

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Respuesta agronómica y de rendimiento en plantas de melón inoculadas desde semilla
con hongos micorrízicos arbusculares

POR:

Martin David Medina Carlos

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Torreón Coahuila México

Diciembre 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Respuesta agronómica y de rendimiento en plantas de melón inoculadas desde semilla
con hongos micorrizicos arbusculares

Por:

Martin David Medina Carlos

TESIS


Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial
para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por:


Dr. José Rafael Paredes Jácome


Presidente


M.C. Francisca Sánchez Bernal

Vocal


M.E. Víctor Martínez Cueto

Vocal


M.D. Juan Manuel Nava Santos

Vocal Suplente


M.E. Javier López Hernández
Coordinador Interino de la División Regional de Agronomía

Torreón, Coahuila, México
Diciembre 2024



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Respuesta agronómica y de rendimiento en plantas de melón inoculadas desde semilla
con hongos micorrízicos arbusculares

Por:


Martín David Medina Carlos

TESIS


Presentada como requisito parcial para obtener el título de:


INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Dr. José Rafael Paredes Jácome
Asesor Principal


M.C. Francisca Sánchez Bernal
Coasesor


M.E. Víctor Martínez Cueto
Coasesor


M.D. Juan Manuel Nava Santos
Coasesor


M.E. Javier López Hernández
Coordinador Interino de la División Regional de Agronomía



Torreón, Coahuila, México
Diciembre 2024

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la universidad autónoma agraria Antonio Narro y al departamento de Horticultura por convertirse en mi hogar durante mi carrera, encontrando en ellos no solo mi pasión y sueños, si no, a personas maravillosas que forman parte de mi vida siendo guías y mentores para mi futuro.

A mis padres Irma C. Carlos Silva y Martín G. Medina Hernández, por ser mi mayor pilar en todo sentido, gracias por darme la oportunidad de estudiar lo que me apasiona y formar parte de mi carrera. Agradezco a la vida por tenerlos, sin ustedes nada de lo que he vivido habría sido posible, los amo infinitamente por enseñarme que existen un sin fin de cosas por descubrir y disfrutar fuera de casa. Gracias por ser mi más grande ejemplo y mi mayor inspiración.

A mis hermanos Carlos G. Medina Carlos e Irma J. Medina Carlos, por escucharme en mis momentos de tristezas y desesperación. Les agradezco que sean cómplices de aventuras y travesuras pero sobre todo agradezco sus consejos para convertirme en una mejor persona.

A mi mejor amigo Rogelio Castro Castro por su ayuda en cada momento de felicidad y logros, por estar presente en mi vida y escuchar las aventuras y decepciones a lo largo de mi vida. Aunque la sangre no nos une sé que eres mi familia.

A mi pareja Fatima I. Gutierrez valadez por ser un apoyo importante en mi último semestre dandome la paz y compañía que buscaba, gracias por estar siempre presente.

Por último y siendo de mayor importancia a mi director de tesis y amigo el Dr. José Rafael Paredes Jácome por convertirse en más que un mentor para mi, compartiendo sus conocimientos y aprendizajes de una manera excepcional, ha sido una fuente de inspiración y confianza desde el primer momento en que me invitó a realizar este trabajo de investigación, muchísimas gracias por estar presente durante mi vida estudiantil.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis primeramente a Dios por guiarme a lo largo de mi vida, convirtiéndose en mi confidente en los días complicados y mi compañía en los días felices, por abrir mi camino hacia la abundancia y aprendizaje infinito.

A mi familia, por ser parte de mi vida enseñándome que todo es posible si me lo propongo. Esta dedicación es porque gracias a su esfuerzo y amor he logrado cruzar cada obstáculo que haya en mi camino y dándome el ejemplo de ser mejor cada día.

A mis padres por forjarme a lo largo de mi camino, haciéndome capaz de lograr cualquier cosa que me proponga y apoyarme tanto emocional como económicamente durante mi carrera. Mi trabajo es por y para ustedes.

