

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



REPRODUCCIÓN E INOCULACIÓN DE ENDOMICORRIZAS EN EL CULTIVO  
DE BERENJENA (*Solanum melongena* L.) BAJO INVERNADERO.

Tesis

Que presenta XOCHITL MARTÍNEZ HERNÁNDEZ

Como requisito parcial para obtener el Grado de  
MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

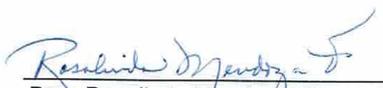
Saltillo, Coahuila.

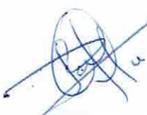
Diciembre, 2019

REPRODUCCIÓN E INOCULACIÓN DE ENDOMICORRIZAS EN EL CULTIVO  
DE BERENJENA (*SOLANUM MELONGENA* L.) BAJO INVERNADERO

Tesis

Elaborada por **XOCHITL MARTÍNEZ HERNÁNDEZ** como requisito para  
obtener el Grado de **MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA** con la  
supervisión y aprobación del Comité de Asesoría

  
Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal  
Asesor Principal

  
Dr. Valentín Robledo Torres  
Asesor

  
Dr. Armando Hernández Pérez  
Asesor

  
Dr. Marcelino Cabrera De la Fuente  
Asesor

  
Dr. Marcelino Cabrera De la Fuente  
Subdirector de Postgrado  
UAAAN

Saltillo, Coahuila

Diciembre, 2019

## AGRADECIMIENTOS

A **DIOS** por darme salud y vida, además de permitirme culminar hoy mi etapa de formación profesional.

A la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**, “*Alma Terra Máter*” por haberme brindado la oportunidad de prepararme profesionalmente.

Al **CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA** (CONACYT), por el apoyo brindado en el financiamiento de mis estudios de Maestría.

A la **DRA. ROSALINDA MENDOZA VILLARREAL**, por su valioso tiempo y también por compartir sus conocimientos para llevar a cabo este trabajo, además de su paciencia, confianza y amistad, la admiro mucho por la confianza proporcionada hacia mi persona.

Al **DR. VALENTÍN ROBLEDO TORRES**, por formar parte de revisión del trabajo a culminar. Por haber compartido sus conocimientos durante todo este proceso.

Al **DR. ARMANDO HERNÁNDEZ PÉREZ**, por su apoyo y sugerencias otorgados en la realización del proyecto,

Al **DR. MARCELINO CABRERA DE LA FUENTE**, por formar parte de revisión del trabajo a culminar.

Al **DR. ÁLVARO MORELOS MORENO**, por compartir sus conocimientos en el trabajo a culminar.

Al **ING. ROLANDO NÚÑEZ HERNÁNDEZ**, por su apoyo, amor y paciencia durante todo el proceso de trabajo a culminar, y por brindarme la dicha de ser madre y compañera de vida.

Al **Ing. Juan Manuel Ramírez Cerda**, por sus sugerencias, cooperación en el trabajo de campo y compartir sus conocimientos, además de su amistad.

A la **Dra. Flor Silvestre Hernández Hernández**, por su apoyo, asesoría y sugerencias para la realización de este trabajo.

A la **T. A. Martina de la Cruz Casillas**, por el apoyo y confianza brindados en el trabajo de laboratorio.

Al **M.C. Rafael Pérez Jácome**, por el apoyo brindado a la realización del trabajo a culminar.

A mi cuñado **Adolfo Núñez Hernández**, por todo su apoyo y amistad durante todo este proceso. Gracias cuñado.

A mis compañeros y amigos de generación: **Daniela Luna, Rubén, Arturo, Yosselin, Lupita, César**, gracias por compartir sus conocimientos y amistad durante esta etapa.

A mis compañeros y amigos de MCH: **Otoniel, Jorge Kau, Daniela Pérez, Jorge Díaz, Briseida, Magda, Lupita, Tomás, Leo, Rodrigo, Marco, Isaac** Con los cuales, agradezco su apoyo y conocimientos que de alguna manera han compartido conmigo.

A amigo (a): **Araceli, José, Verónica**, por su amistad y apoyo incondicional.

## DEDICATORIAS

***A mis Padres: HERLINDO MARTÍNEZ GAYTÁN Y MARGARITA  
HERNÁNDEZ CRUZ***

Gracias por darme la herencia más bonita de la vida, el estudio. Mamá porque siempre me has brindado tu apoyo incondicional. Reflejo hoy el resultado que tantos años dedicaste con esfuerzo y trabajo, al igual que a ti papá, gracias por darme tu confianza y consejos, sé que hubo momentos difíciles, pero ustedes siempre fortaleciéndome con sus palabras, gracias por creer en mí. Los amo.

***A ROLANDO NÚÑEZ HERNÁNDEZ e hijo ELIÁN ROLANDO NÚÑEZ  
MARTÍNEZ***

Sin ustedes esto no fuese posible, gracias por estar siempre conmigo, por todo tu amor y apoyo brindado en todo este tiempo, me alegra mucho haberte conocido, eres una persona especial; por tu cariño, amor. Gracias., y a ti hermoso hijo. Por llegar justo en el momento indicado, acompañarme día a día durante todo este tiempo.

***A mis hermanos: Herlindo, Adelaida, Gerardo, Mariano, Estela,  
Berenice, Netzahualcóyotl, María Ignacia y Ana Alhelí.***

A todos ustedes como una muestra de amor y cariño, que siempre han estado ahí apoyándome, dándome muchos consejos, y motivándome para seguir superándome cada día más.

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS .....	III
DEDICATORIAS.....	V
RESUMEN .....	XI
ABSTRACT .....	XII
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo general .....	3
Objetivo específico.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
Antecedentes y origen de la Berenjena .....	4
La distribución geográfica de la berenjena en México .....	4
Planta.....	5
Inflorescencia .....	5
Fruto.....	5
Polinización.....	5
Relación micorrizas-Hospedero .....	6
Importancia de Micorrizas .....	6
MATERIALES Y MÉTODOS .....	10
Ubicación geográfica del área experimental .....	10
Sustrato.....	10
Adecuación de invernadero.....	10
Siembra.....	10
Extracción de esporas.....	10
Inoculación .....	11
Diseño estadístico.....	11
Medición de variables .....	11
Análisis estadístico.....	13
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	14

CONCLUSIONES.....	20
REFERENCIAS.....	21

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Efecto de la interacción de fertilización química con micorrizas en variables agronómicas en el cultivo de berenjena. (Tukey $p \leq 0.05$ )	24
<b>Tabla 2.</b> Efecto de la interacción de fertilización química con micorrizas para medir parámetros nutracéuticos en el fruto de berenjena. (Tukey $p \leq 0.05$ )	25
<b>Tabla 3.</b> Efecto de la interacción de fertilización química con micorrizas en variables microbiológicas en el cultivo de berenjena. (Tukey $p \leq 0.05$ )	26

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Conteo de esporas inoculadas en plantas de berenjenas	11
<b>Figura 2.</b> Extracción de esporas aisladas del cultivo trampa (Trigo)	11
<b>Figura 3.</b> Altura de planta de berenjena	14
<b>Figura 4.</b> Flor en planta de berenjena inoculada con endomicorrizas y fertilización química	15
<b>Figura 5.</b> Peso de fruto de berenjena a diferente número de esporas	15
<b>Figura 6.</b> Colonización de esporas en raíces en plantas de berenjenas	16

## RESUMEN

REPRODUCCIÓN E INOCULACIÓN DE ENDOMICORRIZAS EN EL CULTIVO DE BERENJENA (*Solanum melongena* L.) BAJO INVERNADERO.

