

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



EVALUACIÓN DE DIFERENTES SUSTRATOS PARA LA REPRODUCCIÓN ÓPTIMA  
DE CONSORCIOS DE MICORRIZAS

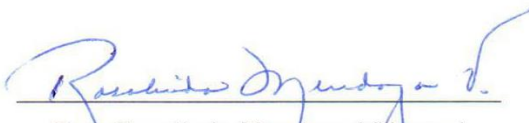
**Tesis**

Que presenta OTONIEL CRUZ PÉREZ  
como requisito parcial para obtener el Grado de  
MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

EVALUACION DE DIFERENTES SUSTRATOS PARA LA REPRODUCCION ÓPTIMA  
DE CONSORCIOS DE MICORRIZAS

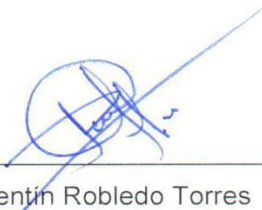
Tesis

Elaborada por **OTONIEL CRUZ PÉREZ** 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  
Coasesor



---

Dr. Armando Hernández Pérez  
Coasesor



---

Dr. Marcelino Cabrera de la Fuente  
Subdirector de Posgrado  
UAAAAN

Saltillo, Coahuila

Septiembre, 2020

## AGRADECIMIENTOS

A **DIOS** por darme la vida, por la salud, y los conocimientos suficientes para poder terminar este proyecto y escalar otro peldaño más en mi formación profesional

A la **UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO** por ser como mi segunda casa, por su comedor, transporte y por las instalaciones que permitieron que mi estancia en ella fuera placentera y sobre todo porque es parte fundamental en mi aprendizaje

Al **CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA** (CONACYT) por el apoyo brindado en la realización de este proyecto y por la beca proporcionada.

A la **DRA. ROSALINDA MENDOZA VILLARREAL** por haberme brindado su apoyo, por compartir sus conocimientos, por la paciencia en la realización de este proyecto, y sobre todo por darme la oportunidad de poder trabajar como equipo.

Al **DR. VALENTIN ROBLEDO TORRES** por haber sido parte de mi comité de asesoría

Al **DR. ARMANDO HERNÁNDEZ PÉREZ** por compartir sus conocimientos, y por sus enseñanzas y paciencia, por ser parte de mi comité de asesoría y haber revisado el proyecto.

Al **M.C. RAFAEL PAREDES JACOME** por compartir sus conocimientos y ayudarme en la realización de este proyecto, por su amistad y profesionalismo.

Al **ING. JUAN MANUEL RAMIREZ CERDA** por brindarme su ayuda en los trabajos de campo y por sus conocimientos compartidos, y sobre todo por su amistad.

A la **T.A. MARTINA DE LA CRUZ CASILLAS** por su paciencia en los trabajos realizados en el laboratorio, por su amistad.

A la **ING. ARELY HERNANDEZ ACOSTA** por su compañía, cariño, amor y apoyo durante el proceso de realización de este proyecto.

A mis compañeros de generación: **Jorge Kau, Víctor García, Isaac, Perla Abigail, María de Lourdes, José, Magda, Lizbeth**, por haberme brindado su amistad y compañía.

A mis amigos: **Jorge Luis, Manuel, Arturo, Xóchitl, Rubén, Leo, Genaro, Roberto, Refugio, Simeón**, por su amistad brindada, y por los días de fútbol.

## **DEDICATORIAS**

### **A mi madre, VICTORIA PÉREZ GOMEZ**

Que desde el cielo me ha cuidado desde siempre, por ser mi estandarte a seguir y mi inspiración para mi superación y preparación en mi vida profesional. Por su amor incondicional, y apoyar mis decisiones, por sus consejos que sin duda son los que han hecho de mí una mejor persona. **TE AMO MAMA**

### **A mi padre, CONRADO CRUZ PÉREZ**

Por ser parte fundamental en mi vida, por ser el pilar de la familia y apoyado en mis estudios, por enseñarme a enfrentar la vida con carácter y estar siempre con la frente en alto.

### **A mis hermanos: JOSE ROMELIN, ENELIDA, ARVEY, ZENOVIA, MARIA DE JESUS, MARIA EUGENIA, CONSUELO.**

Agradezco infinitamente su amor, por el cariño que me brindan cuando estamos juntos, por apoyarme en mis estudios, y por sus palabras de consejo.

### **A mis sobrinos: MARISOL, ALONDRA, YARI, ERICK, JANI, ZURI.**

Por hacerme reír siempre cuando estamos juntos, por esos abrazos incomparables, por el cariño incondicional, y extrañarme cuando estamos separados.

## Índice General

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	iii
<b>DEDICATORIAS</b> .....	v
<b>Índice de cuadros</b> .....	vii
<b>Índice de figuras</b> .....	viii
<b>Resumen</b> .....	ix
<b>Abstract</b> .....	xi
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
Objetivo general .....	2
Objetivos específicos .....	2
Hipótesis .....	2
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
Microorganismos como biofertilizantes .....	3
Micorrizas .....	3
Beneficios de las micorrizas .....	3
Tipos de micorrizas .....	4
Ectomicorrizas .....	4
Micorrizas Arbusculares .....	4
Sustratos .....	5
Características de un sustrato .....	5
Sustratos orgánicos .....	5
Cultivo trampa y reproducción de esporas .....	5
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	7
Ubicación del experimento .....	7
Obtención de consorcios .....	7
Aislamiento .....	7
Evaluación de sustratos .....	8
Cultivo de lechuga .....	8
Siembra y trasplante .....	9
<b>RESULTADOS</b> .....	10
Variables evaluadas en el cultivo trampa .....	10
Variables evaluadas en el cultivo de Lechuga .....	16
<b>CONCLUSIONES</b> .....	23
<b>REFERENCIAS</b> .....	24

## Índice de cuadros

Cuadro 1 Municipios y raíces colectadas en el estado de Coahuila.....	7
Cuadro 2. Descripción de tratamientos, en el cultivo de lechuga. ....	9

## Índice de figuras

Figura 1 Colonización de la interacción de sustratos y consorcios de micorrizas en municipios de Coahuila.....	11
Figura 2. Producción de esporas en la combinación de sustratos y consorcios de micorrizas de municipios de Coahuila .....	12
Figura 3. Longitud de planta de trigo en sustratos y consorcios de micorrizas de municipios de Coahuila.....	13
Figura 4. Longitud de raíz de trigo en sustratos y consorcios de micorrizas de municipios de Coahuila .....	14
Figura 5. Peso fresco de raíz de trigo en sustratos y consorcios nativos de micorrizas de municipios de Coahuila.....	15
Figura 6. Peso seco de raíz de trigo en sustratos y consorcios de micorrizas nativas en municipios de Coahuila.....	16
Figura 7. Peso de lechuga en interacciones entre consorcios de micorrizas nativas y dos dosis de fósforo. ....	17
Figura 8. Diámetro ecuatorial y polar de lechuga en la interacción de micorrizas nativas y dos dosis de fósforo.....	18
Figura 9. Número de hojas de lechuga en la interacción de consorcios de micorrizas nativas y dos dosis de fósforo. ....	19
Figura 10. Diámetro de tallo de lechuga en la interacción de consorcios de micorrizas nativas y dos dosis de fósforo. ....	20
Figura 11. Porcentaje de Nitrógeno en tejido de lechuga en la interacción de micorrizas nativas y dos dosis de fósforo. ....	21
Figura 12. Porcentaje de fósforo en tejido de lechuga en la interacción entre consorcios de micorrizas nativas y dos dosis de fósforo. ....	22



## Resumen

EVALUACIÓN DE DIFERENTES SUSTRATOS PARA LA REPRODUCCIÓN DE  
CONSORCIOS DE MICORRIZAS EN CULTIVO DE TRIGO Y LECHUGA

POR

OTONIEL CRUZ PÉREZ

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN HORTICULTURA  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DRA. ROSALINDA MENDOZA VILLARREAL –ASESOR–

Saltillo, Coahuila

Septiembre 2020

El objetivo de este proyecto fue evaluar diferentes sustratos (estiércol de bovino, equino, fibra de coco, combinados con 50% de suelo) para reproducir esporas de micorrizas nativas de Coahuila. Se colectaron muestras de suelo de diferentes regiones del estado y raíces de plantas, y se realizó el conteo de esporas. Se estableció trigo como cultivo trampa, se esterilizaron los sustratos se depositaron en recipientes de un litro y se inocularon 20 esporas por recipiente, bajo un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial 4 (sustratos) X 9 (consorcios), se evaluaron variables agronómicas (LR, PSR, PFR, LP), además del conteo de esporas y porcentaje de colonización. El sustrato (bovino), y los dos mejores consorcios (acuña y progreso 1) se evaluaron en el cultivo de lechuga, bajo un diseño de bloques al azar con arreglo factorial 4 (concentraciones de esporas) x 2 (concentraciones de fósforo) en 8 tratamientos, se evaluaron variables agronómicas y minerales (P y N)

Los consorcios de Acuña y Progreso favorecieron positivamente las variables agronómicas del cultivo de lechuga (peso de lechuga, diámetro ecuatorial y polar) con 20 esporas del consorcio de Acuña con 100% de P en la solución nutritiva, incrementaron el contenido de N en el tejido foliar. El fósforo se incrementó con 20 esporas del consorcio 1 con 100% de P, y también con la combinación del C1+C2+50%P.

**PALABRAS CLAVE:** micorrizas, esporas, sustrato, consorcios, trigo, lechuga

**Abstract**

EVALUATION OF DIFFERENT SUBSTRATES FOR THE REPRODUCTION OF  
MYCORRHIZAE CONSORTIA

BY

OTONIEL CRUZ PÉREZ

MASTER'S DEGREE IN HORTICULTURE SCIENCES  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DRA. ROSALINDA MENDOZA VILLARREAL –ADVISER–

Saltillo, Coahuila

September 2020

The objective of this project was to evaluate different substrates (bovine manure, equine, coconut fiber, combined with 50% soil) to reproduce spores of mycorrhizals native to Coahuila. Soil samples were collected from different regions of the state and plant roots, and the spore counting was performed. Wheat was established as a trap crop, substrates were sterilized in one-litre containers and 20 spores were inoculated per vessel, under a completely randomly experimental design according to factorial arrangement 4 (substrates) X 9 (consortiums), agronomic variables (LR, PSR, PFR, LP) were evaluated, in addition to the spore count and percentage of colonization. Substrate (bovine), and the two best consortia (mint and progress 1) were evaluated in the cultivation of lettuce, under a random block design with factorial arrangement 4 (spore concentrations) x 2 (phosphorus concentrations) in 8 treatments, agronomic and mineral variables (P and N) were evaluated.