A mi abuela Catalina Silva Ruiz por darme el amor y el apoyo en cada uno de mis días, por estar presente en cada logro académico que he conseguido, es para mi un honor el poder dedicarle mi trabajo de investigación, gracias por ser mi paz y mi alivio en cada día que pasa, la amo.

También me gustaría dedicarle esta tesis a mis padrinos; La rotaria Miri y el ingeniero Manuel Ruelas por ser los primeros en introducirme al mundo de la horticultura, ya que desde la primaria ellos junto a mis padres confiaron en mi para realizar proyectos de huertos familiares, siendo así parte fundamental en mi vida para elegir esta hermosa carrera.

Por último me gustaría hacer una dedicación especial a mis seres queridos que han partido de este mundo; Gracias Don Ignacio Carlos Guerrero y Gael Gerardo Renteria Espino por haberme inspirado a vivir sin miedo y sin resentimientos, por guiar mi camino de manera diferente. Se que sin ustedes nada de esto podría ser posible, se que en algún punto de mi existencia nos volveremos a encontrar y será para mi un placer enseñarles todo lo que aprendí en esta vida.

Martín David Medina Carlos

INDICE GENERAL

RESUMEN	vii
Palabras clave:	vii
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO GENERAL	3
OBJETIVOS ESPECIFICOS	3
HIPÓTESIS	3
1.REVISIÓN DE LITERATURA	4
1.1 Origen e historia del melón	4
1.2 Importancia del cultivo de melón	4
1.2.1 Producción Nacional.....	4
1.2.2 Producción mundial	4
1.3 Características botánicas del cultivo de melón	5
Sistema radical	5
Tallo.....	5
Hoja	5
Flor	5
Fruto	5
Semilla.....	6
1.4 Calidad nutracéutica del cultivo de melón	6
1.5 Clasificación taxonómica del melón	7
1.6 Requerimientos edafoclimaticos	7
Suelo	7
Climáticos (Temperatura y Humedad Relativa)	7
Riego	8
Nutrición	8
1.7 Plagas y enfermedades en el cultivo de melón	9
1.8 Biofertilizantes	10
1.8.1 Tipos de biofertilizantes	10
Fijadores de nitrógeno	10
Solubilizadores de fósforo	10
Captadores de fósforo	11
Promotores de crecimiento vegetal	11
1.8.2 Hongos micorrízicos arbusculares.....	11
Género <i>Glomus</i>	11
Modo de acción	12
Ventajas y desventajas de los biofertilizantes	13
1.9 Inoculación con biofertilizantes	13
Formas de inoculación de biofertilizantes.....	13

Cantidades de inoculo aplicadas en la agricultura	13
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
2.1 Ubicación del experimento	15
2.2 Acondicionamiento del terreno	15
2.3 Material vegetal y siembra	15
2.4 Material microbiológico e inoculación	15
2.6 Sistema de riego y fertilización	16
2.7 Manejo del cultivo	17
Trasplante.....	17
Poda	17
Control fitosanitario.....	17
2.8 Descripción de los tratamientos.....	18
2.9 Variables agronómicas a evaluar.	18
Largo de guía.....	18
Diámetro del tallo.....	18
Peso fresco de la planta.	18
Peso seco de raíz.....	18
Peso del fruto.....	18
Número de frutos.....	19
Número de flores.	19
2.10 Variables de calidad evaluadas	19
Solidos solubles totales.	19
Firmeza.....	19
Diámetro de la pulpa. Esta variable	19
Grosor de la corteza.	19
2.11 Análisis estadístico.....	19
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
Largo de guía	20
Diametro del tallo	20
Peso fresco de la planta	21
Peso seco de la planta.....	22
Número de frutos	23
Peso fresco del melón	24
Peso seco del melon	25
Diametro de la pulpa.....	26
Grosor del pericarpio.....	27
Firmeza	27
Sólidos solubles totales	28
4. Conclusión.....	30
5. Literatura citada	31