POR

XOCHITL MARTÍNEZ HERNÁNDEZ

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN HORTICULTURA  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DRA. ROSALINDA MENDOZA VILLARREAL –ASESOR–

SALTILLO, COAHUILA

DICIMEBRE 2019

El objetivo de este trabajo es reproducir el hongo micorrízico y evaluar el efecto de la aplicación en plantas de berenjena (*Solanum melongena* L), en altura y diámetro de tallo, número de hojas, flores, peso de fruto, sólidos solubles totales, vitamina C y acidez titulable, longitud de raíz, porcentaje de colonización y número de esporas. Se utilizaron semillas de berenjena (*Black Beauty* 1755), con sustrato turba negra Sungro® y perlita KBW Suply® en proporción 70:30 v/v. Se establecieron 20 tratamientos con 3 repeticiones, a los 40 días se trasplantaron en macetas de 10L, y se inocularon en la base del tallo (10, 15 y 25 esporas), bajo un diseño estadístico completamente al azar con arreglo factorial (5x4), en el cuál el factor 1 es la FQS 0,40, 60, 80 y 100 % y el factor 2 inoculación de micorrizas, 0, 10, 15 y 25 esporas. En la prueba de comparación de medias de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) de interacciones del factor 1 y 2 al aplicar micorrizas sobre indicadores de desarrollo vegetativo de la berenjena (altura de planta, número de flores, y diámetro de tallo) superan al testigo. En FQS 40% con 10 esporas aumentó en peso de fruto y el mayor número de esporas. Al inocular 15 esporas con FQS 80% incrementó la longitud de raíz. La colonización no se afectó con el número de esporas aplicadas, y se disminuyó la fertilización química en 60 %. Con la utilización de hongos micorrízicos se puede disminuir la dosis de fertilización química.

**Palabras clave:** sustentabilidad., microorganismos., formadores., nutrición.

## ABSTRACT

REPRODUCTION AND INOCULATION OF ENDOMICORRIZES IN THE CROP OF  
EGGPLANT (*Solanum melongena* L.) UNDER GREENHOUSE

BY

XOCHITL MARTÍNEZ HERNÁNDEZ

MASTER'S DEGREE IN HORTICULTURE SCIENCES

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DRA. ROSALINDA MENDOZA VILLARREAL –ADVISER–

SALTILLO, COAHUILA

DECEMBER 2019

The objective of this work is to reproduce the mycorrhizal fungus and evaluate the effect of the application in eggplant plants (*Solanum melongena* L), in height and stem diameter, number of leaves, flowers, fruit weight, total soluble nutrients, vitamin C and titratable acidity, root length, colonization percentage and number of spores. Eggplant seeds (Black Beauty 1755) were used, with Sungro® black peat substrate and KBW Suply® perlite in a proportion of 70:30 v / v. Twenty treatments with 3 repetitions were established, at 40 days they were transplanted in 10L pots, and inoculated at the base of the stem (10, 15 and 25 spores), under a completely random statistical design with factorial arrangement (5x4), in which the factor 1 is the FQS 0.40, 60, 80 and 100% and the factor 2 mycorrhiza inoculation, 0, 10, 15 and 25 spores. In the Tukey mean comparison test ( $p \leq 0.05$ ) of interactions of factor 1 and 2 when applying mycorrhizae on indicators of vegetative development of the eggplant (plant height, number of flowers, and stem diameter) they exceed the control. In FQS 40% with 10 spores recommended in fruit weight and the highest number of spores. Inoculating 15 spores with 80% FQS increased the root length. Colonization was not affected by the number of spores applied, and chemical fertilization decreased by 60%. With the use of mycorrhizal fungi the dose of chemical fertilization can be reduced.

**Keywords:** sustainability., microorganisms., trainers., nutrition.

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de berenjena (*Solanum melongena* L.) es una hortaliza de la familia *Solanaceae* originaria de las regiones cálidas de la India y China. Es una planta perenne de crecimiento indeterminado con tallos erguidos y vellosos de entre 50 a 100 cm de altura. Sus frutos son bayas alargadas de pulpa esponjosa. Una de las principales propiedades de la berenjena es su capacidad antioxidante. (Pérez. 2014). Las propiedades bioactivas de la berenjena hacen que sea un cultivo con un interés creciente, además de su contenido en compuestos nutraceuticos, la berenjena contiene vitamina A, B1, B2, C y E, y es muy rica en minerales como el potasio, calcio, magnesio, hierro y fósforo. (Zaro *et al.* 2015). En la última década el comercio de exportación se ha incrementado en un 40%. Según datos reportados por SAGARPA, 2018., México se encuentra como líder productor, posicionando en primer lugar al estado de Sinaloa, con un volumen de producción de 162, 557 toneladas con una participación del 94.1%. A pesar que el cultivo de berenjena posee gran diversidad de cualidades, también se desconoce cómo cocinarla, se dice que puede provocar problemas digestivos. Por ello, se han generado estudios para conocer las propiedades de este fruto y la forma de nutrición, como la fertilización química tradicional requiere de altos costos, mayor contaminación al medio ambiente y a la salud, por lo cual se buscan alternativas de microorganismos que sean más amigables al medio ambiente.

Las endomicorrizas arbusculares son una alternativa para ayudar a la planta con el abastecimiento de fósforo, (Alarcón y Ferrera-Cerrato, 1990) con la inoculación de *R. intraradices* o gallinaza y 50% de la fertilización química en calabacita y pepino., se encontró que la forma más rentable fue la combinación de micorriza y 50% de fertilización química (Alvarado *et al.* 2018). También Álvarez (2019) realizó un estudio de los hongos micorrízicos combinada con la fertilización nitrogenada en el crecimiento, la nutrición y el rendimiento del tomate (*Solanum lycopersicum*, Lin.) variedad Vyta, combinando la cepa *Glomus fasciculatum* con el 60% y el 75% del nitrógeno recomendado para este cultivo y un fondo base de fósforo y potasio. Los resultados mostraron la efectividad de la cepa *Glomus fasciculatum*

sobre el rendimiento en un suelo Fersialítico Pardo Rojizo. El efecto de las micorrizas favorece el crecimiento y desarrollo del cultivo, según Jiménez (2017) los sustratos inoculados con *F. mosseae* y *S. fulgida* o con estiércol de bovino incrementaron positivamente el crecimiento inicial de las plantas de ají "Misterioso, el crecimiento vegetativo de la planta, en comparación al testigo. También Díaz, *et al.* (2013), encontraron que al evaluar el fruto de pimiento (cv.Valeria), respecto a la inoculación de micorrizas *Rhizofagus intraradices*, mostraron un incremento de contenidos foliares de N, P, Fe y Zn, comparados al testigo. En base a lo anterior, se plantean los siguientes objetivos referentes al uso de endomicorrizas nativas, esperando solucionar parte de los limitantes del cultivo de la berenjena. El objetivo general es evaluar el efecto de inoculación de *Glomus* combinada con fertilización química en plantas de berenjena (*Solanum melongena* L), en respuesta a variables agronómicas, calidad nutracéutica en fruto.