The Consortia of Acuña and Progreso positively favored the agronomic variables of lettuce cultivation (lettuce weight, equatorial and polar diameter) with 20 spores from the Acuña consortium with 100% P in the nutrient solution, increased the N content in foliar tissue. Phosphorus was increased with 20 spores from consortium 1 with 100% P, and also with the combination of C1+C2+50%P

## INTRODUCCIÓN

El uso desmedido e inconsciente de los fertilizantes minerales ha traído consigo un importante daño al medio ambiente y a la salud de los humanos. Esta situación conlleva la búsqueda de alternativas para modificar y mejorar las condiciones del suelo como el uso de micorrizas que proporcionan una mayor área de exploración del suelo y hacen a las plantas más resistentes a condiciones de estrés, además favorecen la captación de nutrimentos para un mejor desarrollo vegetal (Sánchez, 2000)

En el suelo, existen diversos hongos que benefician la nutrición y salud de las plantas, tanto en ecosistemas naturales como en la agricultura, como los que establecen simbiosis con las plantas conocidas como micorrizas, estos hongos colonizan las raíces sin causar daño alguno a las plantas y posteriormente desarrollan una red de hifas externas que se extienden y ramifican el suelo (Barea *et al*, 2016). La principal característica morfológica de estas micorrizas son los arbusculos, estructuras típicas de la colonización que el hongo desarrolla en el interior de las células de la corteza de la raíz por ramificación de sus hifas. Las micorrizas son las estructuras resultantes de la asociación simbiótica entre el micelio de un hongo y las raíces de las plantas, (Díaz *et al*, 2016). En esta asociación, la planta le aporta al hongo carbohidratos (producto de la fotosíntesis) y un micro hábitat, mientras que el hongo ayuda a la planta a una mejor captación de agua y nutrimentos minerales con baja disponibilidad en el suelo, como el Fósforo (P) principalmente, así como defensas contra patógenos (Camargo *et al*, 2012). Estos hongos (micorrizas) requieren de un desarrollo sincronizado (planta-hongo), pues las hifas fúngicas solo colonizan raíces jóvenes, la planta en cualquier caso es quien realmente controla la intensidad de la simbiosis, por el crecimiento de su raíz (Honrubia, 2009)

Las ectomicorrizas, son un tipo de interacción en la que las hifas penetran las raíces secundarias de la planta para desarrollarse rodeando las células de la corteza radical y forman un trama intercelular llamada red de Hartig, además de una capa de micelio en la parte exterior de la raíz llamada manto; por otra parte la micorriza arbuscular (endomicorriza), es otro tipo de micorrizas en las que no se forma la red de Hartig ni el manto y se caracteriza porque las hifas penetran la raíz (Andrade, 2010)

La reproducción de micorrizas es vital para una agricultura sustentable, ya que se evita el uso de productos comerciales de micorrizas y la aplicación en cada determinado tiempo, los sustratos orgánicos nos ayudan a la reproducción de micorrizas. El sustrato

adecuado debe tener una buena capacidad de intercambio catiónico, aireación y retención de humedad (Mieles, 2019). Los sustratos deben de reducir características químicas inadecuadas que podrían afectar el desarrollo de las micorrizas y la calidad del inoculante (Moreta, 2002)

#### Objetivo general

- Evaluar diferentes sustratos para la reproducción óptima de consorcios de micorrizas nativas en cultivo trampa de trigo.
- Obtener el mejor sustrato resultante para aplicarse en el cultivo de lechuga.

#### Objetivos específicos

- Evaluar el porcentaje de colonización y número de esporas en los diferentes sustratos a estudiar
- Evaluar de caracteres agronómicos del cultivo de lechuga con el mejor sustrato resultante.
- Evaluar el contenido mineral (N, P) en tejido de lechuga.

#### Hipótesis

- Al menos un sustrato y consorcio de micorrizas evaluados incrementará el porcentaje de colonización y número de esporas, además de los caracteres agronómicos y contenido mineral

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Microorganismos como biofertilizantes

Los microorganismos juegan un papel importante en los agroecosistemas naturalmente sustentables. Algunos de ellos pueden ser utilizados como inoculantes para beneficio de las plantas, ya que desarrollan actividades que involucran una promoción del crecimiento y protección, dado que estos microorganismos simbiotes son tan importantes para la captación de nutrientes por parte de las plantas, al contribuir al ciclo del N y del P en el suelo, es interesante poder reconocer en los nódulos un nuevo nicho donde las esporas micorrícicas no las degraden otros microorganismos del suelo (Spalognetti *et al*, 2013).

### Micorrizas

Las micorrizas son asociaciones simbióticas mutualistas de diversos tipos que se establecen entre diferentes hongos del suelo y las raíces de una planta (Aguilera *et al*, 2007). Estos hongos micorrícicos arbusculares se encuentran ampliamente extendidos en la naturaleza y son un componente esencial del agroecosistema ya que se estima que el 92% de las familias de plantas presentan micorrizas de forma natural, siendo la micorrización arbuscular la forma predominante de micorrización en plantas.

Además, las micorrizas son asociaciones entre la mayoría de las plantas existentes y los hongos benéficos, que incrementan el volumen de la raíz y, por tanto, permiten una mayor exploración de la rizosfera (Noda, 2009)

### Beneficios de las micorrizas

Las micorrizas arbusculares (MA) son asociaciones ecológicamente mutualistas entre hongos y la inmensa mayoría de las plantas, pudiendo ser una herramienta muy útil para una agricultura sustentable, entre sus efectos beneficiosos están.

Las micorrizas aumentan la capacidad de absorción de fósforo y nutrientes de lenta difusión en el suelo y así reducen su dependencia a fertilizantes; también aumentan la tolerancia a periodos de sequía y al déficit hídrico; aumentan la tolerancia al aluminio y a la toxicidad de metales pesados y contaminantes orgánicos; potencialmente incrementan el crecimiento de la planta y la uniformidad en los cultivos, y funcionan como un mecanismo de restauración ecológica de los suelos (Ruiz *et al.*, 2011)

## Tipos de micorrizas

Los diferentes tipos de micorrizas que están presentes en el suelo pueden distinguirse por su morfología, y en cierta parte por su fisiología (Turk, *et al*, 2006). La clasificación se basa principalmente en el tipo de relación hongo-planta y al estado de comunicación entre células de la raíz con el micelio del hongo, se reconocen cinco grupos de micorrizas basándose en criterios morfológicos, anatómicos y sistemático tanto de las plantas como de los hongos; estos grupos son: ectomicorrizas, micorrizas de ericales, micorrizas de Orchidaceae, ectoendomicorrizas y micorrizas arbusculares o endomicorrizas. (Lira, 2017)

### Ectomicorrizas

La ectomicorriza es una forma de relación simbiótica entre las raíces de árboles o arbustos autotróficos y un hongo cuyas hifas forman un manto alrededor de éstas. En esta asociación el hongo también desarrolla una estructura laberíntica a través del apoplasto del córtex de la raíz, llamada red de Hartig, donde se lleva a cabo la transferencia de nutrientes entre las células fúngicas y vegetales (Brundrett, 2004).

### Micorrizas Arbusculares

Es la asociación hongo-raíz más extendida en la naturaleza, formada por ciertos zigomicetos, los cuales no desarrollan red de Hartig y colonizan intracelularmente la corteza de la raíz por medio de estructuras especializadas denominadas arbusculos, que actúan como órganos de intercambio de nutrimentos entre la célula vegetal y el huésped (Aguilera *et al*, 2007). Entre los efectos benéficos de las micorrizas arbusculares, están mayor absorción de elementos poco móviles tales como, P, Cu, y Zn; mayor protección contra patógenos; mayor resistencia a la sequía; y contribución a la formación de la estructura del suelo (Cuenca *et al.*, 2007). De manera general, la actividad y el beneficio de los hongos micorrícicos son mayores cuando éstos se encuentran en suelos con deficiencias de fósforo; también dependen de muchos factores edafoclimáticos, de la planta y del hongo (Sánchez, *et al.*, 2016) en esta situación las plantas con inoculación de estos microbios presentan mayores tasas de crecimiento que aquellas sin el hongo (Alarcón & Ferrera, 1999).



## Sustratos

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo *in situ*, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radical, desempeñando un papel de soporte para la planta y que este puede intervenir o no en la nutrición vegetal. (Abad *et al.*... 2004). Acevedo & Pire en 2007 menciona que los medios de crecimiento o sustratos pueden estar constituidos por materiales orgánico e inorgánicos, formados por un solo componente o mezclas de varios de ellos.

### Características de un sustrato

Un buen medio de cultivo (sustrato) deberá tener buenas condiciones como son: aireación, drenaje, retención de agua, densidad aparente y una porosidad de por lo menos 70 % con base en volumen (Cabrera, 1999)

### Sustratos orgánicos

Debido al efecto negativo de los fertilizantes minerales en el medio ambiente y sus altos precios, existe una gran necesidad de buscar alternativas como los fertilizantes orgánicos, entre los que destacan el estiércol, el compost y el micocompost. El uso de estos sustratos y la aplicación de los mismos incrementa la carga de nutrientes para los cultivos (Fortis *et al.*, 2012). Además, los sustratos orgánicos son capaces de incrementar los rendimientos con un promedio de 3.13 kg planta<sup>-1</sup> en el cultivo de tomate, confirmando así, que se pueden obtener rendimientos similares a los obtenidos con la solución nutritiva (Salas *et al.* 2017).

### Cultivo trampa y reproducción de esporas

Para la selección de un cultivo trampa sugiere criterios como ser micotrófico, de buen crecimiento, compatible a un rango amplio de hongos MA, de fácil manejo de semilla, poda y tolerante a plagas y enfermedades (Cuenca *et al.*, en 2003). Para la multiplicación de esporas del género *Glomus sp.* de Aliso (*Alnus Acuminata* H.B.K.), la especie Raygrass (*Lolium perenne sp*) variedad Beef Builder, es altamente significativa a la inoculación como cultivo trampa para el proceso de multiplicación de esporas (Molina *et al.*, 2006)

Un buen inóculo requiere de un sustrato compuesto y las raíces picadas de las plantas trampa, una vez que se haya sometido a la fase de estrés hídrico (Morales y Durango, en 2008).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación del experimento

El desarrollo del proyecto se realizó en el departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en invernadero y en el laboratorio de cultivo de tejidos.

### Obtención de consorcios

Se recolectaron nueve muestras de suelo en siete municipios del estado de Coahuila (Cuadro 1).