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Contenido nutracéutico en el cultivo de melón	6
Tabla 2. Clasificación taxonómica del melón	7
Tabla 3. Principales plagas en el cultivo de melón	9
Tabla 4. Principales enfermedades en el cultivo de melón	9
Tabla 5. Cantidades de fertilizantes utilizado en la solución nutritiva	16
Tabla 6. Productos para control fitosanitario utilizados en el cultivo de melón ..	17
Tabla 7. Descripción de los tratamientos utilizados	18

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Largo de guía en plantas de melón inoculadas con HMA.	20
Figura 2. Diámetro de tallo de planta (mm).....	21
Figura 3. Peso fresco de planta (g).....	22
Figura 4. Peso seco de planta (g).	23
Figura 5. Número de frutos obtenidos por planta de melón	24
Figura 6. Peso fresco de melón	25
Figura 7. Peso seco del melón.....	26
Figura 8. Diámetro de la pulpa en frutos de melón (mm).	26
Figura 9. Diámetro del pericarpio en frutos de melón (mm).....	27
Figura 10. Firmeza obtenida en frutos melón (kg).....	28
Figura 11. Cantidad de solidos solubles totales (° Brix).....	29

RESUMEN

En este trabajo de investigación se busca evaluar la respuesta del material vegetal expedition F1 del cultivo de melón inoculado desde siembra con distintos tratamientos de hongos micorrizicos arbusculares los cuales consisten en 3 tratamientos ordenados de la siguiente manera: tratamiento 2 correspondiente a los hma nativos extraídos de la región contando con aproximadamente 120 esporas por gramo, el tratamiento 3 el cual fue un producto comercial obtenido mediante un proveedor el cual contenía con aproximadamente 150 esporas por gramo y por último se realizó una mezcla de ambos hongos dando paso al tratamiento 4 denominado como mezcla que contaba con la suma de esporas, es decir, 270 esporas por cada 2 gramos. Mediante el análisis de varianza nos enfocamos en distintas variables para determinar el desarrollo y rendimiento del cultivo, siendo de mayor importancia el rendimiento en calidad dado que este cultivo es suma importancia comercial en la región por lo cual las variables evaluadas fueron las siguientes; Largo de guía, diámetro del tallo, peso fresco de la planta, peso seco de la planta, peso del fruto, número de frutos, número de flores, esto en cuestión de las variables agronómicas. Por otro lado, en las variables de calidad se busco evaluar lo siguiente; Sólidos solubles totales, firmeza, diámetro de la pulpa, diámetro de la corteza. Los resultados fueron obtenidos mediante el análisis de varianza con la prueba Tukey $p < 0.5$ en los cuales se puede observar las diferencias estadísticas significativas como en la variable número de frutos obteniendo lo siguiente: en base a los tratamientos aplicados podemos observar (Figura 5), que el T4 (Mix de HMA nativas y comerciales) obtuvo el mayor número de frutos, superando en 36.84% lo obtenido con el T1 (testigo); lo cual se puede atribuir a un efecto benéfico de los hongos micorrizicos arbusculares, reforzando la hipótesis planteada al inicio del trabajo de investigación.

Palabras clave: *Cucumis melo*, *Glomus*, *Steiner*, *Endomicorizas*, *Micorrizas*

INTRODUCCIÓN

Aunque su origen es incierto muchos autores le dan su origen en África, siendo este el centro del mismo distribuyéndose al suroeste y zona centro del continente asiático; siendo principales los países como Irán, India, Siria, Turquía, Pakistán, entre otros. También se concocen como centros secundarios de diversidad Portugal, España, Corea y China. Sin embargo, por especies silvestres de *Cucumis melo* se dio a conocer como centro primario al área sudano-saheliana. En el continente americano se registra su introducción en el año 1516 específicamente en la zona de centroamericana, y en América del norte fue introducción posterior al 1600. (Enríquez García, F., et al. 2022).