### **Objetivo general**

- ❖ Evaluar el efecto de inoculación de *Glomus* en plantas de berenjena (*Solanum melongena* L), en respuesta a variables agronómicas, la calidad nutracéutica y algunas variables bioquímicas.

### **Objetivo específico**

- ❖ Reproducir el hongo micorrízico en cultivo trampa (*Triticum spp*).
- ❖ Medir el efecto de los caracteres agronómicos y bioquímicos al aplicar un consorcio de hongos micorrízicos en plantas de berenjena.
- ❖ Determinar la concentración de esporas que mejore las características agronómicas del cultivo de berenjena.

### **Hipótesis**

Al menos una concentración de esporas de micorrizas, tendrá efecto en las características agronómicas y bioquímicas de berenjena.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### **Antecedentes y origen de la Berenjena**

La berenjena (*Solanum melongena* L.) es de asiático en las áreas tropicales y subtropicales, pertenece a la familia *Solanaceae*. Se encontró en estado silvestre y su mayor domesticación de los tipos de fruta grande, se dispersó hacia el este, hacia China en el siglo V dc. Enseguida, fue llevada por los árabes hacia el oeste, llegando a España para el siglo XIII; se cree que fue llevada a África por los persas. En el siglo XVI se conocía en Europa, variedades con cualidad con y sin espinas en sus tallos, hojas y el cáliz de la frutas. Finalmente los españoles la introdujeron por toda América. (Armendariz et al., 2007).

### **La distribución geográfica de la berenjena en México**

En México podemos encontrar una gran diversidad de berenjenas de formas redondas u ovals, los cuales suelen ser de color negro o violeta oscuro. Su peso medio oscila 200 a 400 gramos. Las variedades más conocidas de este tipo son: Black Beauty, Bonica, Dalia, Galine, Rondona.

Las de forma intermedios y semilargas. Son frutos más alargados que en las variedades redondas, lo que le da una forma más estilizada en el mercado. Suelen ser de color negro brillantes, aunque algunas variedades dan frutos color blanco. Algunas de las variedades más populares en este grupo son: Cristal, Cava, Cintia, Diva, Ecavi, Fabiola, Monarca, Rima, etc.

Las de forma alargadas. Presentan frutos largos y delgados, de color violeta oscuro y un peso medio de entre 150 y 250 gramos. Las variedades más conocidas: Helena, Mirabelle, Viserba.

Algunos datos relevantes que menciona el SIAP y SAGARPA en el 2016, de las 700 hectáreas sembradas aumenta a 23 mil 250 has entre los años 2000 y 2015.

El estado que ocupa el primer lugar en este tipo de agricultura es Sinaloa con 4 mil 744 has; seguido de Jalisco con 3 mil 310 has; Baja California con 2 mil 627; Estado de México mil 624 has; Chihuahua con mil 496 has; Sonora con mil 174 has; Puebla con

mil 045 has; Michoacán con poco más de mil has; San Luis Potosí con 894 has; Baja California con 798 has y Guanajuato con 655 has.

### **Planta**

Es de porte arbustivo, a veces con vello y espinas. Con tallos ramificados, las ramas laterales y terminales son de crecimiento indeterminado. Sus hojas son alternas y simples, de forma ovalada, aguda en su ápice, redonda de base y peciolo largo. Tiene un sistema radicular vigoroso, con la capacidad de penetrar profundidades de 36 a 48 pulgadas en condiciones físicas del suelo.

### **Inflorescencia**

Las flores son hermafroditas, de 5 a 10 estambres (estructura masculina) y un pistilo (estructura femenina) en cada flor. Tienen un diámetro que va de 1 a 3 pulgadas, con pétalos que van de color blanco hasta violeta, y un cáliz espinoso. Se desarrollan opuestas, solitarias o en su gran mayoría en grupos de dos a cinco. Cuando las flores se presentan en grupos o racimos, la primera flor de cada grupo es normal y desarrolla una fruta. Mientras que las demás rara vez fructifican.

### **Fruto**

Son bayas alargadas de pulpa esponjosa carnosa y de superficie lisa. Su forma puede ser: redonda, ovalada, oblonga y alargada. Las variedades más comerciales son las ovaladas y oblongas las más utilizadas en los Estados Unidos y Puerto Rico. El largo puede ser de 5 a 8 pulgadas y de 3 a 4 pulgadas de diámetro. La mayoría son de color púrpura claro o púrpura negro. La pulpa de la fruta es blanca, firme y se ablanda al madurar. Las semillas maduras son pequeñas, son numerosas de color marrón o claro, lisas en forma de disco. Su fruto aporta compuestos fenólicos, lo cual trasmite una mayor capacidad antioxidante. Uscana *et al.* (2019).

### **Polinización**

En esta etapa, la flor de berenjena se conserva abierta por dos o tres días sin cerrar de noche. Normalmente se autopoliniza, se han reportado niveles de 6 a 20% de

polinización cruzada, alcanzando 46 a 70%. Se considera que la presencia de abejas ayuda a incrementar la polinización.

### **Contenido nutricional**

Su contenido en agua es realmente alto, un 90 por ciento. Además tiene pocas grasas y proteínas. Entre las vitaminas que contiene son de tipo E, A, C, B1, B2. Y algunos minerales que más destacan son el hierro, magnesio, calcio, fósforo y potasio. También es rica en Ácido fólico, fibra y carbohidratos. El fruto de la berenjena cocida y pelada es muy digestible. Se le atribuyen propiedades diuréticas, laxantes y relajantes.

### **Relación micorrizas-Hospedero**

Las micorrizas (del griego *myces*, hongo y *rizha*, raíz) representan la asociación entre algunos hongos y las raíces. Según Frank, patólogo alemán, en 1877, al estudiar las raíces de algunos árboles forestales nombró el término "micorriza". Otros autores como Trappe (1994) define las micorrizas en términos funcionales y estructurales como órganos de absorción en plantas terrestres, asociación entre planta y hongo, en donde la planta le proporciona al hongo (carbohidratos, agua), mientras que el hongo le permite mejor captación de agua y nutrimentos minerales (fósforo), así como defensa contra patógenos.