Cuadro 1 Municipios y raíces colectadas en el estado de Coahuila

Localidad	Raíz	Clave
Sabinas	Mezquite	sam
Zaragoza 1	Nopal	zn
Parras	Cenizo	pc
Acuña	Nopal	an
Estación Marte (General Cepeda)	Ocotillo	gco
Progreso 1	Huizache	ph
Zaragoza 2	Huizache	zh
Progreso 2	Cenizo	prc
Viesca	Nopal	vn

### Aislamiento

Las muestras se llevaron al laboratorio donde se analizaron por medio de la técnica de aislamiento (Gerdemann *et al*, 1963) seguido de un gradiente de sacarosa 2M (Furlan *et al* 1980)

De cada muestra de suelo obtenida, se pesaron 100 gramos, se disolvió en un vaso de precipitado con capacidad de 1 litro, en seguida se aforó con agua destilada, se dejó reposar por 15 minutos y se pasó por dos tamices de diferentes medidas (44 y 38 micras) este paso se repitió por tres veces y se recogió la muestra de los dos tamices en tubos Falcón a medida que se obtuvieron 30 ml de muestra, después se añadió sacarosa 2M hasta obtener 50 ml, los cuáles se centrifugaron a 3500 rpm por 5 minutos, se dejó reposar por 10 minutos, después se pasó por el tamiz de 38 micras y se recogió la

muestra en cajas Petri para luego ser observadas en un estereoscopio y así realizar el conteo de esporas de cada región.

#### Evaluación de sustratos

También se esterilizaron en una autoclave (FELISA, modelo FE-398) los sustratos que se utilizaron: fibra de coco, estiércol de bovino (establo de la UAAAN), estiércol de equino (Rancho, Saltillo) y suelo a una temperatura de 120 °C por 15 minutos. Para las macetas se usaron vasos de unicel con capacidad de un litro y semillas de trigo invernal, proporcionadas por la bodega de semillas de la UAAAN como cultivo trampa.

Se estableció un diseño completamente al azar con arreglo factorial 4 x 9, el factor uno, son 4 sustratos, y el segundo factor las 9 consorcios (regiones muestreadas), se pusieron las combinaciones con 3 repeticiones y 20 esporas en cada maceta (se realizó una regla de 3 dependiendo de la cantidad de esporas encontradas en cada región en 100 gramos de suelo). Cabe señalar que los sustratos se combinaron con suelo al 50 %, previamente esterilizado.

El cultivo se mantuvo por tres meses, con riegos diarios, usando agua de la. Al final de los tres meses, se midieron variables agronómicas de la planta como longitud de raíz, peso seco de raíz, peso fresco de raíz, altura de planta, y en el sustrato se cuantificó el número de esporas y el porcentaje de colonización en las raíces.

De las macetas se obtuvieron 100 gramos de sustrato y con las raíces se obtuvo en el laboratorio el conteo de esporas y porcentaje de colonización.

Para el conteo de esporas se realizó la técnica antes descrita y para el porcentaje de colonización por el método de tinción, se cortaron fragmentos de 1 cm de las raíces y se montaron en portaobjetos de manera horizontal (25 fragmentos por laminilla- 1 laminilla por maceta) agregando 1 gota de glicerol para ser observadas en un estereoscopio y estimar la colonización (McGonigle et al., 1990)

El análisis de varianza y comparación de medias de Tukey se obtuvo con el programa S.A.S. versión 9.1.

#### Cultivo de lechuga

Los dos mejores consorcios obtenidos y el sustrato de estiércol de bovino se evaluaron en el cultivo de lechuga.

### Siembra y trasplante

Se utilizaron semillas de Lechuga (*Lactuca sativa*) variedad oriola de la empresa semillera ENZA SADEN, las plántulas que se obtuvieron fueron trasplantadas en macetas de bolsas de plástico con capacidad de 5 litros el día 24 de agosto de 2019.

Se establecieron ocho tratamientos (Cuadro 2) bajo un diseño de bloques con arreglo factorial 2 x 4, el factor incluye dos concentraciones de P en la solución nutritiva (50 y 100 %), y el factor dos las 4 concentraciones de esporas que se inocularon.

Se utilizó un sistema de riego por goteo con un gasto de 30 ml/m por gotero, los riegos se efectuaban cada dos días, 5 minutos en la mañana y 5 minutos por la tarde, el primer mes y después se modificaron de manera diaria con el mismo intervalo de tiempo por la tarde y por la mañana. El pH de la solución nutritiva se mantuvo en 5.8 con una conductividad eléctrica de 1.8 dS

Cuadro 2. Descripción de tratamientos, en el cultivo de lechuga.

Tratamiento	Esporas	Concentración de P
1	SM	50 %
2	SM	100 %
3	20 C1	50 %
4	20 C1	100 %
5	20 C2	50 %
6	20 C2	100 %
7	10 C1, 10 C2	50 %
8	10 C1, 10 C2	100 %

Dónde: SM= Sin Micorrizas, C1= Consorcio 1 (Acuña) C2=Consorcio 2 (Progreso 1)

El 18 de octubre de 2019, se realizó la cosecha de las lechugas, y se evaluaron variables agronómicas como peso de bola, diámetro ecuatorial y polar de bola, diámetro del tallo, además de Nitrógeno (N) y Fósforo (P).

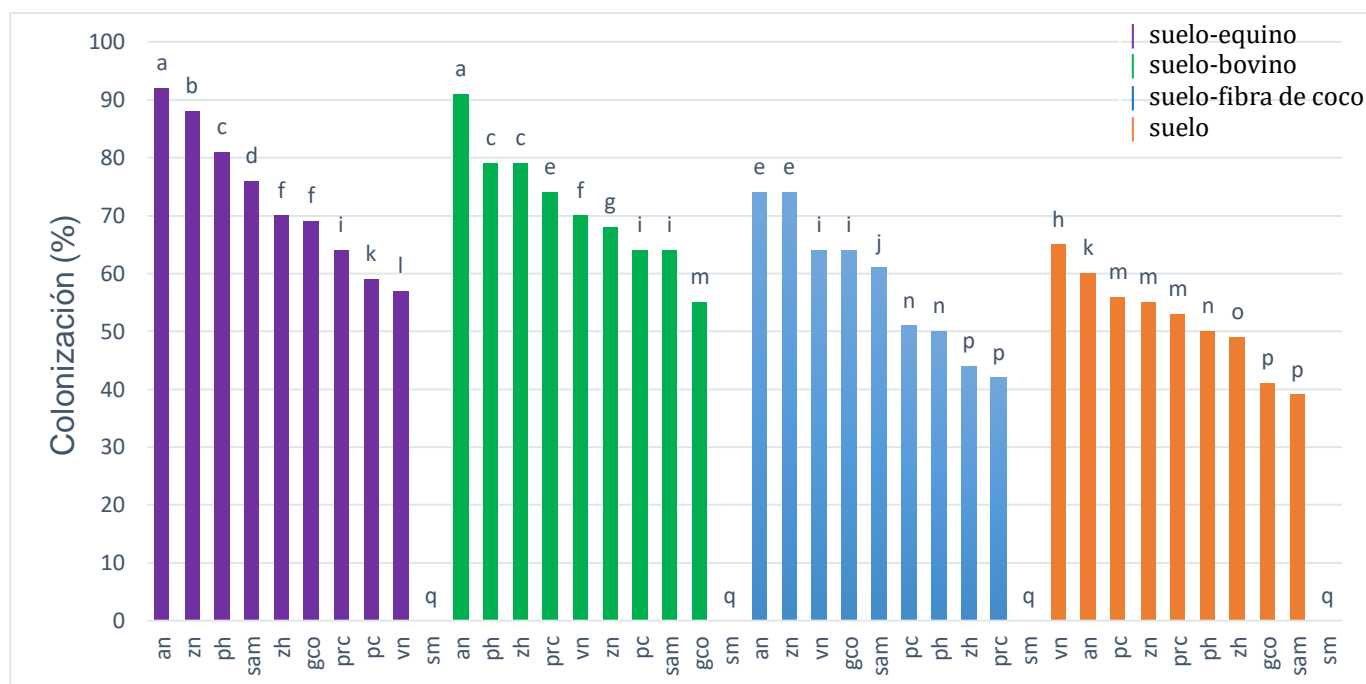
Los resultados obtenidos fueron analizados por medio de un diseño de bloques al azar con un arreglo factorial AxB y la prueba de comparación de medias de Tukey con el programa S.A.S. versión 9.1

## RESULTADOS

VARIABLES EVALUADAS EN EL CULTIVO TRAMPA

En la Figura 1, se muestra la interacción en el porcentaje de colonización observando que el sustrato suelo-equino y suelo-bovino son estadísticamente iguales y mejores que los demás tratamientos con el consorcio del municipio de Acuña al incrementarse 34.78 y 34.06 % respectivamente comparados con el suelo sin ninguna combinación solo con consorcios de micorrizas. Es fundamental y de gran importancia seleccionar cepas de hongos micorrizógenos nativos para dirigir a una condición específica y poder obtener resultados positivos (Trejo *et al.* 2011). Aunque no todas las especies de *Glomus* producen los mismos resultados como sucedió en plantas de plátano inoculadas con HMA comercial donde el porcentaje de colonización fue de 41%, mientras que las plantas control sin inoculación de HMA y las inoculadas con *G. fistulosum* y *G. fasciculatum* presentaron menos del 3% de inoculación (Gañan *et al.* 2011). Sin embargo, se conoce que los HMA del género *Glomus sp* se desarrolla adecuadamente con pH de 8 lo que permite su proliferación (Ohel *et al.* 2005).

Figura 1 Colonización de la interacción de sustratos y consorcios de micorrizas en municipios de Coahuila