Los hongos micorrízicos arbusculares son un tipo de hongo simbiotes que se alojan en las raíces de las plantas, esta simbiosis es representada como un beneficio para las plantas inoculadas dando una ayuda para el crecimiento vegetal debido al cambio físico, fisiológicos y bioquímicos dando paso a un mejor desarrollo y un apoyo para evitar el estrés en las plantas. Poseen una habilidad de protección ante el estrés salinico, aunque son pocos los datos disponibles estos indican que tienen el potencial para aumentar los beneficios derivados en los cultivos tolerables siempre y cuando se combinen de manera adecuada. Esto no es el único beneficio que proporcionan ya que diversos estudios indican que los HMA pueden ayudar a la absorción de nutrientes y agua mediante la simbiosis. (Medina-García, L. R., 2016).

El principal objetivo de este trabajo es potenciar el desarrollo de este cultivo ya que es de suma importancia para el estado debido a que se encuentra entre los principales productores del país, en base a lo registrado en 2021 Coahuila obtuvo el 1er lugar con 117,252 toneladas por encima de estados como Guerrero y Sonora. Su principal importancia está en la derrama económica que genera en todo el país y esto se refleja en la superficie sembrada a lo largo del país, siendo un cultivo con alto valor nutricional y su extenso uso en la cocina; añadiendo la gran generación de empleos para los productores y la gente que se dedica a cuidarlo durante su desarrollo y hasta su venta,

siendo distribuido no solo en México, si no, la exportación del mismo a lo largo del mundo gracias a las 500 mil toneladas generadas en este año (SIAP,2021).

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la respuesta agronómica y de rendimiento en campo del cultivo de melón inoculado desde siembra con hongos micorrízicos arbusculares nativos y comerciales.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar la respuesta en variables agronómicas en el cultivo de melón, inoculados desde semilla
- Evaluar el rendimiento obtenido por planta de melón inoculado con hongos micorrízicos arbusculares desde semilla.
- Cuantificar colonización en raíz previo al trasplante y al final del experimento.

HIPÓTESIS

La inoculación de hongos micorrízicos arbusculares desde siembra tendrán efecto en las variables agronómicas y rendimiento en el cultivo de melón.

1.REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Origen e historia del melón

África es considerada como el centro de origen de este cultivo, esto se debe a la alta ocurrencia de especies silvestres de melón que poseen un número cromosómico $n=12$, siendo diploides en todas sus formas para cultivar; esto se refuerza debido a la presencia de plantas silvestres en el este de África tropical y en el sur del desierto del Sahara. Su introducción en América tiene registro desde el año 1516 en la región de Centroamérica mientras que en América del Norte esta es posterior al año 1600 (Krístková, et al, 2023).

1.2 Importancia del cultivo de melón

Debido a su gran aportación económica dentro de la región y país este cultivo es considerado de gran importancia por los productores viéndose reflejado en la superficie sembrada a lo largo de México, sin dejar de lado su gran valor nutricional y uso en la cocina nacional; además de la generación de empleo para los productores y gente dedicada a su cuidado y venta (SIAP, 2021).

1.2.1 Producción Nacional

Este cultivo es sembrado en una superficie de 20,000 hectáreas a lo largo de 22 entidades del país, en el año 2021 en el país se produjo poco más de 550 mil toneladas, un resultado más bajo a comparación con el año anterior. Cómo principales estados productores se encuentran: Coahuila en primer lugar con 117,252 toneladas seguido por Guerrero con una producción de 98,156 toneladas y como tercer lugar en producción se tiene al estado de Sonora con un volumen de producción de 88,890 toneladas con respecto al año 2021 (SIAP, 2021).

1.2.2 Producción mundial

A lo largo del mundo este cultivo tiene una producción aproximada de 26 millones de toneladas anuales, estando China como el mayor productor de este cultivo

aportando el 51% de toda la producción (FAO, 2017). Por otro lado, México aporta poco más de 550 mil toneladas según los datos registrados en el 2021 (SIAP, 2021).

