semillero entre 9-12 días e incrementan el vigor y desarrollo de las posturas.

En base a los resultados obtenidos en el INIVIT durante el decenio 1991-2000, se establece la siguiente metodología:

1. Se utilizarán las especies IES-*Glomus spurgum* o IES-*Glomus mosseae*.
2. Utilizar una dosis de 400 g/m² de inóculo comercial incorporado al sustrato o ubicado localizado debajo y en contacto con la semilla o postura, siempre antes de la siembra.
3. También se puede utilizar la tecnología de recubrir las semillas con una mezcla inóculo/agua de 2:1 de las especies correspondientes, 24 horas antes de la siembra.
4. Una cámara de 50 m² necesita 20 kg de inóculo y con 1 tonelada se pueden inocular 50 cámaras.
5. La aplicación de Micorrizas se realizará una vez al año.
6. Produce mayor vigor y desarrollo de las plantas acortando la fase de semillero entre 9-12 días.
7. Pueden sustituir parte del fertilizante mineral.
8. Son productos "limpios" que no contaminan el medio ambiente.
9. Aumentan las poblaciones de hongos benéficos del suelo.

Resultados de la aplicación de Micorrizas y Azospirillum, en dos condiciones de sustrato de organopónico, en siembras tempranas, óptimas y tardías de lechuga (*Lactuca sativa* L.)

Autores: Jorge Luis Alvarez, Miriela Santos, Caridad Díaz, Mata González y Marta Laurendo (2006).

Los biofertilizantes son productos a base de microorganismos que viven normalmente en el suelo y son capaces de poner a disposición de las plantas, mediante su actividad biológica, una parte importante de las sustancias nutritivas que necesitan para su desarrollo, así como suministrar sustancias hormonales o promotoras del crecimiento vegetal.

La agricultura urbana ha impulsado el desarrollo de sistemas de producción de hortalizas en condiciones de organopónico, que se iniciaron en Cuba en 1987, pero alcanzaron su mayor auge a partir de 1994, lográndose un impulso sustancial al consumo de vegetales frescos en el país, G. HERNANDEZ,* .V.(1995).

La lechuga en Cuba se considera la reina de los sistemas organopónicos, por ser un cultivo de ciclo corto, que puede sembrarse en una buena parte del año con buenos dividendos económicos para el productor, sin embargo, por las altas temperaturas del verano y el alargamiento de la luminosidad, los rendimientos son inferiores a los obtenidos en el período óptimo de siembra, lo que sugiere la búsqueda del empleo de los biofertilizantes, como alternativa que pudieran minimizar la acción de este fenómeno en los rendimientos. Inoculación con hongos formadores de Micorrizas (Mi): La inoculación se realizó al momento del trasplante a razón de 5 g del producto por planta en el nido de plantación, con la cepa *Glomus fasciculatum*, producto EcoMic® del INCA. (1998), al estudiar la efectividad de los Hongos Micorrizogenos Arbusculares (HMA), ha corroborado este comportamiento, al plantear que además de la propia especificidad suelo - cepa eficiente (HMA), se encontró que la efectividad alcanzada por la inoculación de las mejores cepas para cada suelo, dependió de la fertilidad de éste, obteniéndose generalmente los mejores niveles de eficiencia en los suelos de menor fertilidad.

También se debe considerar el efecto que pudo ejercer sobre la micorrización efectiva del cultivo los altos contenidos de fósforo asimilable en nuestros sustratos, los cuales según INCA. (1998). pueden provocar tenores altos de fósforo en el interior de las

raíces, bajando la permeabilidad de las membranas y la producción de exudados, que disminuyen en definitiva el grado de colonización de las raíces

2. Materiales y Métodos.:

El trabajo se realizó en el organopónico Río Palma de la granja Urbana Cienfuegos perteneciente a la Empresa Agropecuaria Hortícola Cienfuegos, ubicada en ave 5 de septiembre entre 67 y 69 Junco Sur con un área de 2160 m² distribuida en 90 canteros, los mismos se encuentran divididos en tres secciones, dos de ellas (60 canteros) están cubiertas con mallas sarán y 30 a pleno sol. El sustrato del organopónico esta formado por el suelo del lugar suelo pardo (con carbonato típico) y materia orgánica de origen vacuno como es común en este tipo de instalaciones.