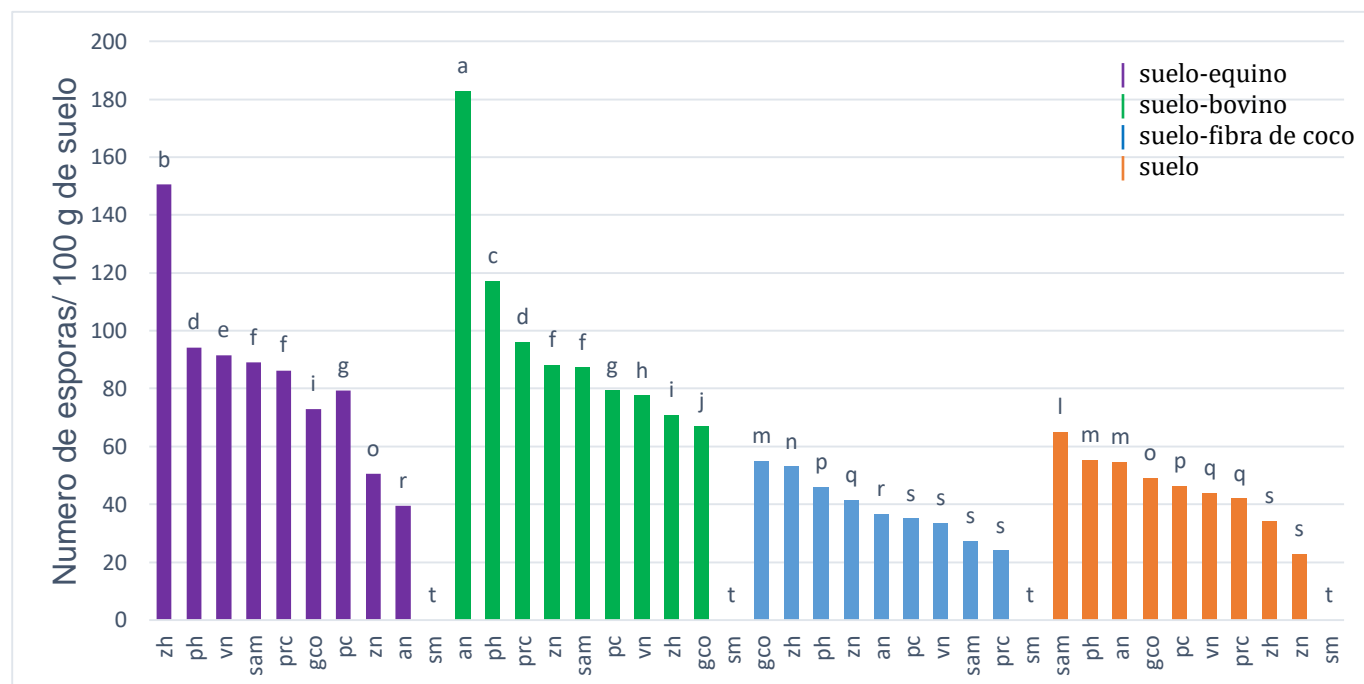


Dónde: **an**= Acuña nopal, **zn**= Zaragoza-nopal, **ph**= Progreso-huizache, **sam**= Sabinas-mezquite, **zh**= Zaragoza-huizache, **gco**= General Cepeda-ocotillo, **prc**= Progreso-cenizo, **pc**=Parras-cenizo, **vn**= Viesca-nopal, **sm**= Sin micorrizas.

En la Figura 2, se muestran los resultados de la interacción entre el número de esporas donde se observa que la mezcla de suelo-bovino del consorcio Acuña es estadísticamente diferente con un incremento de 235.32% al compararse con suelo con municipio de Acuña. Por otro lado, se ha encontrado que los sustratos como turbas y sustratos compuestos tienen efecto negativo para las micorrizas (Vega & Rodríguez, 2004). Aunque se conoce que a mayor cantidad de materia orgánica en los sustratos mayor es el número de esporas reproducidas, los sustratos B+HMA (suelo 45, cachaza 45 y paja de arroz 10) y A+HMA (suelo 62, cachaza 28 y paja de arroz 10) incrementaron el número de esporas (Morales *et al.* 2011). En plantas de plátano Hárton (*mussa* AAB Simmonds) cuando combinaron 3 géneros nativos de micorrizas (*Glomus sp*, *Acaullospora sp*, *Scutellospora sp*.) se incrementaron el número de esporas a los 120 días después de la inoculación, y la inoculación de manera individual, aunque el género *Glomus sp* produjo un mayor número de esporas (Barrera *et al.* 2012). También la relación entra la cantidad de esporas y la concentración de nutrientes demuestra que,

entre más pobre en nutrientes, principalmente en fósforo menor número de esporas y viceversa (Quiñones *et al.* 2018)

Figura 2. Producción de esporas en la combinación de sustratos y consorcios de micorrizas de municipios de Coahuila

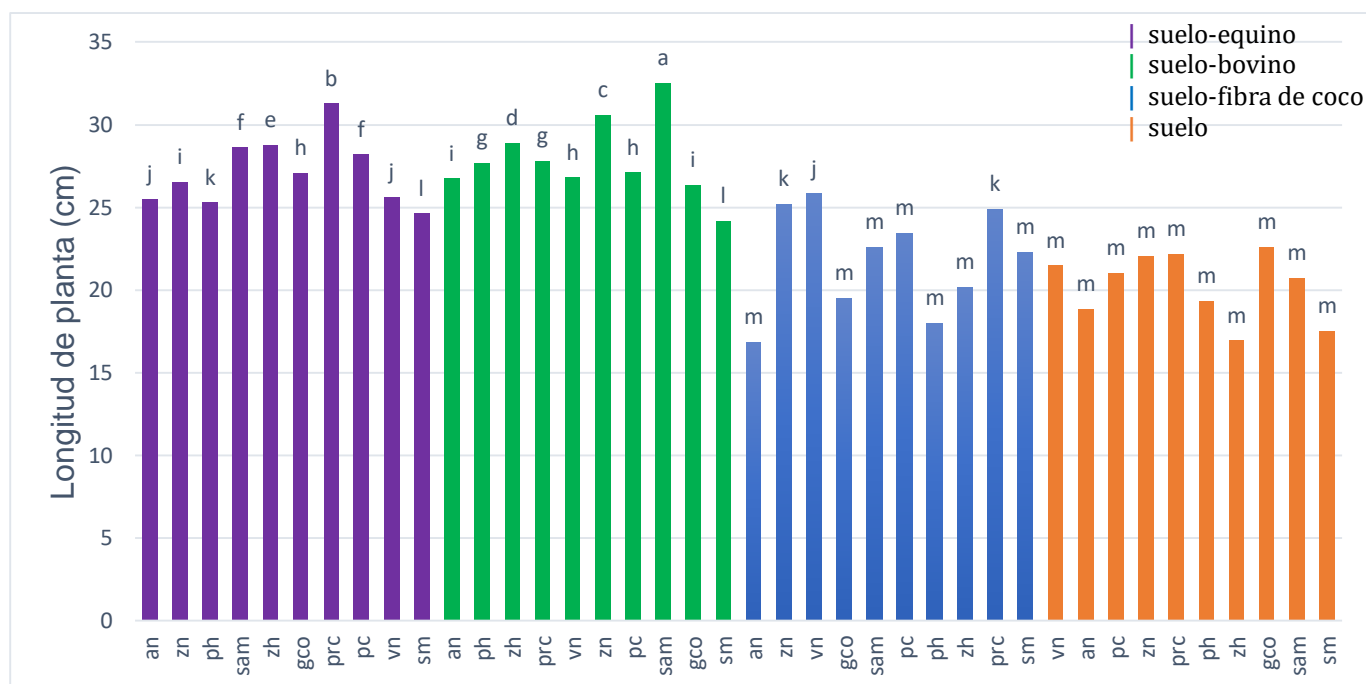


Dónde: **an**= Acuña nopal, **zn**= Zaragoza-nopal, **ph**= Progreso-huizache, **sam**= Sabinas-mezquite, **zh**= Zaragoza-huizache, **gco**= General Cepeda-ocotillo, **prc**= Progreso-cenizo, **pc**=Parras-cenizo, **vn**= Viesca-nopal, **sm**= Sin micorrizas.

Con respecto a la longitud de planta, en la Figura 3, se muestra que el sustrato suelo-bovino con el consorcio de Sabinas incremento 57 % la longitud de la planta en relación al suelo con micorrizas del mismo municipio. El uso de sustratos orgánicos con micorrizas nativas también incrementó la longitud de la planta, como sucedió con *Gaultheria sp*, especie recolectada en un bosque de Morelia colonizada por micorrizas al incrementarse la altura de las plantas de arándano 22.82 cm, en comparación con micorrizas comerciales de la marca Endospor 15.49 cm (Bautista *et al.* 2017).



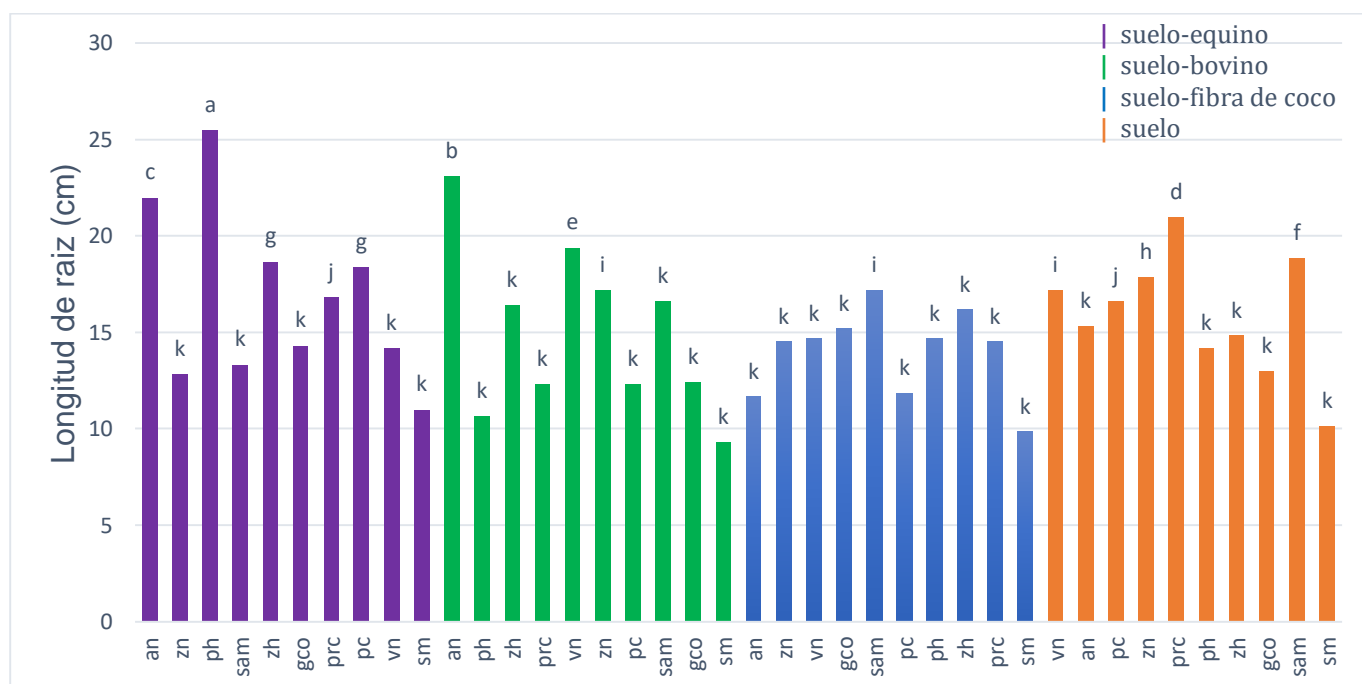
Figura 3. Longitud de planta de trigo en sustratos y consorcios de micorrizas de municipios de Coahuila



Dónde: **an**= Acuña nopal, **zn**= Zaragoza-nopal, **ph**= Progreso-huizache, **sam**= Sabinas-mezquite, **zh**= Zaragoza-huizache, **gco**= General Cepeda-ocotillo, **prc**= Progreso-cenizo, **pc**=Parras-cenizo, **vn**= Viesca-nopal, **sm**= Sin micorrizas.