1.3 Características botánicas del cultivo de melón

Sistema radical

En el sistema radical se encuentra una raíz principal pivotante, que alcanza los 120 hasta 150 cm de profundidad, sin embargo, la mayoría de los cultivos de melón se encuentran entre los 30 a 50 cm; también se generan raíces adventicias y ramificaciones que forman una masa densa y voluminosa (INIA, 2017).

Tallo

Su tallo principal posee una cubierta de formaciones pilosas, cuenta con nudos en los cuales se desarrollan zarcillos, flores y hojas; de las axilas de las hojas brotan nuevos tallos (SIAP, 2017).

Hoja

Las hojas del melón son de limbo orbicular aovado, reniforme o pentagonal, se divide en 3 a 7 lóbulos con las orillas dentados; éstas también son vellosas por el lado del envés (SIAP, 2017).

Flor

La flor es de color amarillo y con los lóbulos de la corola obtusos, se sabe que existen diversos tipos de melón como; el amarillo también llamado gota de miel, cantaloup comúnmente conocido como “chino”, Honeydew, entre otros (SIAP, 2017).

Fruto

En el fruto la forma del mismo puede variar puede ser desde: esférica, elíptica, aovada, entre otras; la corteza de este puede ser: verde, amarilla o incluso blanca, su textura varía entre lisa, reticulada o estriada (SIAP, 2017).

Semilla

Las semillas son fusiformes, planas y con un color amarillento; se encuentran en el fruto y van de las 200 a las 600 semillas (INIA, 2017).

1.4 Calidad nutracéutica del cultivo de melón

El contenido de agua del melón es de 92% y una cantidad de azúcares del 6% estando por debajo de otras frutas, haciendo al melón unas de las frutas con menor contenido energético (Tabla 1). Su aportación vitamínica es una cantidad apreciable de diversas vitaminas y minerales, 300 gr de melón pueden proporcionar el 75% de la ingesta diaria de vitamina C recomendada. En minerales el melón es rico en potasio convirtiendo una ración de esta fruta cubre un 16% de la ingesta recomendada.

Tabla 1. Contenido nutracéutico en el cultivo de melón

	(100 g) aporta:	Ración de 300 g:
Tiamina (mg)	0,04	0,07
Riboflavina (mg)	0,02	0,04
Equivalentes niacina (mg)	0,5	0,9
Vitamina B6 (mg)	0,07	0,13
Folatos (µg)	30	54
Vitamina B12 (µg)	0	0
Vitamina C (mg)	25	45
Vitamina A: Eq. Retinol (µg)	3	5,4
Vitamina D (µg)	0	0
Vitamina E (mg)	0,1	0,2

(FEN, 2013)

1.5 Clasificación taxonómica del melón

Tabla 2. Clasificación taxonómica del melón

Dominio	Eukaryota
Reino	Plantae
Filo	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida (=Dicotyledoneae)
Orden	Violales
Familia	Cucurbitaceae
Género	<i>Cucumis</i>
Especie	<i>melo</i> (L., 1753)

1.6 Requerimientos edafoclimaticos

Suelo

Este cultivo puede sembrarse en distintos tipos de suelos, sin embargo, los suelos más aptos son los de textura franca; que posea una buena fertilidad, así como un buen drenaje tanto interno como superficial. Con respecto al pH este debe poseer entre 6 y 7 debido a que el melón suele ser susceptible a los suelos de pH ácido, aunque ha mostrado un poco de tolerancia a suelos salinos (Guzmán, 2012).

Climáticos (Temperatura y Humedad Relativa)

Este cultivo requiere un clima cálido para obtener una buena producción, con temperaturas promedio de 23°C a 30°C y con un ambiente seco con húmedas relativa menor al 70% siendo 75% el máximo porcentaje de humedad relativa que puede resistir este cultivo; teniendo una mayor temperatura y una menor humedad relativa, se incrementa la calidad del fruto, obteniendo más aroma y azúcares, esto también nos ayuda a disminuir el ataque de enfermedades. Esto se mejora con la diferencia apreciable entre la temperatura diurna y nocturna, para permitir la acumulación de azúcares (Guzmán, 2012).