### **Importancia de Micorrizas**

Algunos estudios de inoculación de hongos micorrízicos de géneros que se han encontrado en los suelos son *Glomus intraradices* y *Scutellospora*, mejorando la producción agrícola debido a las funciones que realizan, respecto al mutualismo planta-hongo, incrementan la adquisición de nutrimentos que no están disponibles tales como nitrógeno y fósforo, también mejoran la absorción de agua en condiciones de estrés y proveen protección contra ciertos hongos patógenos y nemátodos. (Lamasa, et al. 2015). Un estudio realizado por Maldonado *et al.* (2018). En donde evaluarón cuatro cepas de micorriza *Glomus sp.*(M7), *Glomus etunicatum* (SECRA), *Entrophospora sp.* (SE3) y *Acaulospora sp.* (M8) en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L) y pasto Marandú (*Brachiaria brizantha*) establecidos en macro-túnel en los cultivos de tomate y

pasto Marandú en macrotúnel, Zamorano, Honduras. En donde encontraron que en tomate las cepas de micorrizas no mostraron efecto significativo en el desempeño de la planta con respecto a altura, número de brotes y características de las raíces; sin embargo, con las cepas SE3 y M8 se obtuvieron los mejores resultados de peso seco. Las plantas inoculadas con MVA se adelantaron tres días a la floración en relación al testigo sin inóculo. En pasto Marandú las cepas de MVA M7, M8 y SE3 mostraron un mejor desempeño en altura de planta, macollamiento y peso seco sobre el testigo sin inóculo; la cepa SECRA fue inferior y no difirió del testigo.

Por otra parte, las berenjenas son vegetales consumidos por algunas poblaciones del medio oriente en diversas comidas. Lo que llevó a Michel *et al.* (2018), a realizar un trabajo enfocado a estudios de rasgos fotoquímicos de dos variedades de berenjenas, *Solanum aethiopicum gilo* y *Solanum melogena*, generalmente producidas y comercializada en el norte de Costa de Marfil.

Por otro lado, Quiñones *et al.* 2017, evaluaron la eficiencia simbiótica de cinco consorcios nativos de micorrizas, un control positivo (*Glomus intraradices*) y un control negativo (S/HMA), sobre el crecimiento de plántulas de guayaba (*Psidium guajava* L), lo cual aumentó significativamente el crecimiento de las plántulas de guayaba con la aplicación de las micorrizas nativas en comparación con ambos controles. Mientras que Maldonado *et al.* (2018), inoculó dos cepas *Entrophospora sp.* SE3 y *Acaulospora sp.* M8 los mejores resultados de peso seco en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L) y pasto Marandú (*Brachiaria brizantha*).

También Alvarado (2014), obtiene respuesta positiva al inocular *Rhizophagus intraradices* en plantas de tomate (cv. 'El Cid') incrementando significativamente altura de planta, en comparación a las no inoculadas. Mientras que Pérez-Velasco *et al.* (2019), inoculó de 25 y 50 esporas; y bacterias de  $10^4$  y  $10^6$  UFC ml<sup>-1</sup> en plantas de pimiento morrón variedad Lambourgini mostraron efectos positivos en cuanto a la altura y diámetro de tallo, peso de fruto y rendimiento.

Otro estudio por Sánchez *et al.* (2019), evaluaron el efecto de 12 inóculos micorrízicos con las características morfológicas de plantas clonales de café (*Coffea arabica* L.) variedad caturra, en donde las plantas clonadas fueron picadas e inoculadas individualmente con 1500 esporas de micorrizas, en sustrato de tierra agrícola y arena

de río esterilizados, en proporción 2:1, resultando que todos los consorcios de micorrizas presentaron efecto positivos en variables morfológicas incrementando la altura, materia seca aérea, materia seca radicular, y área foliar; respecto al testigo. Éstos resultados coinciden con Rojas *et al.* (2007) y Alvarado (2014), al inocular las plantas con *R. intraradices* incrementaron significativamente en el longitud, diámetro y peso del fruto, comparado con el testigos en cebolla (*Allium cepa*) y papa (*Solanum tuberosum*). Es muy importante conocer el nivel morfológico de las especies endomicorrizas asociadas, ya que va depender el tipo de cultivo. Herrera (2019), caracterizó los géneros *Rhizophagus* y *Acaulospora* encontrados en el café (*C. arabica* L.) de la variedad Typica asociadas a la enfermedad de la roya, encontrando mayor colonización en raíz y mayores esporas en plantas sin signos de infección. Jiménez (2017), al inocular los sustratos con *F. mosseae* y *S. fulgida* o con estiércol de bovino favoreció la colonización micorrízicas las plantas de ají “Misterioso”. Éstos resultados coinciden con Alvarado (2014), donde encontró respuesta positiva al inocular el mismo hongo en plantas de tomate (cv. ‘El Cid’), también Díaz *et al.* (2013), coincide con los autores anteriores del mismo hongo comparadas al testigo en de fruto de pimiento (cv.Valeria).

Otro estudio realizado por Sánchez *et al.* (2019), en donde evaluaron el efecto de 12 inóculos de hongos micorrízicos con las características morfológicas de plantas clonales de café (*Coffea arabica* L.) variedad caturra en invernadero., encontraron que todos los consorcios de micorrizas presentaron efecto positivos en variables fúngicas le cafeto (longitud de micelio ectra-radical y mostrando efectividad), en comparación al testigo.

Un estudio en donde se evaluó la calidad nutracéutica con 50 esporas aumentó los parámetro de vitamina C, Sólidos Solubles Totales e índice de acidez y los carotenos respecto al testigo (control químico) solución Steiner Pérez-Velasco *et al.* (2019), en base a lo anterior, se plantean los siguientes objetivos referentes al uso de endomicorrizas nativas, esperando solucionar parte de los limitantes del cultivo de la berenjena. El objetivo general es evaluar el efecto de inoculación de *Glomus* combinada

con fertilización química en plantas de berenjena (*Solanum melongena* L), en respuesta a variables agronómicas, calidad nutracéutica y variables fitoquímicas en fruto.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### **Ubicación geográfica del área experimental**

El experimento se realizó durante el ciclo (2018-2019) bajo invernadero con cubierta de polietileno en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en el municipio de Saltillo, Coahuila.

### **Sustrato**

Se utilizó turba negra Sungro® y perlita K B W Suply® en proporción 70:30 v/v. A los 40 días (19 de agosto de 2018) se llevó a cabo el trasplante, cuando las plantas alcanzaron una altura de 15 cm en bolsas de polietileno con capacidades de 10L, en distancia de 50 cm entre plantas y 80 cm entre surcos.

### **Adecuación de invernadero**

El cultivo se desarrolló en un invernadero de mediana tecnología mediante un sistema de riego en el Departamento de Horticultura de la UAAAN, Saltillo; Coahuila.

### **Siembra**

Se utilizaron semillas de berenjena de variedad *Black Beauty* 1755. Se sembraron en charolas el 26 de Junio del 2018 de 200 cavidades con previa esterilización del sustrato turba negra Sungro® y perlita K B W Suply® en proporción 70:30 v/v.

### **Extracción de esporas**

Se reprodujeron el consorcio de esporas en cultivo trampa de trigo (*Triticum spp*) y se cuantificaron por gramo de sustrato mediante la técnica de Sosa Matías.

Enrique, 2014. “Aislamiento y reproducción de hongo micorriza arbuscular (*Glomus intraradices*) en plantas de maíz (*Zea mays*).”



Figura 1. Conteo de esporas.