La longitud de raíz de trigo de la Figura 4, muestra que la mejor interacción se obtuvo con suelo-equino del municipio de progreso en raíz de huizache con incremento de 80 % en comparación con suelo en el mismo consorcio. Sin embargo, no siempre las micorrizas aumentan la longitud de las raíces, lo que sugiere una baja relación entre la micorrización y la longitud de raíz de las plantas (Barrera *et al.* 2012). Las micorrizas colonizan biotroficamente la corteza de las raíces y desarrollan un micelio fuera de la matriz, lo que ayuda a la planta a la absorción de agua y nutrientes de una manera más eficiente, sin extender la longitud de las raíces (Elsen *et al.* 2001)

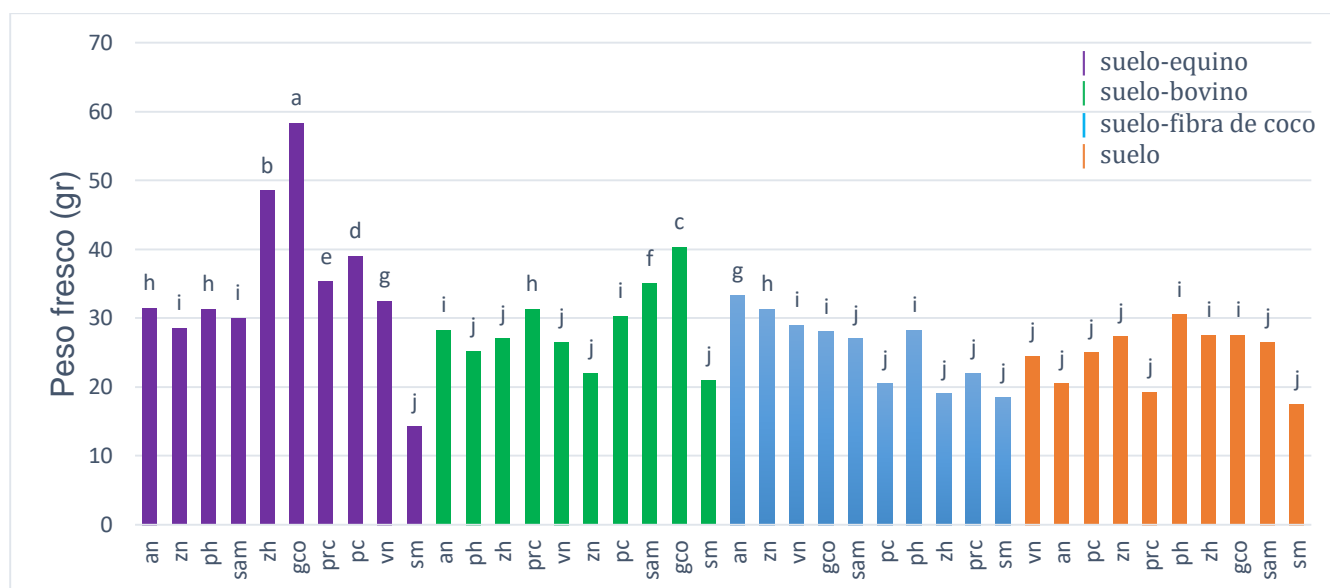
Figura 4. Longitud de raíz de trigo en sustratos y consorcios de micorrizas de municipios de Coahuila



Dónde: **an**= Acuña nopal, **zn**= Zaragoza-nopal, **ph**= Progreso-huizache, **sam**= Sabinas-mezquite, **zh**= Zaragoza-huizache, **gco**= General Cepeda-ocotillo, **prc**= Progreso-cenizo, **pc**=Parras-cenizo, **vn**= Viesca-nopal, **sm**= Sin micorrizas.

Para el peso fresco de la raíz de trigo de la Figura 5, se observa que la interacción entre suelo-equino con el consorcio de General Cepeda de raíces de Ocotillo incrementa el 107.14% comparado con el testigo de suelo con el municipio antes mencionado. En plantas de plátano inoculadas con HMA comercial, el peso fresco radical también se incrementa, en 60% en comparación con las plantas que no recibieron inoculación de HMA (Gañan *et al.* 2011)

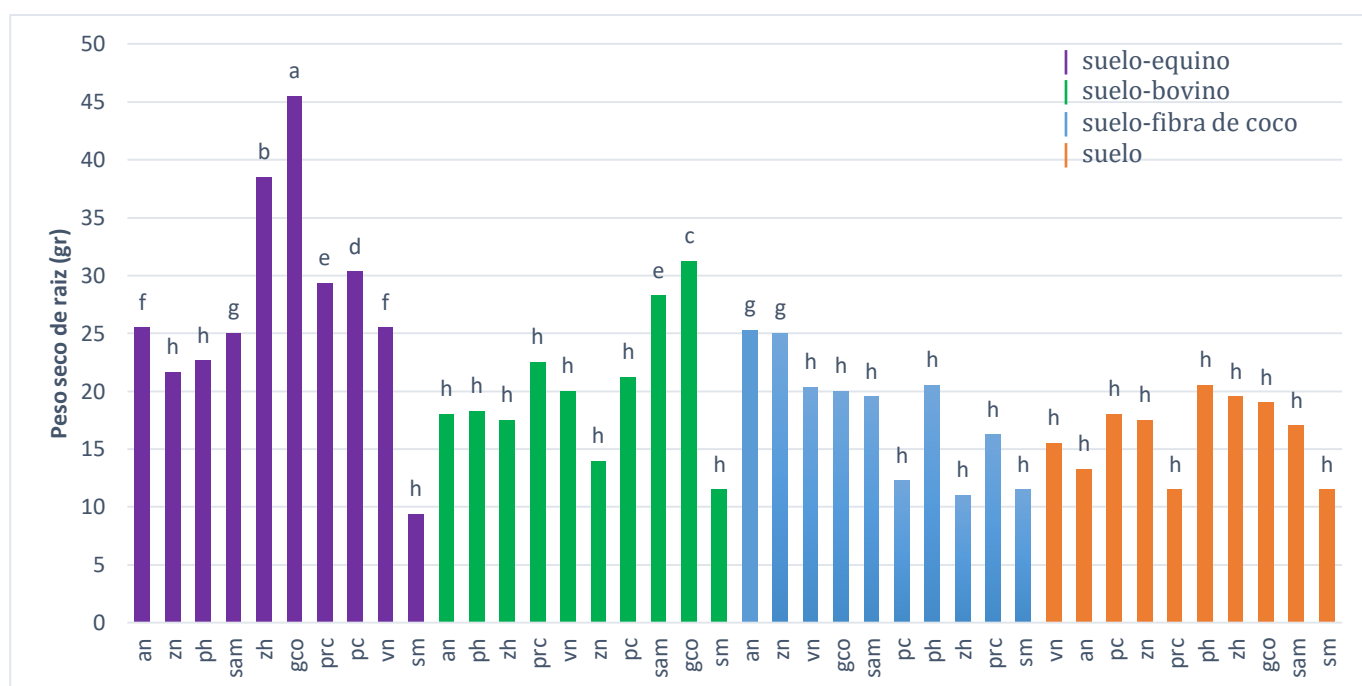
Figura 5. Peso fresco de raíz de trigo en sustratos y consorcios nativos de micorrizas de municipios de Coahuila



Dónde: **an**= Acuña nopal, **zn**= Zaragoza-nopal, **ph**= Progreso-huizache, **sam**= Sabinas-mezquite, **zh**= Zaragoza-huizache, **gco**= General Cepeda-ocotillo, **prc**= Progreso-cenizo, **pc**=Parras-cenizo, **vn**= Viesca-nopal, **sm**= Sin micorrizas.

Para el peso seco de raíz de trigo de la Figura 6, se encuentra que la interacción entre suelo-equino con el consorcio de General Cepeda incrementa el 152.63% comparado con el mismo consorcio en suelo. La masa seca radical también se incrementa con la aplicación de EcoMic en comparación con tratamientos no inoculados (Morales et al. 2011). El cultivo de trigo asociado a las micorrizas arbusculares mediante la aplicación de inoculantes líquidos (LicoMic) y sólido (EcoMic), permiten alcanzar una adecuada respuesta productiva con aceptables indicadores del funcionamiento micorricicos para mejorar la actividad biológica del suelo (Plana et al. 2008)

Figura 6. Peso seco de raíz de trigo en sustratos y consorcios de micorrizas nativas en municipios de Coahuila.

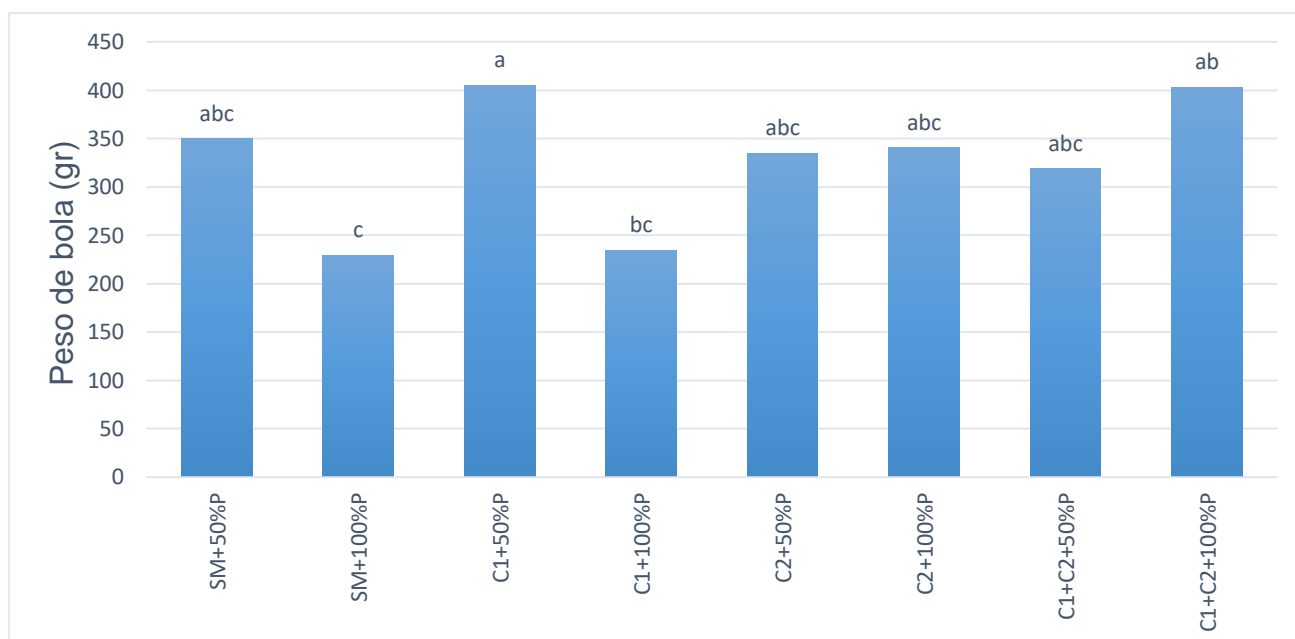


Dónde: **an**= Acuña nopal, **zn**= Zaragoza-nopal, **ph**= Progreso-huizache, **sam**= Sabinas-mezquite, **zh**= Zaragoza-huizache, **gco**= General Cepeda-ocotillo, **prc**= Progreso-cenizo, **pc**=Parras-cenizo, **vn**= Viesca-nopal, **sm**= Sin micorrizas.