Condición I (semi tapado) y Condición II (a pleno sol), respectivamente

Condición I (semi tapado).Cultivos presentes en el área.

Secciones	cultivos	Nro. canteros	Largo	Ancho	Altura	Área
Semi tapado	lechugas	8	30	1,2	0,3	10,8
	Acelgas	4	30	1,2	0,3	10,8
	Col repollo	4	30	1,2	0,3	10,8
	Col chinas	4	30	1,2	0,3	10,8
	Espinacas	1	30	1,2	0,3	10,8
	Zanahorias	4	30	1,2	0,3	10,8

	Remolacha	8	30	1,2	0,3	10,8
	Rabanito	4	30	1,2	0,3	10,8
	Nabo	1	30	1,2	0,3	10,8
	Perejil	1	30	1,2	0,3	10,8
	Ajo Puerro	1	30	1,2	0,3	10,8
	Cebollino	1	30	1,2	0,3	10,8
	Culantro	1	30	1,2	0,3	10,8
	Cilantro	1	30	1,2	0,3	10,8
	Pepino	4	30	1,2	0,3	10,8
	Berro	2	30	1,2	0,3	10,8

Condición II (a pleno sol) Cultivos presentes en el área. .

Secciones	cultivos	Nro. canteros	largo	ancho	altura	
Organopónicos	lechugas	1	30	1,2	0,3	10,8
	Acelgas	1	30	1,2	0,3	10,8
	Col chinas	2	30	1,2	0,3	10,8

Espinacas	1	30	1,2	0,3	10,8
Zanahorias	2	30	1,2	0,3	10,8
Remolacha	2	30	1,2	0,3	10,8
Rabanito	4	30	1,2	0,3	10,8
Ajo Puerro	1	30	1,2	0,3	10,8
Cebollino	1	30	1,2	0,3	10,8
Habichuela	15	30	1,2	0,3	10,8
Pepino	4	30	1,2	0,3	10,8

Como material de siembra se empleo semilla botánica de tres variedades de la Lechuga (*Lactuca sativa* L). var. Fomento 95, Criolla y Black seeded simpson,

Como material biológico se evaluará la cepa siguiente:

Cepa de micorrizas del género *Glomus hoi like*, procedentes del INCA, en formulación de EcoMic^R inoculante comercial con un contenido mínimo de 20 esporas/g⁻¹ de inoculante.

- La aplicación de micorrizas se realizará por pelletización de la semilla, recubriéndola con una pasta formada por un 10% de EcoMic por peso de semilla y agua.
- El riego a utilizar será microjet, manteniendo la humedad recomendada en cada fase de los cultivos el manual de organopónicos, huertos intensivos y organoponía semiprotegida (2007).

- Se le realizaran a los cultivos todas las atenciones culturales previstas en el manual de organopónicos, huertos intensivos y organoponía semiprotegida (2007).
- Se realizarán dos experimentos en correspondencia con el tapado y no tapado de la unidad a evaluar.
- Se realizará siembra de barreras, plantas repelentes para el cuidado de los cultivos, se activaron las trampas de colores y de melaza.
- La siembra se realizará el día 28 de Marzo del 2012.
- El primer conteo de la germinación será pasado los primeros ocho días desde la siembra (08-04-12).
- Se procederá la segunda evaluación pasado diez días después de la primera, 18-04-12.
- La otra evaluación se continuará pasado diez días después, el 28-04-12.
- Continuando la última observación el día 08-05-12.
- A los 45 días de la siembra se realizará la cosecha del ciento por ciento de las parcelas.