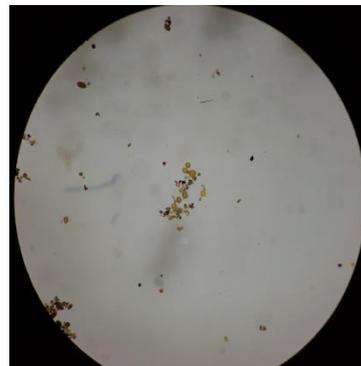


Figura 2. Extracción de esporas aisladas.

### **Inoculación**

A los 40 días, las plántulas se trasladaron en macetas de 10L, las cuáles se inocularon en la base del tallo (10, 15 y 25 esporas), los consorcios de endomicorrizas se aislaron (método Aguilar, 2015) con previa esterilización del sustrato en autoclave Felisa® durante 15 minutos a 120°C, de suelos de Guanajuato.

### **Diseño estadístico**

Se establecieron 20 tratamientos de los cuales del 1 al 4 con solución Steiner sin esporas, de 5 a 8 con solución Steiner con 10 esporas, de 9 a 12 con solución Steiner con 15 esporas, del 13 al 16 con solución Steiner con 25 esporas y del 17 al 20 testigo, sin micorriza y con 10, 15 y 25 esporas. Con 3 repeticiones, bajo un diseño estadístico completamente al azar con arreglo factorial (5x4), en el cuál el factor 1 es la fertilización química 0,40, 60, 80 y 100 % y el factor 2 inoculación de micorrizas, 0, 10, 15 y 25 esporas.

### **Medición de variables**

Después del trasplante se estuvieron midiendo a los 15, 25, 35 y 45 días, la altura de planta (medida desde la base de la misma hasta el ápice), diámetro de tallo (medido

con un vernier Digital Caliper 150 mm a 1 cm de la base de la planta), número de hojas y flores. Con ayuda de una cinta métrica.

En la cosecha, se pesaron dos frutos obtenidos en 3 repeticiones por tratamiento con una balanza electrónica marca Ohaus®, modelo cs2000, con capacidad de 2000g x 1g. Se tomaron 2 plantas por repetición, de los cuales se procedió al análisis de calidad en fruto, como son: los Sólidos Solubles se expresaron en °Brix, con un refractómetro H1 96801, a 23 ° C, para esta determinación se colocó una gota del jugo de berenjena (*Solanum melongena*), con previa calibración del equipo con agua destilada en el refractómetro, posterior a ello se leyeron los °Brix (Quezada-Moreno *et al.* 2015). La acidez titulable por el método de AOAC (2000), se determinó en 5 gr de muestra fresca (pulpa) añadiendo 50 ml de agua destilada, homogenizar, filtrar con una gasa, colocar una alícuota de 10 ml y añadir 3 gotas de fenolftaleína, titular con NaOH 0.1N hasta que aparezca un color rosa, anotar el volumen gastado.

La determinación del ácido ascórbico (vitamina C), con el método del AOAC (2000), para lo cual se pesaron 20 gr de muestra fresca y se agregó 10 ml de HCL al % y maceró cuidadosamente hasta obtener una consistencia de papilla, enseguida agregar 100ml de agua destilada para homogenizar, filtrar el contenido de mortero a través de una gasa, recibir el filtrado en un matraz Erlenmeyer de 250 ml y medir el volumen exacto. Tomar una alícuota de 10 ml de filtrado y colocarlos en un matraz Erlenmeyer de 125 ml. Llenar la bureta con el reactivo de Thielman. Titular la alícuota hasta la aparición de una coloración rosa que no desaparezca durante 30 segundos y anotar el volumen que se gastó.

Para la variable longitud de raíz, se separó la raíz de la parte aérea de la planta, de las cuales se midió tres plantas por repetición por cada tratamiento con una regla de 30cm. Para analizar las variables microbiológicas, se realizó mediante la técnica de tinción de las raíces para calcular el porcentaje de colonización micorrízica (Phillips y Hayman, 1970), escribieron con los siguientes pasos: 1) se lavaron las raíces con agua sobre un tamiz para eliminar suelo adherido, se cortaron en segmentos de 1 cm y se sumergieron en hidróxido de potasio 10%; 2) se elimina el hidróxido de potasio con abundante agua; 3) enseguida se realizó un blanqueo con peróxido de hidrógeno al 3% durante 20 minutos, posterior a ello, las raíces se lavan con agua y se acidifican con

ácido clorhídrico 1% por 15 minutos ; 4) se elimina la solución ácida y sin enjuagar se tiñe con azul tripano 0.05%; 5) las raíces se destiñen durante toda la noche con lactoglicerol 50% 6) finalmente se preparan las laminillas con éstas raíces teñidas. Después se determinó el número de esporas en 100 de suelo seco. (Aguilar, 2015). Colocando 25 raicillas teñidas en los portaobjetos, de los cuales fueron 4 repeticiones por tratamiento, observando a 10x y 40x en el microscopio óptico, identificando los segmentos que contienen hifas, vesículas y/o arbusculos, asignando el valor de 1. Para la extracción de esporas se utilizó el método de tamizado húmedo de No. 50  $\mu\text{m}$ , 325 $\mu\text{m}$  400 $\mu\text{m}$  y decantación (Gerderman y Nicolson, 1963) se pesó 100g de suelo rizosférico de plantas de berenjena y se dejó en agua durante 30 minutos, se agitó y se vertió sobre los tamices del mayor al menor tamaño de poros seguido de una centrifugación en un gradiente de sacarosa 2 M. Se colectó la fracción más fina en un tubo de Falcón para luego añadir colocarla en una centrífuga (HRMLE Labnet Z206A) a 3500 rpm durante 5 minutos. El sobrenadante se depositó sobre el tamiz 325  $\mu\text{m}$  de espesor y se lavó con abundante agua para retirar la sacarosa. Lo que queda en el tamiz se colocó en una caja de Petri para el conteo de esporas observadas en un Estereoscopio.

### **Análisis estadístico**

Los resultados obtenidos de cada variable fueron sometidos a ANOVA y prueba de comparación de medias Tukey, mediante el programa estadístico INFOSTAT, 2014.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con el análisis estadístico la interacción de los factores 1 y 2 aplicando la prueba de comparación de medias de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) en variables agronómicas como: número de hojas, altura de planta, diámetro de tallo, número de flores y peso de fruto. En la tabla I indican que para el número de hojas todos los tratamientos con fertilización (FQS100% sin micorrizas) registraron valores de 79% que el testigo. Sin embargo los tratamientos de FQS 40% sin micorriza mostraron valores 89% respecto al testigo. En cuanto a los tratamientos inoculados con micorrizas y fertilización química mostraron valores bajos en comparación al testigo.

En altura de planta, todos los tratamientos inoculados con micorrizas mostraron respuestas positivas en comparación al testigo. Siendo FQS 80% y FQS 100 % con 15 esporas con 6% de mayor altura respecto al testigo.



Figura 3. Altura de planta de berenjena.

En diámetro de tallo, se observó un comportamiento positivo en todos los tratamientos inoculados con micorriza, siendo el tratamiento FQS 100 con 15 esporas (13.42mm) con 10.36% en comparación al testigo.

La cantidad de número de flores encontradas predominó en fertilización 100, 80 y 60 de solución Steiner con 25 y 15 esporas en comparación al testigo, se observan diferencias significativas en el tratamiento FQS 80% con 25 esporas en 74% en comparación al testigo.