#### VARIABLES EVALUADAS EN EL CULTIVO DE LECHUGA

En la variable de peso de lechuga (Figura 7), el tratamiento C1+50%P, fue estadísticamente diferente a los demás tratamientos con una media de 405 gr por lechuga, superando al testigo con la misma cantidad de fósforo en la solución nutritiva sin micorrizas, en un 15%, y al testigo con 100% de P sin micorrizas en un 76%, lo cual implica la obtención de un producto de mayor calidad y de un rendimiento elevado. Mencionan que el humus líquido más la inoculación de la micorriza (*Glomus fasciculatum*) aplicado al cultivo de lechuga incremento el peso de la lechuga en un 30% con respecto al testigo sin inocular (Velasco *et al.*, 2016). La lechuga contiene un alto porcentaje de agua, lo que permite ganar peso en el cultivo, además, las micorrizas ayudan a incrementar la toma de nutrientes y de agua por las plantas (Valdés, 1989).

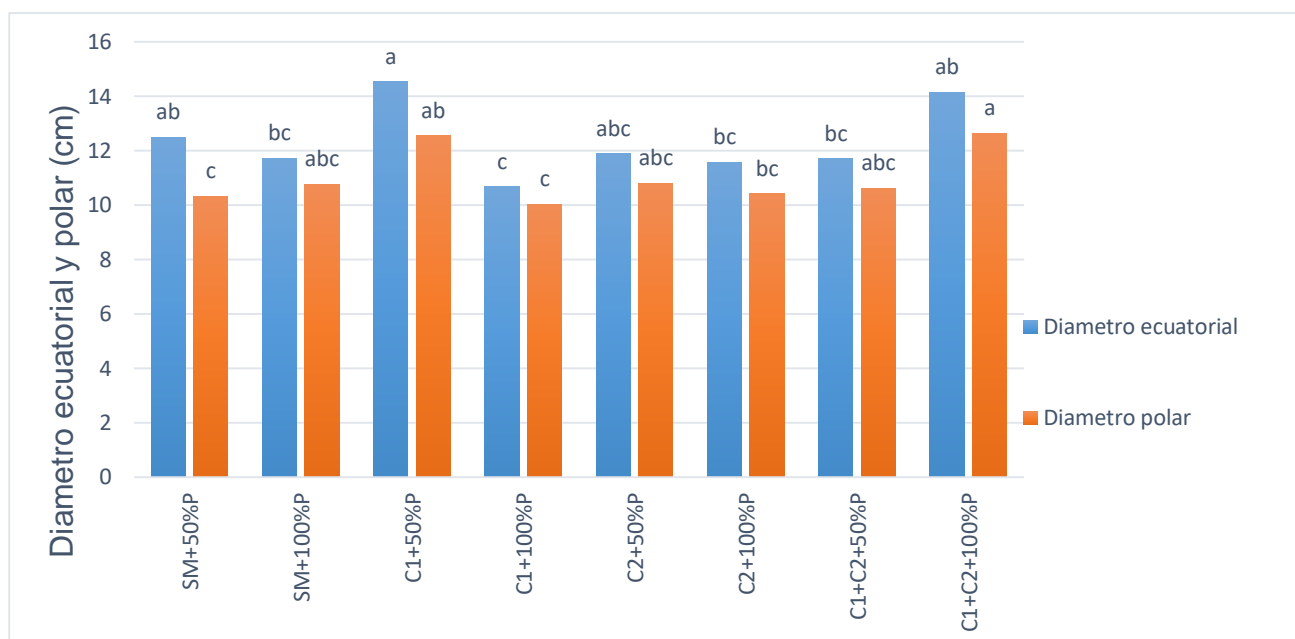
Figura 7. Peso de lechuga en interacciones entre consorcios de micorrizas nativas y dos dosis de fósforo.



Dónde: **SM**: Sin micorrizas, **C1**: Consorcio 1, **C2**: Consorcio 2, **50,100**: porcentaje de P en la solución nutritiva.

En la Figura 8, se observa la variable de diámetro ecuatorial donde el tratamiento C1+50%P superó al testigo sin inocular y con la misma cantidad de P en la solución nutritiva en un 16.32% aunque no existe diferencia significativa. El diámetro polar también se incrementó con la combinación de las esporas de los dos consorcios en el tratamiento C1+C2+100%P, ya que superó al testigo sin inoculación con la misma cantidad de P en la solución nutritiva en un 17.54%, y no existió diferencia significativa. Estos resultados no concuerdan con lo reportado en guayaba enana roja cubana donde el diámetro polar y ecuatorial no difiere con la inoculación de micorrizas y 75 % de fertilización mineral con N y P (Ramos *et al.*, 2013).

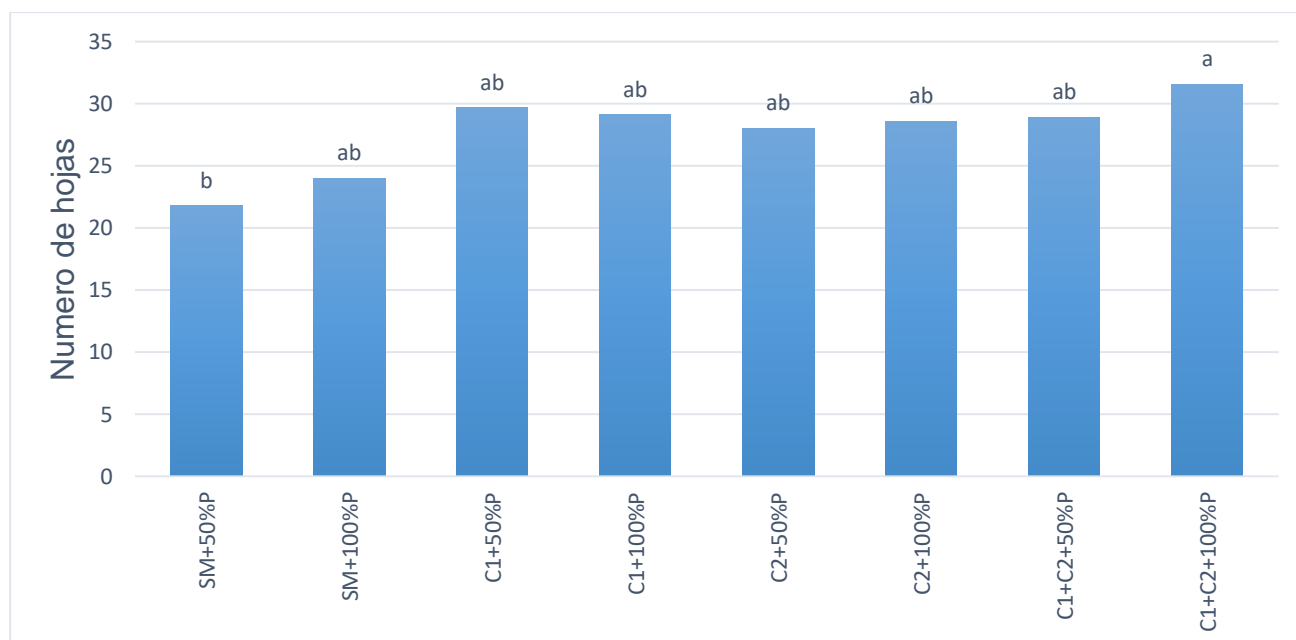
Figura 8. Diámetro ecuatorial y polar de lechuga en la interacción de micorrizas nativas y dos dosis de fósforo.



Dónde: **SM**: Sin micorrizas, **C1**: Consorcio 1, **C2**: Consorcio 2, **50,100**: porcentaje de P en la solución nutritiva.

En la Figura 9 se observa la variable de número de hojas, donde el tratamiento combinado con las esporas de los dos consorcios evaluados (C1+C2+100%P) fue el que más incrementó el número de hojas, aunque no existió diferencia significativa entre tratamientos inoculados, solo existió diferencia significativa del 44.90%. Con el testigo sin micorrizas con 50% de P. A diferencia de González *et al.* en 2005, quienes encontraron que la aplicación de micorrizas con *Azospirillum* y 5 kg m<sup>-2</sup> de materia orgánica, incrementa el número de hojas totales con respecto al testigo, sin inocular, y que a medida que aumenta el porcentaje de materia orgánica aumenta el número de hojas.

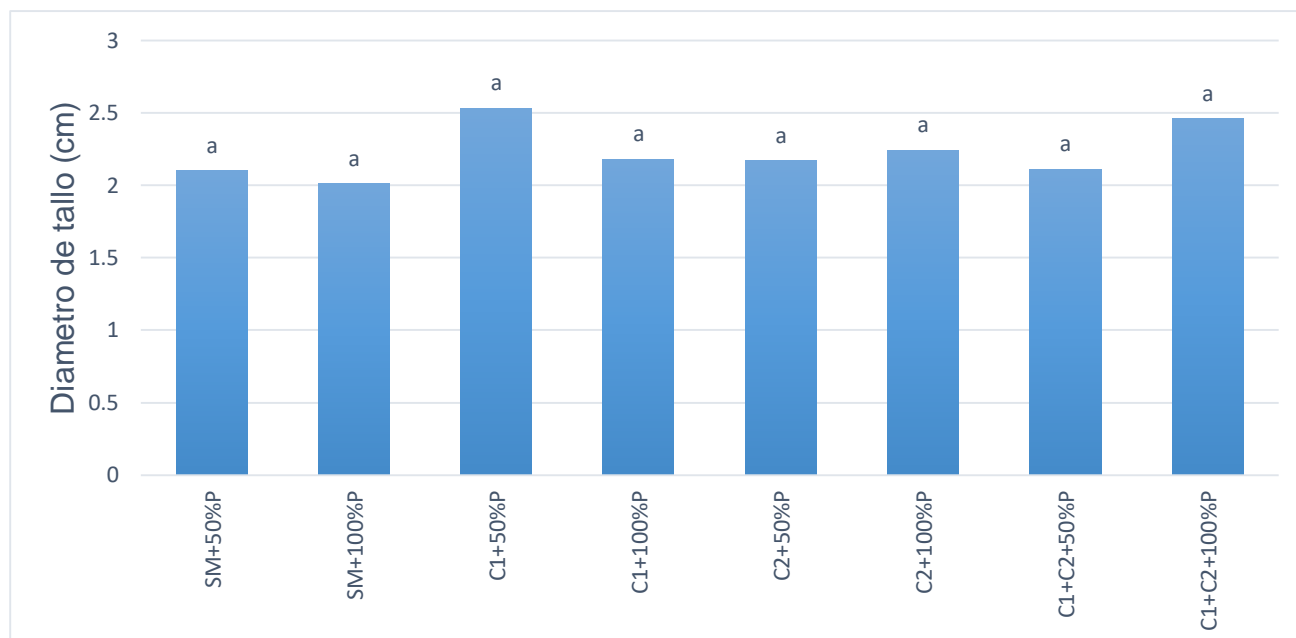
Figura 9. Número de hojas de lechuga en la interacción de consorcios de micorrizas nativas y dos dosis de fósforo.