2.1. Medios de trabajo utilizados:

- Tridentes.
- Guatacas.
- Vagones.
- Escarificador manual.

Se realizarán dos experimentos, una replica con maya zaran que reduce las radiaciones solares en un 35 % y otra a pleno sol en la misma unidad a evaluar.

- El diseño que proponemos a emplear, 2 replicas y 6 tratamientos en cada experimento.

Experimentos se realizó sobre un sustrato a partir de suelo pardo con carbonato (típico).

2.2. Tratamientos # 1.

- Testigo
- Semillas inoculadas con Micorriza Glomus hoi like.
- Lechuga (lactuca sativa L.) .var Fomento95, criolla y black seeded simpson.
- Superficie por parcelas es de 1.2 x 3mts, para un área de 3.6 mts cuadrado por parcelas y 0.3 mts de separación entre parcelas. .
- Cada parcela tendrá 72 plantas a 0.25 mts (área vital de cada planta es de 0.06 mts).

Se realizaron 2 replicas en canteros de 20 mts de largo por 1.2 mts de ancho , 1 debajo el tapado y otra a pleno sol.

Croquis de Siembras en el experimento:

Fomento- 95 (testigo) (con techo)	Criolla (testigo)	Black. s. (testigo)	Fomento- 95 (10%)	95 (10%)	Criolla. (10%)	Black . s. (10%)
Fomento- 95 (testigo) (al sol)	Criolla (testigo)	Black s. (testigo)	Fomento- 95 (10%)	95 (10%)	Criolla. (10%)	Black s. (10%)

2.3. Evaluaciones a realizar:

Se realizaran evaluaciones de los siguientes indicadores a los cultivos existentes:

- Por ciento de germinación de las semillas.
- Número de hojas emitidas y diámetro del follaje a los 15, 25 y 35 días de germinadas las plantas.
- Producción por m².
- Presencia de plagas y enfermedades.
- Evaluar el establecimiento visual de las micorrizas en el sustrato.

2.4. Evaluaciones realizadas en cada uno de los experimentos

Tabla # 4. Semi-tapado: Evaluaciones realizadas en cada uno de los experimentos.

	% de germinación	# de planta evaluada	# de hoja	Diámetro del follaje	Presencia de plagas	Presencia enfermedades
Parcela # 1 Fomento		17	13	31		0
		26	11	32		0
		33	13	34		0
		37	11	26		0
		44	12	30		0
		55	11	27		0

			71	180	
			11,83	30	
		17	13	24	0
		26	15	24	0
		33	12	28	0
Parcela # 2	Criolla	37	12	32	0
		44	11	32	0
		55	12	33	0
			75	173	
			12,5	28,83	
		17	11	31	0
		26	11	34	0
		33	9	36	0
Parcela # 3	Black s	37	10	26	0
		44	9	32	0
		55	11	28	0
			61	187	
			10,16	31,16	
		17	14	32	0
		26	16	31	0
Parcela # 4	Fomento	33	13	30	0
		37	16	35	0

		44	15	36	0
		55	13	30	0
			87	194	0
			14,5	32,33	
		17	13	27	0
Parcela # 5	Criolla	26	12	26	0
		F	15	33	0
		37	13	26	0
		44	14	35	0
		55	14	26	0
			81	173	
			13,5	28,83	
		17	11	23	0
		26	13	27	0
		33	13	23	0
Parcela # 6	Black s	37	14	27	0
		44	14	24	0
		55	13	25	0
			78	149	
			13	24,83	

Tabla # 5. Al sol: Evaluaciones realizadas en cada uno de los experimentos.