Figura 4. Flor de Berenjena.

Para la variable peso de fruto los tratamientos de 10, 15 y 25 esporas superaron al testigo debido que no llegaron a fructificación. Sin embargo el tratamiento FQS 40% con 10 esporas se obtuvieron el mayor peso en 48.03% en comparación al testigo.



Figura 5. Peso de fruto de berenjena a diferente número de esporas

En la tabla II las variables de calidad de fruto: los sólidos solubles totales, vitamina C y Acidez. En donde, se encontró que los Sólidos solubles, en el tratamiento FQS 80% sin micorrización superó con 54.84% al tratamiento FQS 80% con 25 esporas.

En Vitamina C, en el tratamiento FQS 40% con 15 esporas superó al tratamiento FQS 100% con 10 esporas. En cuanto a la acidez titulable no hay significancia entre la combinación de tratamientos con micorrizas y fertilización. Sin embargo, para el tratamiento FQS 80% con 15 esporas en 29.41% en comparación al testigo. En longitud de raíz, tratamiento FQS 80% con 15 esporas superó en un 48.38 % al testigo FQS0% con 10 esporas.

En el porcentaje de colonización los resultados con mayores valores significativos fueron los tratamientos FQS 40% con 25, 15 Y 10 esporas en comparación al testigo. Sin embargo los tratamientos FQS 80% y FQS 60% con inoculación de micorrizas obtuvieron valores menores al 30% de colonización en comparación al testigo. En los tratamientos testigo no se encontraron vesículas y arbuscúlos. Además, se realizó el conteo de esporas en el sustrato micorrizado, presentando el mayor número de porcentaje de esporas el tratamiento con fertilización al 40% de solución Steiner, en comparación con los otros tratamientos y el testigo.

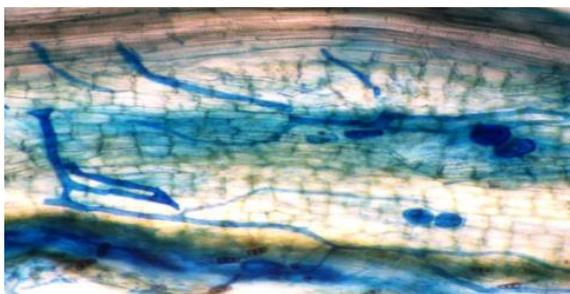


Figura 6. Colonización de esporas en raíces de plantas de berenjenas.

El número de hojas (Tabla 1), en los tratamientos de FQS 40% sin micorriza mostraron 89% de incremento. Coincide con un trabajo realizado por Robles-Martinez *et al.* (2013), al inocular un consorcio de hongos micorrízicos en *Agave angustifolia*, en los

parámetro de crecimiento, mostraron mayor altura de planta e incrementación de número de hojas (no reportan porcentaje).

En cuanto a la altura de planta, todos los tratamientos inoculados con micorrizas mostraron respuestas positivas en comparación al testigo. Siendo FQS 80% y FQS 100 % con 15 esporas con 6% de mayor altura respecto al testigo. Coincide con Ley *et al.* (2015), obtuvieron plantas con mayor altura promedio con el establecimiento de estrategias de micorrización en el cultivo de tomate influye positivamente en crecimiento de las plantas.

Para el diámetro de tallo, se observó un comportamiento positivo en todos los tratamientos inoculados con micorriza, siendo el tratamiento FQS 100 con 15 esporas (13.42mm) con 10.36% en comparación al testigo. Reyes *et al.* (2016), al respecto encontraron que al inocular micorrizas en plantas de chile serrano y poblano favoreció el incremento vegetal en la altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas. También Ley-Livas *et al.* (2015), obtuvo respuestas similares en altura, diámetro de tallo y número de hojas mostraron diferencias significativas con respecto al testigo.

El número de flores muestran valores mayores en los tratamientos con fertilización 100, 80 y 60 de solución Steiner con 25 y 15 esporas en comparación al testigo. Sin embargo, se observan diferencias significativas en el tratamiento FQS 80% con 25 esporas en 74% en comparación al testigo. Éstos resultados similares coinciden con Mujica *et al.* (2012), al que al aplicar micorrizas sobre los indicadores desarrollo vegetativo del tomate (altura, número de flores) superaron al testigo. Como alternativa de fertilización de orgánica en sistemas protegidos al aplicar abonos orgánicos favorece la producción de hojas y flores. Además ayuda al crecimiento y desarrollo de la planta (Cruz *et al.* 2017).

En la variable peso de fruto, los tratamientos con 10, 15 y 25 esporas superaron al testigo debido a que en éste las plantas no llegaron a fructificación. Sin embargo el tratamiento FQS 40% con 10 esporas se obtuvieron el mayor peso en 48.03% en comparación al testigo. Estos resultados coinciden con un estudio en tomate de invernadero, enfatizaron las ventajas que tiene la inoculación micorrízica al incrementar, el peso de fruto, el tamaño y rendimiento (Oseni *et al.* 2010). Sin embargo, Corkidi *et al.* (2004) y Rodríguez *et al.* (2004), señalaron que la efectividad de la tecnología

micorrízica en invernadero dependerá de la cepa del HMA, la planta y las condiciones de su crecimiento. En otro estudio, Díaz-Franco *et al.* (2013), encontraron que la micorrización con *Rhizophagus intraradices* promovió el crecimiento al incrementar el peso de frutos en un 30% en comparación a las plantas no inoculadas.

En la Tabla 2, las variables de calidad de fruto: los sólidos solubles totales muestran valores en el tratamiento FQS 80% sin micorrización superó con 54.84% al tratamiento FQS 80% con 25 esporas. Sin embargo Pérez-Velasco *et al.* (2019), encontraron respuestas positivas en relación a la calidad nutracéutica (Vitamina C, Sólidos Solubles Totales e índice de acidez) incrementó al aplicar 50 esporas y  $10^6$  UFC  $m^{-1}$ . En Vitamina C, en el tratamiento FQS 40% con 15 esporas superó al tratamiento FQS 100% con 10 esporas. Sin embargo Pérez-Velasco *et al.* (2019), encontraron respuestas positivas en relación a la calidad nutracéutica (Vitamina C, Sólidos Solubles Totales e índice de acidez) incrementó al aplicar 50 esporas y  $10^6$  UFC  $m^{-1}$ . En cuanto a la acidez titulable no hay significancia entre la combinación de tratamientos con micorrizas y fertilización. Sin embargo, para el tratamiento FQS 80% con 15 esporas en 29.41% en comparación al testigo.

En longitud de raíz, tratamiento FQS 80% con 15 esporas superó en un 48.38 % al testigo FQS0% con 10 esporas (Tabla 3). Estudios previos de Rey *et al.* (2005). Indican una mayor longitud de raíz en el tratamiento de C-202 + *Glomus sp.* + *E. colombiana* superó en 95.6% al testigo sin inocular y sin fertilizar.