Dónde: **SM**: Sin micorrizas, **C1**: Consorcio 1, **C2**: Consorcio 2, **50,100**: porcentaje de P en la solución nutritiva.

En la variable de diámetro de tallo se puede observar (Figura 10) que no existió diferencia significativa entre tratamientos, incluso no existió diferencia con inoculación y sin inoculación, pues la diferencia entre el tratamiento C1+50%P y el testigo sin micorrizas y con la misma cantidad de P, fue de 20%. Aunque las micorrizas generalmente promueven crecimiento de acuerdo a Ley *et al.* 2016. Por otro lado. González *et al.* 2005 no encontraron diferencias significativas entre los tratamientos con la utilización de diferentes dosis de materia orgánica (5, 10 y 15 kg m<sup>-2</sup>), *Azospirillum brasilense* y el biofertilizante comercial Ecomic, demostrando que la incorporación de materia orgánica es el factor que más incidió en esta variable en el cultivo de lechuga.

Figura 10. Diámetro de tallo de lechuga en la interacción de consorcios de micorrizas nativas y dos dosis de fósforo.

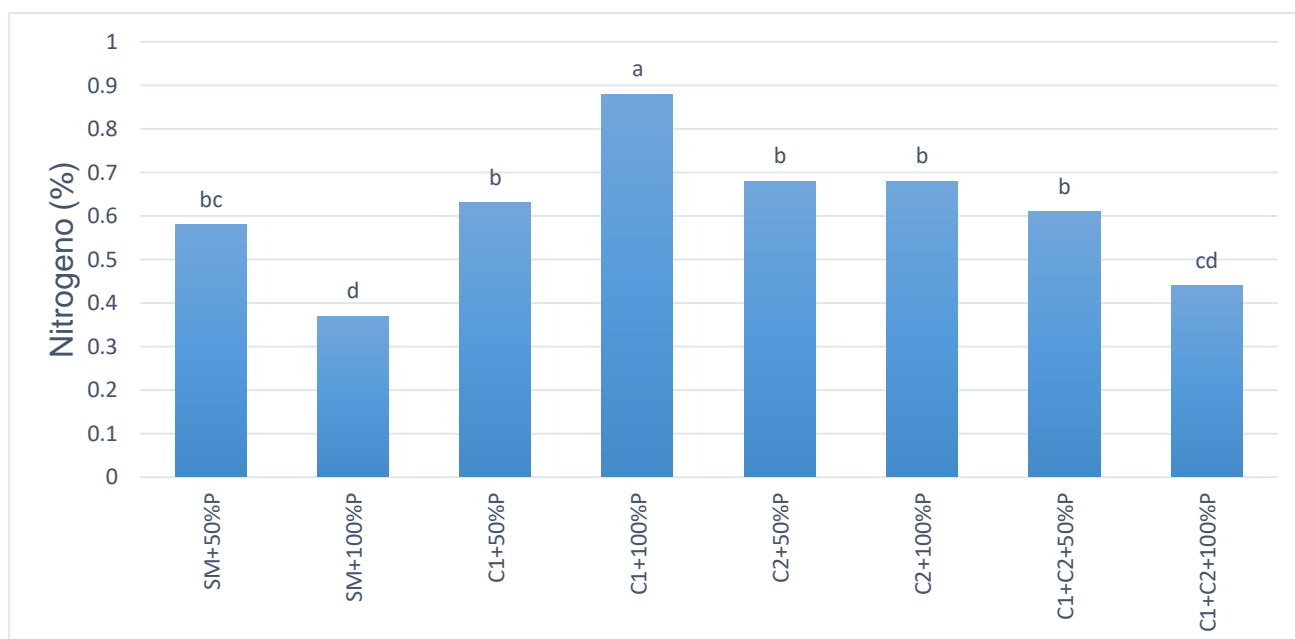


Dónde: **SM**: Sin micorrizas, **C1**: Consorcio 1, **C2**: Consorcio 2, **50,100**: porcentaje de P en la solución nutritiva.

En el porcentaje de N en tejido de lechuga, se observa (Figura 11) que el tratamiento C1+100% incrementó dicho contenido en un 138% en comparación con el testigo sin inoculación con la misma cantidad de P en la solución nutritiva, cabe señalar que esta interacción fue estadísticamente diferente a todos los demás tratamientos. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Díaz *et al.* 2013, donde afirmaron que el contenido de N en el fruto de pimiento inoculadas con micorrizas (*R. intraradices*) aumentó en 11.95 % en comparación con el testigo sin inoculación. El incremento de la cantidad de nitrógeno puede atribuirse a la actividad simbiótica de hongos formadores de micorrizas. Loredo *et al*, 2007 afirmaron en su estudio que *R. intraradices* incrementa el contenido de N en la parte foliar de las plantas de maíz, comparadas con plantas no inoculadas



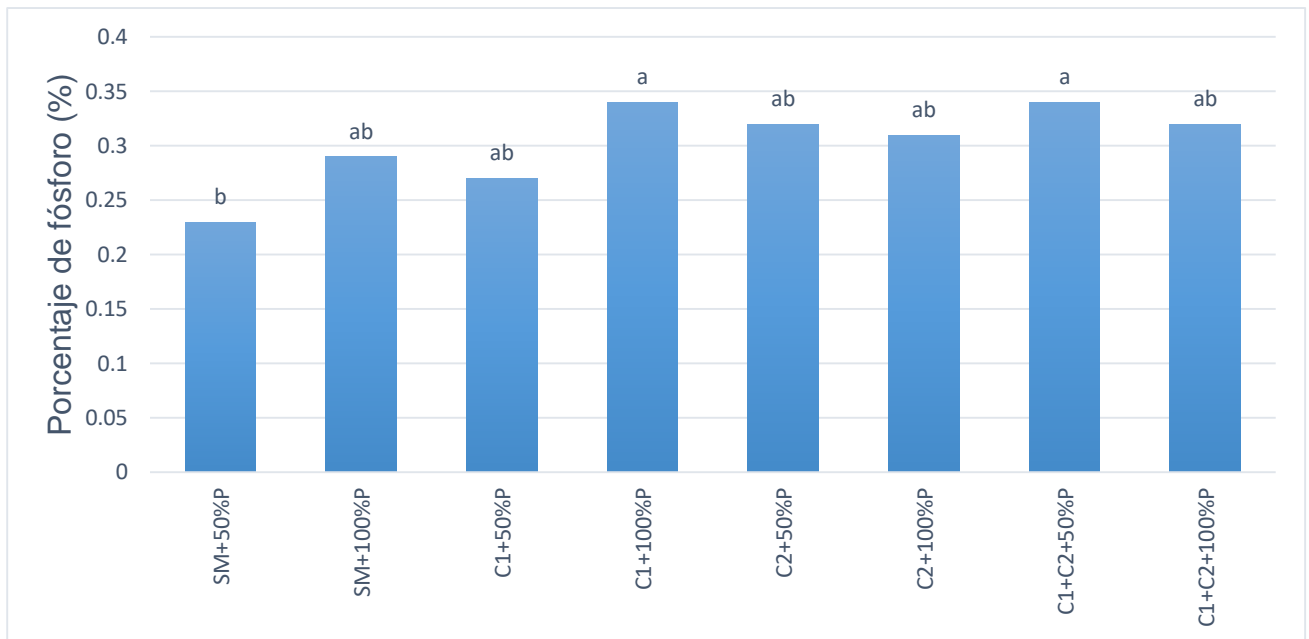
Figura 11. Porcentaje de Nitrógeno en tejido de lechuga en la interacción de micorrizas nativas y dos dosis de fósforo.



Dónde: **SM**: Sin micorrizas, **C1**: Consorcio 1, **C2**: Consorcio 2, **50,100**: porcentaje de P en la solución nutritiva.

En la Figura 12, se puede observar el porcentaje de fósforo contenido en el tejido de lechugas inoculadas con consorcios nativos de micorrizas, donde el tratamiento C1+100%P y C1+C2+50%P fueron las interacciones que más incrementaron el contenido de fósforo, en un 48 % en comparación con el testigo con 50% de P en la solución nutritiva, pero sin inocular. Díaz *et al* 2013, afirman que el contenido de P foliar en pimiento se incrementó significativamente en plantas inoculadas con *R. intraradices*, en comparación con plantas no inoculadas. Carpio *et al.* 2005 utilizaron micorrizas comerciales en plantas de gloria de la mañana (*Ipomea carnea* sp. *fistulosa*), las cuales, manifestaron mayor crecimiento, contenido de N, P, K, clorofila y área foliar.

Figura 12. Porcentaje de fósforo en tejido de lechuga en la interacción entre consorcios de micorrizas nativas y dos dosis de fósforo.



Dónde: **SM**: Sin micorrizas, **C1**: Consorcio 1, **C2**: Consorcio 2, **50,100**: porcentaje de P en la solución nutritiva.

## CONCLUSIONES

Los sustratos compuestos por estiércol de bovino y equino en combinación con 50% de suelo, son ideales para la reproducción de hongos micorrícicos en cultivo trampa de trigo ya que incrementaron el porcentaje de colonización y el número de esporas con el consorcio de Acuña, Coahuila. La longitud de planta se favoreció con la mezcla suelo-bovino con el consorcio de sabinas obtenida de raíces de mezquite, la longitud de raíz con suelo-equino con el consorcio de Huizache de la región de Progreso, los pesos fresco y seco de raíz con la mezcla de suelo-equino con el consorcio de raíces de ocotillo de General Cepeda, Coahuila.

Los consorcios de Acuña y Progreso favorecieron positivamente las variables agronómicas del cultivo de lechuga (Peso de Lechuga, diámetro ecuatorial y polar) con 20 esporas del consorcio Acuña con 100% de P en la solución nutritiva, incrementaron el contenido de N en el tejido foliar.

El fósforo se incrementó con 20 esporas del consorcio de Acuña, Coahuila con 100% de P, y también con la combinación de los consorcios mezclados de Acuña y Progreso Coahuila con el 50% de P.