	% de germinación	# de planta evaluada	# de hoja	Diámetro del follaje	Presencia de plagas	Presencia enfermedades
Parcela # 1	Fomento	17	12	19		0
		26	12	22		0
		33	11	25		0
		37	11	26		0
		44	9	24		0
		55	10	27		0
			65	143		
			10,833	23,83		
Parcela # 2	Criolla	17	15	19		0
		26	10	22		0
		33	10	25		0
		37	10	26		0
		44	9	24		0
		55	10	22		0
			64	138		
			10,66	23		
Parcela # 3	Black s	17	10	24		0
		26	9	19		0
		33	8	18		0

		37	8	20	0
		44	7	16	0
		55	10	27	0
			52	124	
			8,66	20,66	
		17	13	30	0
		26	11	26	0
Parcela # 4	Fomento	33	10	30	0
		37	10	31	0
		44	12	26	0
		55	13	36	0
			69	179	
			11,5	29,83	
		17	9	24	0
Parcela # 5	Criolla	26	12	26	0
		33	11	27	0
		37	11	26	0
		44	10	28	0
		55	13	26	0
			66	157	
			11	26,16	

		17	7	24	0
		26	9	18	0
		33	9	26	0
Parcela # 6	Black s	37	10	24	0
		44	8	22	0
		55	8	22	0
			51	136	
			8,5	22,66	

2.5. Semiprotegido: Evaluación final en el momento de la cosecha.

Tabla # 6. Semiprotegido: Evaluación final en el momento de la cosecha.

# de Parcela	% de Germ.	Variedad	Med. # de hojas	Med. D.del Follaje	Rend./m2(kg)	# de Plantas/palcelas
# 1	95	Fomento 95	11,83	30	4,63	68
# 2	88,6	Criolla.	12,5	28,83	4,29	64
# 3	87,2	Black s.	10,16	31,16	2,7	63
# 4	100	Fomento 95	14,5	32,33	5,68	72

# 5	100	Criolla.	13,5	28,83	5,52	72
# 6	51,6	Black s.	13	24,83	1,34	35

2.6. Al Sol: : Evaluación final en el momento de la cosecha.

Tabla # 7. Al Sol: : Evaluación final en el momento de la cosecha.

# de Parcela	% de Germ.	Variedad	Med. # de hojas	Med. D.del Follaje	Rend./m2(kg)	# de Plantas/palcelas
# 1	100	Fomento 95	10,83	23,83	3,22	72
# 2	28,6	Criolla.	10,66	23	0,8	21
# 3	54,3	Black s.	8,66	20,66	0,57	40
# 4	100	Fomento 95	11,5	29,83	3,81	72
# 5	35,7	Criolla.	11	26,16	1,37	27
# 6	8	Black s.	8,5	22,66	0,26	13

La aplicación de micorrizas se realizará por pelletización de la semilla, recubriéndola con una pasta formada por un 10% de EcoMic por peso de semilla y agua, según se plantea en Dossier del producto EcoMic®.INCA (1998).

El riego a utilizar será microjet, manteniendo la humedad recomendada en cada fase de los cultivos. Se le realizarán a los cultivos todas las atenciones culturales previstas en el Manual de organopónicos y Huertos Intensivos (2007).

2.7. Semi-tapado. Resultados analíticos del sustrato:

Tabla No.8. Semi-tapado. Resultados analíticos del sustrato:

Parcelas	PH (kcl).	% Materia	P2O5 (mg/100 g de Suelo)
1	7,63	10,25	1,99
2	7,78	13,95	1,99
3	7,75	8,76	1,99
4	7,78	8,36	1,99
5	7,54	8,94	1,99
6	7,72	8,15	1,99

2.8. Al Sol: Resultados analíticos del sustrato:

Tabla No. 9. Al Sol: Resultados analíticos del sustrato:

Parcelas	PH (kcl).	% Materia	P2O5 (mg/100 g de Suelo)
1	7,51	10,48	1,99
2	7,65	15,26	1,99
3	7,8	11,26	1,99
4	7,62	8,93	1,99