Riego

El melón tiene necesidades hídricas muy altas estas varían entre los 4.000 y 6.000 m³/ha. Sin embargo, este aporte debe ser interpretarse con base a un análisis climático (evapotranspiración y precipitación), también debe tomarse en cuenta el tipo de suelo y el rendimiento esperado. Con el riego por goteo se puede acortar el tiempo de riego y aumentar el número de riegos a realizar. En cada riego se recomienda no exceder un volumen de 300 m³/ha (Irritec, 2023).

Nutrición

En base los rendimientos esperados por los productores se han creado diversas cifras sobre la fertilización del melón con una meta de 40,000- 50,000 kg por hectárea las cifras de fertilizantes principales son de aproximadamente:

Nitrógeno: 150-175 kg - - - Fósforo (P₂O₅): 75-125 kg

Potasio (K₂O): 250-300 kg - - - Magnesio: 50 kg

Las cifras establecidas anteriormente son para una producción estimada de 40,000-50,000 kg/ha en cultivos con riego localizado y rastrero. Estas cifras se deben repartir durante el crecimiento del melón (Tecnología. P, 2020).

Con respecto a esto se recomienda repartirlo de la siguiente manera:

Nitrógeno: se aplica como abono de fondo y se utiliza alrededor de 25-30 % de las cifras anteriormente mencionadas. Fósforo: se recomienda colocarlo antes de la siembra y con un porcentaje de 60-70 % del total recomendado, el resto se ira colocando después de la plantación. Potasio: debe ser repartido durante todo el desarrollo del cultivo y se empieza desde los primeros riegos, sin embargo, se debe abonar el suelo como fondo con un 25 % de la cifra. Magnesio: se reparte como abono de fondo para que el cultivo lo pueda asimilar (Tecnología. P, 2020).

1.7 Plagas y enfermedades en el cultivo de melón

Tabla 3. Principales plagas en el cultivo de melón

Nombre común	Nombre científico	Daño que ocasiona
Trips	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Se manifiesta como manchas decoloradas y puede alcanzar todo el limbo de la hoja, mientras que en el futo presenta pérdida de color (INIA, 2017).
Gusano cortadores	<i>Agrotis spp</i>	Cortan a nivel del cuello y hojas más cercanas al suelo, regularmente ocasionan daño total en tres o cuatro plantas en la misma hilera (INIA, 2017).
Mosca blanca	<i>Aleyrodidae</i>	El daño es provocado por las larvas debido a que el ácido de estas debilita la planta favoreciendo la aparición de fumagina (Pinto, 2012).

Tabla 4. Principales enfermedades en el cultivo de melón

Nombre común	Nombre científico	Daño que ocasiona
Marchitez amarilla	<i>Fusarium spp</i>	Tono amarillento en hojas, marchitez de guías, al interior de tallos y raíces se nota una coloración café (Pinto, 2012).
Mildiu veloso	<i>Pseudoperonospora cubensis</i>	Manchas amarillas tanto en el envés como en el haz, con una cubierta vellosa de color claro (Baquero, et al, 2017)
Oídio	<i>Sphaerotheca sp.</i> Y <i>Erysiphe sp.</i>	Manifestándose como un polvo blanco sobre las hojas, seca las zonas afectadas. (Baquero, et al, 2017)

1.8 Biofertilizantes

Los biofertilizantes se definen como un insumo formulado por uno o más microorganismos que son benéficos, en ellos se encuentran hongos y bacterias principalmente, estos ayudan a incrementar la disponibilidad de nutrientes. Se pueden dividir en 4 grupos: fijadores de nitrógeno, solubilizadores de fósforo, captadores de fósforo y por último los promotores de crecimiento vegetal (Virgen, 2013).