En el porcentaje de colonización los resultados con mayores valores significativos fueron los tratamientos FQS 40% con 25, 15 Y 10 esporas en comparación al testigo. Sin embargo los tratamientos FQS 80% y FQS 60% con inoculación de micorrizas obtuvieron valores menores al 30% de colonización en comparación al testigo. En los tratamientos testigo no se encontraron vesículas y arbusculos. Además, se realizó el conteo de esporas en el sustrato micorrizado, presentando el mayor número de porcentaje de esporas el tratamiento con fertilización al 40% de solución Steiner, en comparación con los otros tratamientos y el testigo. Los valores en este estudio son más altos que los hallados por Usuga-Osorio *et al.* (2008), quienes observaron una asociación general expresada en porcentaje de  $37.76 \pm 21.86\%$  en diferentes tipos de plantas, cultivadas en diferentes sustratos. Además, se realizó el conteo de esporas en

el sustrato micorrizado, presentando el mayor número de porcentaje de esporas el tratamiento con fertilización al 40% de solución Steiner, en comparación con los otros tratamientos y el testigo. Lo anterior concuerda con la efectividad de las micorrizas y la adaptación de *Glomus* sp. A diferente condiciones de sustratos. (Barea, 1997, adaptado por Rey *et al.* 2005).

## CONCLUSIONES

La inoculación de hongos micorrízicos en plantas de berenjena, bajo un sistema de riego en condiciones de invernadero favoreció el crecimiento de las plantas. Además, incrementó la longitud de raíz al inocular 15 esporas con el 80% de fertilización química.

Al inocular 10 esporas de micorrizas con el 40% de fósforo en la Solución Steiner se incrementó el peso del fruto. La colonización de esporas se incrementó cuando se inocularon 15 y 25 esporas disminuyendo la fertilización química en 60 %.

## REFERENCIAS

- Aguilar UW, Arce AP, Galiano MF, Torres CT (2015) Spore isolation and evaluation of inoculation methods in the production of mycorrhizae in trap crops. *Tecnología en Marcha. Edición Especial Biocontrol. Costa rica.* 5-14
- Aguilar-Ulloa W, Arce-Acuña P, Galiano-Murillo F, Torres-Cruz T (2015) Aislamiento de esporas y evaluación de métodos de inoculación en la producción de micorrizas en el cultivo trampa. *Tecnología en Marcha. Edición Especial Biocontrol. Instituto Tecnológico de Costa rica.* 5-14.
- Alarcón A, Ferrera-Cerrato R (1999). Manejo de la micorriza arbuscular en sistemas de propagación frutícola. *Terra.* 17 (3): 179-191
- Alvarado CM, Díaz FM y Alejandro AF (2018) Gallinaza, micorriza arbuscular y fertilización química reducida en la productividad de calabacita y pepino. *Revista internacional de contaminación ambiental.* 34 (2): 273-279.
- Alvarado CM, Díaz FA y Peña MR (2014) Productividad de tomate mediante micorriza arbuscular en agricultura protegida. *Campo Experimental Rio bravo-INIFAP. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas.* 5 (3): 513-518.
- Álvarez KP (2019) Influencia de diferentes niveles de Nitrógeno combinado y sin combinar con *Glomus Fasciculatum* sobre el cultivo de Tomate. *Revista de Desarrollo Local.* 3 (3): 2448.
- AOAC (2000). *Official methods of Analysis.* 16 th Edition Association of official Analytical Chemists. Washington D.C. USA.
- Cruz KYP, Alayón GJA y Morón RA (2017) Efecto de la fertilización orgánica y síntesis química en tomate verde (*Physalis ixocarpa* Brot. *Hex Horn*) en Calakmul, Campeche (México). *Revista de Investigación y difusión Científica Agropecuaria.* 21 (2): 41-43.
- Díaz FA, Alvarado CM, Ortiz CF y Grageda CO (2013) Nutrición de la planta y calidad de fruto de pimiento asociado con micorriza arbuscular en invernadero. *Revista mexicana de ciencias agrícolas.* 4 (2): 315-321.
- Díaz-Franco A, Alvarado-Carrillo M, Ortiz-Chairez F y Cabrera O (2013) Nutrición de la planta y calidad de fruto de pimiento asociado con micorriza arbuscular en invernadero. *Revista Mexicana Ciencia Agrícola.* 4(2): 315-321.

- Gerdeman JW, Nicolson TH (1963). Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 46: 235-244.
- Herrera MS, Castro BR, Pérez MJ y Valdés VV (2019) Endomycorrhizal diversity in coffee plants (*Coffea arabica* L.) infected with rust (*Hemileia vastatrix*). *Nova scientia.* 11 (22): 102-123.
- Jiménez IJ, Ramírez, RM, Petir B, Colmenares C y Parra I (2017) Efecto de hongos micorrízicos Arbusculares y estiércol de bovino en el crecimiento inicial y pigmentación en *Capsicum frutescens* L. *Bioagro.* 29(2): 137-144. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado Barquisimeto, Venezuela.
- Lamasa HC, Cardona AC, Vergara CC, Araméndiz TH, Velásquez AR (2015) Efecto de coberturas y micorrizas nativas sobre el cultivo de berenjena (*Solanum melongena* L.) Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Córdoba, Montería, Colombia. *Agronomía.* 23 (1): 7-19.
- Ley-Rivas JF, Alberto SJ, Esther RN y Collazo E (2015) Efecto de cuatro especies de hongos micorrizógenos Arbusculares en la producción de frutos de tomate. *Agronomía Costarricense.* 39 (1): 47-59.
- Maldonado OK, Reyes PM (2018) Evaluación de cuatro cepas de micorriza vesículo arbuscular en los cultivo de tomate y pasto Marandú en macrotúnel Zamorano, Honduras. *Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.* 9-14.
- Michel NA, Sylvie DN, Bernard ST, Joseph DA, y Joseph DA (2018) Comparison of the Physicochemical Properties of Aubergine (*Solanaceae*) Varieties *Solanum aethiopicum gilo* and *Solanum melongena* Grown in Northern Côte d'Ivoire. *Journal of Experimental Agriculture International.* 29 (2): 1-9.
- Pérez MA, Ramírez GM, Serralde OD, Ramírez L, Peñaranda RA, Wilches OW, Ramírez L. y Renfigo EG (2019) Hongos formadores de micorrizas Arbusculares (HFMA) como estrategia para reducir la absorción de cadmio en plantas de cacao (*Theobroma cacao*). *Terra latinoamericana.* 37: 121-130.
- Pérez NK, Arancibia AV, Leiva FD, Larrea WD (2016) Boletín informativo No. 50. *Agronomía del Cultivo de la Berenjena (Solanum melongena L.), en la región de Acatemaca. Región de Coquimbo. Chile.* p59.
- Pérez-Velasco E.A, Mendoza-Villarreal R, Sandoval-Rangel A, Cabrera- de la Fuente M, Robledo-Torres V y Valdez-Aguilar LA (2019) ITEA-Inf. *Tec. Econ. Agrar.* 115 (1): pp18-30.