5	7,71	10,39	1,99
6	7,66	7,95	1,99

3. Resultados y Discusión.

Al realizarse las primeras evaluaciones se determinó por conteo físico que la germanización se comporto de forma inestable y diferente en cada una de las parcelas sembradas, comportándose la Lechuga (*Lactuca sativa* L) var. Fomento -95 con mayor por ciento de germanización tanto en semi-tapado como al sol, seguida de la Lechuga (*Lactuca sativa* L) var. Criolla siendo la de peor comportamiento de germinación la Lechuga (*Lactuca sativa* L) var. Black s. en las dos modalidades estudiadas como se observa en la Tabla # 1.

3.1. Sem. Protegido. Elementos evaluados

Tabla # 1. Sem. Protegido. Elementos evaluados

# de Parcela	% de Germ.	Variedad	Med. # de hojas	Med. D.del Follaje	Rend./m2(kg)	# de Plantas/palce las
# 1	95	Fomento 95	11,83	30	4,63	68
# 2	88,6	Criolla.	12,5	28,83	4,29	64
# 3	87,2	Black s.	10,16	31,16	2,7	63
# 4	100	Fomento 95	14,5	32,33	5,68	72
# 5	100	Criolla.	13,5	28,83	5,52	72
# 6	51,6	Black s.	13	24,83	1,34	35

3.2.. Al Sol. Elementos evaluados.

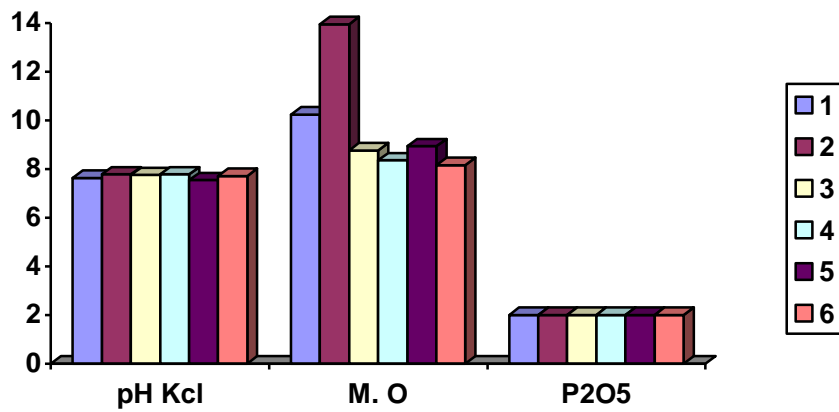
Tabla # 1-a. Al Sol. Elementos evaluados.

# de Parcela	% de Germ.	Variedad	Med. # de hojas	Med. D.del Follaje	Rend./m2(kg)	# de Plantas/parcelas
# 1	100	Fomento 95	10,83	23,83	3,22	72
# 2	28,6	Criolla.	10,66	23	0,8	21
# 3	54,3	Black s.	8,66	20,66	0,57	40
# 4	100	Fomento 95	11,5	29,83	3,81	72
# 5	35,7	Criolla.	11	26,16	1,37	27
# 6	8	Black s.	8,5	22,66	0,26	13

El contenido de Materia orgánica del sustrato se realizó en la Estación experimental de Barajagua, municipio de Cumanayagua en la provincia de Cienfuegos y el mismo nos proporcionó los datos que aparecen en la gráfica # 2 y 2-a donde el PH se muestra ligeramente alcalino, los valores de la materia orgánica se presenta inestable aunque en dos parcelas coincidentemente con la número dos del semi-tapado y al sol presentan valores aceptables, el fósforo, tanto en el semi-protegido como al sol muestran un valor asequible, los niveles de compactación son moderados ya que al introducir una barrilla de madera para realizar la medición, esta no penetra más de 10,6 cm de profundidad