1.8.1 Tipos de biofertilizantes

Fijadores de nitrógeno

Las bacterias de este grupo son desarrolladas naturalmente en el suelo, se encuentran divididas en dos grupos: simbióticas como *Rhizobium*, específicas de la leguminosa, el otro grupo es denominado libres, las cuales viven en el suelo y no es necesario la planta para su reproducción, ejemplos de estas bacterias son *Azotobacter* y *Azospirillum*. Teniendo las condiciones adecuadas y una buena concentración pueden lograr remplazar la aplicación de productos nitrogenados tales como: urea, nitratos, entre otros, sin tener perdida en la producción y generando un menor costo en cultivos de poca demanda (Virgen, G., C. 2013).

Solubilizadores de fósforo

Los microorganismos de este grupo son aptos para realizar el paso del fósforo en su forma insoluble a soluble. Durante este proceso se pone en disponibilidad los fosfatos a la quelación, reducción de hierro y la producción de ácidos orgánicos. Los solubilizadores ocupan el 10% de la población en el suelo, están ubicados en la rizósfera, en este grupo se encuentran las *Pseudomonas Putida*, *Bacillus Subtilis*, *Penicillium Bilaji* y *Aspergillus Niger*. Entre estos microorganismos también se ubican otras especies de los géneros *Mycobacterium*, *Thiobacillus* y *Micrococcus*, entre algunos otros (Molina, Et. Al, 2013).

Captadores de fósforo

En el grupo podemos localizar a las micorrizas las cuales actúan como captadoras de fosforo, la forma de inoculación se realiza penetrando o adhiriéndose a la raíz para mediante este proceso proporcionar alimento para la planta con el fin de que cumpla su ciclo de vida. Su alimentación se basa de exudados de la raíz ricos en azúcares. A su vez proporcionan una mejor absorción de agua y nutrientes, una característica más de las micorrizas es que son capaces de actuar como medio de defensa contra patógenos. Los hongos micorrizicos facilitan el crecimiento de la raíz y combinan sus hifas como una extensión de la raíz, este proceso hace más accesible al fósforo sustancialmente. Las micorrizas hacen mejoras a las propiedades físicas del suelo mediante el enriquecimiento de materia orgánica, proporciona estructura y estabilidad a su vez mejora la retención de agua (Virgen, G., C. 2013).

Promotores de crecimiento vegetal

Estos microorganismos promotores son capaces de hacer la producción y la liberación de las sustancias reguladoras de crecimientos estas pueden ayudar a la planta en su etapa de desarrollo. En este grupo de microorganismos podemos encontrar a las auxinas, giberelinas y citocininas (Molina, E., A. 2013).

1.8.2 Hongos micorrízicos arbusculares

Estos hongos pueden ser definidos como un grupo de organismos que viven en el suelo realizando simbiosis con grandes variedades de plantas, los hongos micorrizicos realizan una contribución para el desarrollo de las plantas debido a que aportan beneficios y otorga ventajas frente a las plantas que no han sido inoculados por micorrizas. La simbiosis con las plantas se realiza de manera secuencial por etapas de reconocimientos que van causando cambios morfológicos y fisiológicos entre ambos organismos (Barrera, 2015).

Género *Glomus*

Denominado como el súper hongo esta especie es formadora de micorrizas exclusivamente la cual tiene la capacidad de crear una simbiosis con la planta,

creando un beneficio para ambos ya que este le proporciona agua y nutrientes a cambio de azúcares creados a través de la fotosíntesis. Durante este intercambio se logra un aumento en el crecimiento radicular de la planta y a su vez se obtiene un incremento en la actividad de la fotosíntesis (Pravia. A, 2024).

El modo de acción de este género de hongos es mediante la introducción del mismo hacia dentro de la raíz desplegando una red de hifas externas a la misma, con la finalidad de ser capaz de absorber los nutrientes y el agua para transportarlos hacia el arbusculo (Pravia. A, 2024).

Modo de acción

Una vez que el inóculo se encuentra en el suelo este se disemina permitiendo que la raíz explore un mayor volumen del suelo, obteniendo de manera elevada la eficiencia para la absorción de agua y nutrientes (Asociación de citricultores, 2016).