- Phillips JM, Hayman DS (1970). Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 55:158-161.
- Quezada-Moreno W, Gallardo-Aguilar I, Quezada-Torres W (2015) Temperatura y concentración del jugo de caña según pisos climáticos en Ecuador. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de azúcar de la Ciudad de la Habana, Cuba. 49(1):17-21.
- Quiñones AE, Rincón EG (2017) Influence of arbuscular mycorrhizal fungi in the growth of guava seedlings (*Psidium guajava* L.) in greenhouse. *Biología y Sustentabilidad.* 11 (1): 65-70.
- Reyes TA, Quiñones AEE, Rincón EG y López PL (2016) Micorrización en *Capsicum annuum* L. para promoción de crecimiento y bioprotección contra *Phytophthora Capsici* L. *Revista Mexicana Ciencia Agrícola.* 7 (4): 857-870.
- Robles-Martínez, Robles C, Rivera-Becerril F, Ortega-Larrocea MP y Pliego-Marín L (2013) Inoculación con consorcios nativos de hongos de micorriza arbuscular en *Agave angustifolia* Haw. *Revista Mexicana Ciencia Agrícola* 4 (6): 1231-1240.
- Rojas RK y Ortuño N (2007) Evaluación de micorrizas Arbusculares en interacción con abonos orgánicos como coayudantes del crecimiento en la producción hortícola del Valle Alto de Cochabamba, Bolivia. *Acta Nova.* 3(4): 697-719.
- Sánchez ST, Idrogo VG y Arévalo LL (2019) Efecto de inóculos de Hongos Micorrízicos Arbusculares en plantas clonales de café (*Coffea arabica* L.) variedad caturra en condiciones de invernadero, Rodríguez de Mendoza, Amazonas. 3 (1): *Revista de Investigación en Agroproducción Sustentable.* 3(1): 74-82.
- Zaro MJ, Ortiz LC, Keunchakarian S, Chares AR, Vicente AR, Concell A (2015) Chlorogenic acid retention in white and purple eggplant after processing and cooking. *LWT-Food Science and Technology.* 64:802–808.

## ANEXOS

Tabla 1. Efecto de la interacción de fertilización química con micorrizas en variables agronómicas en el cultivo de berenjena. (Tukey  $p \leq 0.05$ ).

Trat	FQS (%)	E	NH	AP (cm)	DT (cm)	NF	PF (g)
1	0	0	7.11ef	24.89e	7.09c	1.78g	0i
2	0	10	6.33f	24.67e	6.86c	2.33fg	0i
3	0	15	7.22def	27.33e	6.26c	2.89efg	0i
4	0	25	9.33bcde	25.89e	6.22c	6.25gh	0i
5	40	0	11.44ab	63.67d	10.83b	5.67bcdef	93c
6	40	10	9.89bcd	66.33abcd	11.38b	5cdef	137.7a
7	40	15	9.89bcd	65.33bcd	11.09b	7.22abc	60h
8	40	25	9.22bcde	64cd	10.72b	6.33abcd	62.33h
9	60	0	9.33bcde	70.33abcd	12.24ab	5.67bcde	106.67b
10	60	10	10.22abc	69.89abcd	11.22b	7abc	71.67f
11	60	15	9.11bcde	69abcd	11.16b	8ab	90.33c
12	60	25	8.22cdef	71.22abcd	11.33b	8ab	67g
13	80	0	10.44abc	73.56ab	12.41ab	5.11bcdef	90.33c
14	80	10	10.11abc	73.44abc	12.52ab	6.89abc	68.67fg
15	80	15	10.89abc	74.89a	12.32ab	6.89abc	105.67b
16	80	25	9.67bcde	72.78abcd	12.18ab	8.89a	60h
17	100	0	12.78a	71.78abcd	12.16ab	3.78	77.67e
18	100	10	10.33abc	69.78abcd	12.34ab	3.78defg	92.67c
19	100	15	10.67abc	75.44a	13.42a	6.56abcd	84.33d
20	100	25	10.56abc	73.78ab	13.41a	6.78ef	68.33fg

Dónde: Trat= tratamiento, FQS= Fertilización química Steiner, E= Esporas, NH= Número de hojas, AL = Altura de planta, DT=Diámetro de tallo, NF= Número de flor y PF=Peso de fruto.

Tabla 2. Efecto de la interacción de fertilización química con micorrizas para medir parámetros nutraceuticos en el fruto de berenjena. (Tukey  $p \leq 0.05$ ).

Trat	FQS (%)	E	AT (%)	SST (°Brix)	VitC
					(mg/100 g)
1	0	0	0.00d	0.00j	0.00j
2	0	10	0.00d	0.00j	0.00i
3	0	15	0.00d	0.00hij	0.00j
4	0	25	0.00d	0.00j	0.00i
5	40	0	0.16bc	4.27fg	3.33cd
6	40	10	0.15bc	5.10cd	2.10g
7	40	15	0.17bc	4.20g	4.50a
8	40	25	0.19ab	3.77h	2.90e
9	60	0	0.17abc	5.30bc	2.03g
10	60	10	0.17bc	4.06gh	3.08de
11	60	15	0.13c	4.60ef	3.33de
12	60	25	0.18ab	4.80de	3.50bc
13	80	0	0.17abc	6.20a	2.13fg
14	80	10	0.17bc	5.00cd	2.20fg
15	80	15	0.22a	5.17c	3.73b
16	80	25	0.15bc	2.80i	2.47f
17	100	0	0.17abc	5.07cd	2.10g
18	100	10	0.17bc	5.60b	1.47h
19	100	15	0.18ab	4.77de	2.90e
20	100	25	0.15bc	4.30fg	2.30fg

Dónde: Trat= tratamiento, FQS= Fertilización química Steiner, E= Esporas, AT= Acidez titulable, SST = Sólidos solubles totales y VitC = Vitamina C.

Tabla 3. Efecto de la interacción de fertilización química con micorrizas en variables microbiológicas en el cultivo de berenjena. (Tukey  $p \leq 0.05$ ).

Trat	FQS (%)	E	LR (cm)	PC (%)	NE
1	0	0	32.33hi	0.00h	0.00h
2	0	10	26.33j	6.50g	6.50g
3	0	15	32.0j	6.50g	14.50de
4	0	25	27.33ij	6.25gh	12.00ef
5	40	0	43.67bcd	0.00h	0.00h
6	40	10	39.67cdef	46.75b	49.00a
7	40	15	38.67defg	60.00a	47.00a
8	40	25	44.00bcd	65.00a	45.75a
9	60	0	32.33gh	0.00h	0.00h
10	60	10	40.0bcdef	27.75c	32.75b
11	60	15	43.33bcde	10.75fg	18.75d
12	60	25	41.67bcdef	13.25ef	16.00de
13	80	0	39.33cdef	0.00h	0.00h
14	80	10	39cdefg	23.0cd	23.75c
15	80	15	51.00a	19.25dc	5.00g
16	80	25	36.67efgh	14.0ef	15.25de
17	100	0	44.67bc	0.00h	0.00h
18	100	10	45.33ab	0.00h	0.00h
19	100	15	35.33fgh	17.75de	8.00fg
20	100	25	33.33gh	13.25ef	8.00ef

Dónde: Trat= tratamiento, FQS= Fertilización química Steiner, E= Esporas, LR = Longitud de raíz, PC=Porcentaje de colonización y NE=Número de esporas.