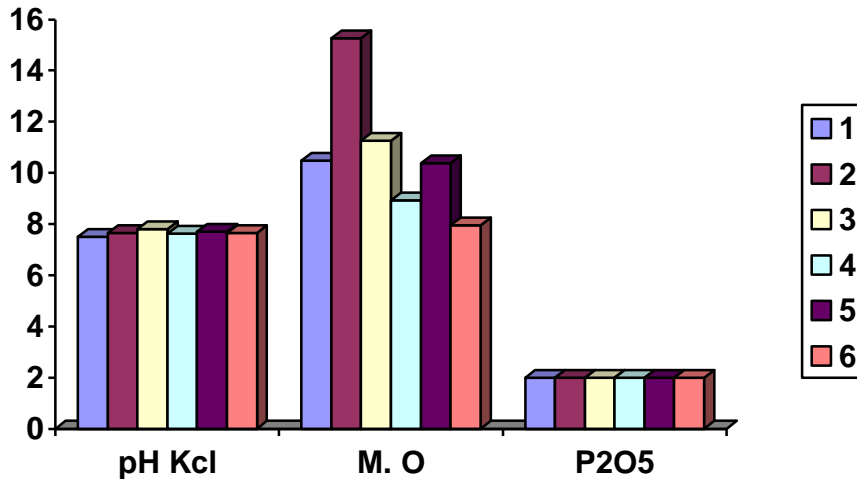
en el semi-protegido y 9,2 cm en tratamiento al sol(según el manual técnico de Organopónicos, huertos y organoponía semi-protegida).

3.3.Análisis de los contenidos de Materia orgánica en el sustrato (Semi-tapado).



Gráfica 2 Análisis de los contenidos de Materia orgánica en el sustrato (Semi-tapado)

3.4. Análisis de los contenidos de Materia orgánica en el sustrato (Sol).



Gráfica 2-a. Análisis de los contenidos de Materia orgánica en el sustrato (Sol).

En la Tabla # 3 mostramos los resultados a partir del análisis estadístico por el programa Statgraphics (versión 5,1) lo cual nos muestran que hay diferencia significativa para la interacción semi-tapado- micorriza donde aumenta el número de hojas con una significación de valores inferiores a 0,05 con un 95% de exactitud, las restantes interacciones ejercida por el semi-tapado - con la variedad y variedad - micorriza al sol no mostraron significación como puede apreciarse.

3.5. Análisis de la Varianza para # de Hojas.

Tabla # 3. Análisis de la Varianza para # de Hojas.

Análisis de la Varianza para # de Hojas.

INTERACCIONES					
AB	4,36111	2	2,18056	1,25	0,2943
AC	13,3472	1	13,3472	7,64	0,0075
BC	1,69444	2	0,847222	0,48	0,618

Al evaluar los resultados de la varianza para el diámetro, nos muestra que existe un efecto significativo en la interacción de semi-tapado con micorriza, así como la variedad - micorriza al sol, lo cual favorece el aumento del follaje, obteniéndose valores inferiores a 0,05 con un 95 % de exactitud no lográndose resultados significativos en la relación semi-tapado – variedad – micorriza, apreciándose en la Tabla # 4.

3.6. Análisis de la Varianza para Diámetro.

Tabla # 4. Análisis de la Varianza para Diámetro.

A: S. Tapado 1 semi- tapado 2 Al sol.

B:Var.

C: Micorriza.

Análisis de la Varianza para Diametro -					
INTERACCIONES					

AB	46.0278	2	23.0139	2.07	0.1346
AC	177.347	1	177.347	15.98	0.0002
BC	143.694	2	71.8472	6.47	0.0028
ABC	17.0278	2	8.51389	0.77	0.4688

En la siguiente tabla # 5 se realizó el análisis múltiple de rango para el diámetro según la variedad, utilizando el método de Duncan donde se obtienen como resultados que las variedades 1-3 y 2-3 presentan diferencia significativas lo que nos permite afirmar que las Lechuga (Lactuca sativa L) var. Fomento-95 (1) – Criolla(2), difieren significativamente de la Lechuga (Lactuca sativa L) var. Black s(3) mientras que las variedades de Lechuga (Lactuca sativa L) var. Fomento-95 y Criollas se comportan de forma similar, tanto en el semi-tapado como al sol.