## REFERENCIAS

- Abad B.M., Noguera M.P., Carrión B.C. (2004). *Los sustratos en los cultivos sin suelo*. Cultivos sin suelo. Madrid: Mundi Prensa pp 113-158.
- Acevedo I.C., Pire R. (2007). *Characterization of Horticultural Substrates Amended With Vermicompost*. Rev. Unell.Cienc. Tec. 25 (1): 1-9.
- Aguilera L.I., Olalde V., Arriaga M.R., Contreras R. (2007). *Micorrizas Arbusculares*. Ciencia Ergo Sum 14 (3): 300-306.
- Alarcón A., Ferrera C.A. (1999). *Manejo de la Micorriza Arbuscular en Sistemas de Propagación de Plantas Frutícolas*. Terra Latinoamericana 17 (3): 179- 191.
- Andrade-Torres A. (2010). *MICORRIZAS: Antigua Interacción entre Plantas y Hongos*. Revista Ciencia 61 (4): 84-90.
- Barea J.M., Pozo M.J., Aguilar C.A. (2016). *Significado y Aplicación de las Micorrizas en la Agricultura*. Departamento de Microbiología del Suelo.: Estacion Experimental del Sardin CSIC.
- Barrera- Violet JL, Oviedo ZLE, Barraza AFV. (2012). *Evaluación de micorrizas nativas en plantas de plátano Hartón (Musa AAB simmonds) en fase de vivero*. Acta Agronomica 61 (4) : 315-324.
- Bautista JM, Posadas L, Urbina J, Larsen J, Segura S. (2017). *Colonización por micorrizas en la producción de plántulas en vivero de arándano (Vaccinium spp) cv Biloxi*. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 8 (3): 695-703.
- Blanco F.A., Salas E.A. (1997). *Micorrizas en la Agricultura: Contexto Mundial e Investigación Realizada en Costa Rica*. Agronomía Costarricense 21 (1): 55-67.
- Brundrett M. (2004). *Diversity and classification of mycorrhizal associations*. Biological Reviews 79: 473-495.
- Cabrera R.I. (1999). *Propiedades, Uso y Manejo de Sustratos de Cultivo para la Producción de Plantas en Maceta*. Revista Champingo Serie Horticultura 5 (1): 5-11.
- Camargo S.L., Montañó N.M., De la Rosa C.J., Montañó S.A. (2012). *Micorrizas: Una gran Unión Debajo del Suelo*. Revista Digital Universitaria 13(7): 3-19.
- Carpio A.L., Davies F.T., Arnold M.A. (2005). *Arbuscular mycorrhizal fungi, organic and inorganic controlled-release fertilizers: effect on growth and leachate of container-grown bush morning glory (Ipomea carnea ssp. fistulosa) under high production temperatures*. J. Amer. Soc. Hort. Sci 130 (1): 131-139.

- Cuenca G., Cáceres A., Oirdobro G., Hasmy Z., Urdaneta C. (2007). *Las Micorrizas Arbusculares como Alternativa para una Agricultura Sustentable en Areas Tropicales*. Interciencia 32 (1): 23-29.
- Cuenca G., De Andrade Z., Lovera M. (2003). *Preselección de Plantas Nativas y Producción de Inoculos de Hongos Micorrizicos Arbusculares (HMA) de Relevancia en la Rehabilitación de Areas Degradadas de la Gran Sabana*. Ecotropicos 16 (1): 27-40.
- Diaz F.A., Alvarado C.M., Ortiz C.F., Grageda C.O. (2013). *Nutrición de la planta y calidad de fruto de pimiento asociado con micorriza arbuscular en invernadero*. Revista mexicana de ciencias agricolas 4 (2): 315-321.
- Diaz G., Torres P., Sanchez F., Garcia G., Carrillo C. (2016). *Primeras Tesis Doctorales Sobre Micorrizas*. Revista Eubacteria, Mario Honrubia, Trayectoria de un Biologo. Nº 36 ISSN 1697-0071.
- Elsen-A, Declerck S, De Waele D. (2001). *Efecto de tres hongos micorriza arbusculares sobre la infeccion de Musa con el nematodo nodulador de las raices (Meloidogyne spp.)*. Infomusa 11 (1): 21-23.
- Fortis M.H., Preciado P.R., Garcia J.L.H., Navarro A.B., Antonio J.G., Omaña J.M.S. (2012). *Sustratos Organicos en la Produccion de Chile Pimiento Morron*. Revista Mexicana de Ciencias Agricolas 3 (6).
- Furlan V, Bärtschi H, Fortin JA. (1980). *Media for density gradient extraction of endomycorrhizal spores*. Trans Br Mycol Soc. 75 (1): 336-338.
- Gañan L, Bolaños BMM, Neuza A. (2011). *Efecto de la micorrización sobre el crecimiento de plántulas de plátano en sustrato con y sin la presencia de nematodos fitoparasitos*. Acta Agronomica 60 (4): 297-305.
- Gerderman J, Nicholson T. (1963). *Spores of mycorrhizal endogene species extracted from soil by wet sieving and decanting*. J. BMS. 46(1): 235-244.
- González L.R., Núñez S.D.B., Lima D.S. (2005). *Efectividad de diferentes niveles de materia orgánica y biofertilizantes (Azospirillum y Micorrizas) en el cultivo de la lechuga (Lactuca sativa L.) en condiciones de organopónico*. Cuba: Centro Agricola 32 (2): 11-15.
- Honrubia M. (2009). *Las Micorrizas: Una Relacion Planta-Hongo que Dura mas de 40 Millones de Años*. Anales del Jardin Botanico 66 (1): 133-144 .

- Ley-Rivas J.F., Ricardo N.N.E., Sánchez J.A., Furrázola E., Gómez O.R. (2016). *Efectividad en el cultivo de lechuga de cuatro cepas de hongos micorrizógenos arbusculares*. Acta Botanica Cubana 215 (3): 345-351.
- Lira, S. (2017). *Uso de Biofertilizantes en la Agricultura Ecológica*. Serie Agricultura Organica N° 14. Artículos Técnicos de INTAGRI.: México.
- Loredo O.C., Beltrán L.S., Peña del Río M.A. (2007). *Uso de biofertilizantes para la producción de maíz forrajero en condiciones de temporal*. Campo Experimental San Luis, INIFAP. Folleto científico 2 (1): 1-60.
- McGonigle TP, Miller MH, Evans DG, Fairchild GL, Swan JA. (1990). *A new method that gives an objective measure of colonization of roots by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi*. New Phytol 115: 495-501.
- Mieles G. N.D. (2019). *Proceso de Reproducción de Micorrizas Mediante el Sistema Artesanal*. Trabajo de Titulación. Universidad Técnica de Babahoyo: Los Ríos, Ecuador.
- Molina M., Medina M., Restrepo L.F. (2006). *Evaluación de Sustratos y Cultivos Trampa Bajo Condiciones Controladas para la Obtención de Hongos Micorrizógenos de Aliso (Alnus acuminata H.B.K.)*. Livestock Research for Rural Development 18 (2).
- Morales AC, Calaña NJM, Corbera GJ, Rivera ER. (2011). *Evaluación de sustratos y aplicación de hongos micorrizicos arbusculares en Begonia sp.* Cultivos Tropicales 32 (2): 17-22.
- Morales R., D. W. (2008). *Resultados en la Obtención de Inoculos Nativos de Hongos Micorrizicos en Cultivos de Cacao (Theobroma cacao) y Soya (Glycine max)*. XI Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo.
- Moreta M.D.E. (2002). *Evaluación de Sustratos Inorgánicos para la Exportación de Inoculante de Micorriza Vesículo-Arbuscular*. Proyecto de Tesis. p. 50.
- Noda Y. (2009). *Las Micorrizas: Una Alternativa de Fertilización Ecológica en los Pastos*. Pastos y Forrajes 32 (2): 1-1.
- Oehl F, Redecker D, Sieverding E. (2005). *Glomus badium, a new sporocarpic mycorrhizal fungal species from European grasslands with higher soil pH*. J. Appl. Bot. Food. Qual. 79 (1): 38-43.
- Plana CR, González CP, Fernández JCF, Calderón CA, Marrero Y, Dell'Amico CJM. (2008). *Efecto de dos inoculantes micorrizicos arbusculares (base líquida y sólida) en el cultivo del trigo duro (Triticum durum)*. La Habana: Revista cultivos tropicales. 29 (4).

- Quiñones M.M., Enriquez A.I.D., Flores M.J.P., Palacios R.K.Y., Olivas S.M.P., Garza O.F., Lebgue K.T., Nájera M.J.A. (2018). *Comunidades vegetales en suelo de ecosistema semiárido*. Terra Latinoamericana 36 (4): 381-391.
- Ramos H.L., Arozarena-Daza N.J., Garcia Y.R., Telo C.L., Ramírez P.M., Lescaille A.J., Martin A.G.M. (2013). *Hongos micorrizicos arbusculares, Azotobacter chroococcum, Bacillus megatherium y FitoMas-E: una alternativa eficaz para la reduccion del consumo de fertilizantes minerales en Psidium guajava, L. var Enana Roja cubana*. Cultivos Tropicales 34 (1): 5-10.
- Ruiz M., M. Y. (2016). *Evaluacion de Diferentes Cepas de Micorrizas Arbusculares en el Desarrollo de Plantas de Arroz (Oryza sativa L.) en Condiciones Inundadas del Suelo*. Cultivos Tropicales 37 (4): 67-75.
- Ruiz O.P., Rojas K.C., Sieverding E. (2011). *La Distribución Geográfica de los Hongos de Micorriza Arbuscular: Una Prioridad de Investigación de la Amazonía Peruana*. Espacio y Desarrollo 23 (1): 47-63 .
- Salas L.P., Garcia J.L.H., Marquez C.H., Fortis M.H., Estrada J.R.A., Esparza J.R.R., Preciado P.R. (2017). *Rendimiento y Calidad Nutracéutica de las Frutas de Tomate en Sustratos Orgánicos*. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 4 (10): 169-175.
- Sanchez. (2000). *Aplicacion de Composta y Sulfato de Calcio a un Suelo de Baja Fertilidad y su Efecto sobre la Inoculación con Micorrizas Arbusculares en Jitomate*. Reunion Iberoamericana y III Simposio Nacional sobre Simbiosis Micorrízica.
- Spagnoletti F.N., Fernandez a., Tobar N.E., Chiocchio B.M. (2013). *Las Micorrizas Arbusculares y Rhizobium: una simbiosis dual de interes*. Revista Argentina de Microbiologia 45 (2) : 131-132 .
- Trejo D, Ferrato-Cerrato R, Garcia R, Varela L, Alarcon A. (2011). *Efectividad de siete consorcios nativos de hongos micorrizicos arbusculares en plantas de cafe en condiciones de invernadero y campo*. Revista Chilena de Historia Natural. 84 (1): 23-31.
- Turk M.A., Assaf T.A., Hameed K.M., Tawaha A.M. (2006). *Significance of Mycorrhizae*. World Journal of Agricultural Sciences 2(1): 16-20.
- Vega JM, Rodriguez RA. (2004). *Uso de las micorrizas en banano: logros y perspectivas*. Memorias XVI Reunion Internacional ACORBAT pp 143-160.
- Wang B., Qiu Y.L. (2006). *Phylogenetic distribution and evolution of mycorrhizas in land plants*. Mycorrhiza 16 (5) 299-363.