3.7. Contraste Múltiple de Rangos para Diámetro según Variedad._

Tabla # 5.- Contraste Múltiple de Rangos para Diámetro según Variedad._

Tabla # 6- Análisis de la masa según tratamiento por el programa kruskal-wallis.(prueba no parametrica).

Tratamientos	Medias.	Rango de promedio de mediana.
S. Tapado	2,70	7,58
Al Sol	1,67	5,4
P-Valor	0,6185	
% de crecimiento del S. Tapado/al Sol.	38,148 % mas de crecimiento de la masa en el S. tapado.	

De igual forma las Tablas # 7 y 7-a. Nos muestran en términos económicos lo que significa la expresión de la diferencia de un 38,14 más de rendimientos en el semi-tapado en relación con el tratamiento al sol.

3.9. Análisis económico en el Semi-tapado

Tabla # 7: Análisis económico en el Semi-tapado.

		Valor del costo.(MN.).
Semi-tapado.		
Indicadores		
Costo unitario	cosechada	0,31

pesos/kgs		
Costo/peso	cosechada	0,54
Rentabilidad en %		0,65

3.9.1. Análisis económico al sol.

Tabla # 7-a: Análisis económico al sol.

Al Sol		Valor del costo.(MN.).
Indicadores		
Costo unitario pesos/kgs	Cosechada	0,43
Costo/peso	Cosechada	0,74
Rentabilidad en %		0,89

Las condiciones climáticas del municipio de Cienfuegos durante los tres últimos años no muestran diferencia significativa de un año a otro en cuanto a la temperatura y la humedad relativa pero si en las precipitaciones ocurridas en el trimestre en que se realizó el presente trabajo ya que en marzo del 2012 se produjeron 77,4 mm de lluvia, 78,3 en abril y 210 mm en mayo, aunque estas precipitaciones no influyeron negativamente en el cultivo. Tabla # 8.

3.9.2. Análisis de los datos climáticos del mismo trimestre en tres años.

Tabla # 8: Análisis de los datos climáticos del mismo trimestre en tres años.

Años	Marzo			Abril			Mayo		
	T. Med.	Prec.	H.R. Med.	T. Med.	Prec.	H.R. Med.	T. Med.	Prec.	H.R. Med.
2010	21.36	35.30	71.48	31.16	15.9	69.9	27.06	57.9	71.38
2011	22.26	16.9	68.19	22.48	6.8	67.51	25.87	177.2	70
2012	22,71	77,40	73,61	24,11	78,30	67,77	24,16	210,0	73,06
Media/mensual/año	22,11	43,20	71,09	23,73	33,66	68,39	25,69	148,36	71,48
Rango de Variación.	0,45	60,5	5,42	0,48	71,50	2,39	2,9	152,1	3,06

Otros resultados observados:

Durante el proceso de investigación no se observó la presencia de plagas ni de enfermedades en ninguno de las variantes investigadas.

Las parcelas donde se aplicó el biofertilizantes micorriza mostraron una coloración amarillenta en sus raíces y raicillas mientras en las parcelas no tratadas el color de estas mismas porciones eran de color blanquecino.

4. Conclusiones.

1. En la investigación realizada se produjeron efectos favorables de interrelación entre micorrizas *Glomus hoi like* y el semi-tapado con respecto al tratamiento a pleno sol.
2. Hay efecto positivo de la inoculación de las micorriza *Glomus hoi like* en relación con las tres variedades de lechuga (*Lactuca- sativa. L*) evaluadas tanto en el semi-tapado como al sol.
3. Las variedades de lechugas (*Lactuca- sativa. L*) evaluadas difieren entre sí tanto en el semi-tapado como a pleno sol, donde la var. De lechuga (*Lactuca- sativa. L*) Fomento -95 y Criolla se distinguen positivamente significativamente en el vigor y en los rendimientos con respecto a la var. de lechuga (*Lactuca- sativa. L*) Black s. tanto en uno como en otro tratamiento.
4. Los rendimientos en el semi-tapado presentan un aumento en un 38 % con relación con el tratamiento a pleno sol, aunque la diferencia estadísticamente, según el programa kruskal-wallis en el que basamos dicha afirmación no son significativas.

5. Recomendaciones.

1. Utilizar micorrizas del género *Glomus hoi like* en las instalaciones de Organopónicos y semi-tapados.
2. Implementar las variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*) var. Fomento 95 y Criolla para los meses de primavera-verano.
3. Evaluar nuevamente esta investigación en meses de temperaturas más altas como es el trimestre junio-agosto donde se podrán corroborar estos resultados tanto en el semi-tapado como a pleno sol.

Bibliografía

- Altieri, A. (1997). Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Consorcio Latino Americano sobre Agroecología y Desarrollo. Grupo Gestor. Asociación Cubana de Agricultura Orgánica.
- Álvarez J. L (2006) Resultados de la aplicación de Micorrizas y Azospirillum, en dos condiciones de sustrato de organopónico, en siembras tempranas, óptimas y tardías de lechuga (*Lactuca sativa L.*)
- Col, S. (1998). *Las Micorrizas Arbusculares.*
- Colectivo de autores. (2000). “Efecto de Trichoderma, Azotobacter y Micorrizas como agentes estimulantes y de control de Rhizoctonia solani en la producción de posturas de cafeto (*Coffea arábica L.*)”. Centro Agrícola, 23-28.
- Diekmann, (1994). *Efeito das actividades agricolas em populacao de fungo endomicorrízico nativo do solo da Amazonia Orental.-- Florianópolis, SC, Brazil.*
- E. Slerverding, S. R. (1995). Tecnología de micorrizas mejorando los rendimientos de posturas en suelos ácidos. *CIAT Internacional.*
- G. Hernández, V. (1995). Los biofertilizantes en la agricultura cubana. II Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. *La Habana: ACAO*, 43.
- Guerrero, O. G. (2006). Las Micorrizas: Alternativa Ecológica para una Agricultura Sostenible. http://www.fao.org/ag/agl/agll/ipns/index_es.jsp.
- Harrison, M.J. (2005). Signaling in the arbuscular mycorrhizal symbiosis», 19–42.
- Haven, P.H. (1980). Ecological and evolutionary significance of micorrhizal symbiosis in vascular plants. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 77(44):
- INCA. (1995). Biofertilizante micorrizógeno. *Ciudad de La Habana: IES*, 8 p.
- INCA. (1998). Dossier del producto EcoMic®. Resultados de las campañas de validación. *La Habana: INCA*,

- Jastrow, J. D. (2000). Mycorrhizal fungi influence soil structure. En: Arbuscular Mycorrhizas: Physiology and Function. . *Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.*, 3-18.
- M. Bertoli, M. C. (2000). Impacto de la biofertilización en el sistema suelo en diferentes secuencias de cultivos. *La Habana: INCA.*
- M. I. (2000). Las micorrizas arbusculares y las bacterias rizosféricas como complemento de la nutrición mineral de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Tesis de Maestría], INCA.
- M.A. (2006). Las Micorrizas: Alternativa Ecológica para una Agricultura Sostenible. *Fisiología Vegetal. México, A.G.T*, 674-676.
- N. C. (1993). Can fertilization of soil select less mutualistic mycorrhizas? *Ecological Applications*, 749-757.
- Rodríguez N. A. y col. (2007) Manual Técnico para Organopónicos, Huertos Intensivo y Organoponía Semi-protegida. INIFAT.