Esta simbiosis se logra a través del micelio debido a que este se va extendiendo a lo largo del suelo lo cual amplía el alcance de las raíces lo cual beneficia la propagación del mismo. Una vez inoculada la planta las hifas entran en acción colonizando el córtex de las raíces, estas forman estructuras muy ramificadas por dentro de las células y a esta colonización se le llaman arbusculos. (García, S. D., 2017)

En el modo de acción de los hongos micorrizicos arbusculares también se encuentran:

Mejorar la estructura del suelo gracias a los agregados que se forman debido a las hifas y los filamentos de estos hongos. Los hongos también crean un gran incremento en la resistencia hacia hongos patógenos que se encuentran en el suelo esto debido a su efecto antagónico, creando una barrera para la raíz inoculada. (Vermiduro, 2024)

Cabe aclarar que este tipo de hongos solo inoculan raíces jóvenes ya que se necesitan raíces blandas para que las hifas puedan penetrar la raíz y crear los arbusculos dando paso a la simbiosis. (vermiduro, 2024)

Ventajas y desventajas de los biofertilizantes

Ventajas:

- Ayudan a mejorar la producción de los cultivos
- Aprovechan los residuos orgánicos del suelo
- Son una alternativa para reemplazar los fertilizantes químicos
- Mejoran el suelo tanto en texturas, vida útil y mejoran las condiciones de cultivo
- Mejoran el entorno en las que son usadas. (PFC, 2021)

Desventajas:

- Requieren de conocimientos y cuidados especiales para su buen uso.
- La disponibilidad es más limitada.
- Suelen tener un costo más elevado a comparación de fertilizantes sintéticos (Blanco, I, 2023).

1.9 Inoculación con biofertilizantes

Formas de inoculación de biofertilizantes

Para estos biofertilizantes existen distintos tipos de inoculación las cuales son; inoculación de semillas la cual se puede aplicar mediante el remojo de la semilla en un frasco lleno del inoculante el cual puede ser en polvo o incluso liquido conforme a lo que se desee utilizar para este proceso (Morales-Garcia et al, 2020).

Tambien existe la inoculación en plántula por inmersión en la cual es utilizada una solución adicionada con las esporas de los hongos en ella se debe cuidar la cantidad de esporas y el manejo correcto de la inmersión para lograr una buena inoculación, entre otros. (Chávez-Díaz et al, 2021).

Cantidades de inoculo aplicadas en la agricultura

Los hongos micorrizicos arburculares se deben incorporar al suelo, esto con la finalidad de que el hongo haga contacto con la raíz del cultivo. Para semilleros se

aplican 2 Kg/m², mientras que en bolsas la recomendación es aplicar de 25 a 100 g por cada planta, estos deben ser aplicados al momento de la siembra, cuando sea para trasplante definitivo la aplicación debe de ser de 100 a 200 g por planta y este será depositado en el fondo del hoyo (Asociación de citricultores, 2016).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Ubicación del experimento

El experimento se realizó en el campo experimental del Departamento Horticultura ubicado en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, cuyas coordenadas: 25.555844, -103.375224, de clima muy seco con temperatura media anual de 8°C a 36 °C. La precipitación en el municipio es baja contando con solo 16% en temporada de lluvia, los días largos van desde 12 horas hasta 14 horas.

2.2 Acondicionamiento del terreno

Se preparó el terreno y se realizó labores de campo tales como; rastreo y bordeo utilizando tractor, esto con la finalidad de crear camas simétricas y con la altura adecuada para el cultivo.

Se acolcharon camas con hule de poliuretano de color negro, con el objetivo de lograr la retención de humedad y el control de malezas, esta actividad se realizará manualmente.

2.3 Material vegetal y siembra

Como material vegetal del experimento se utilizó semilla de melón “Expedition F1” y la siembra se realizó en charolas “meloneras” de aproximadamente 10-15 cm de profundidad en la charola. Se utilizó como sustrato la mezcla física peat moss y perlita en proporción 70:30 v/v.

2.4 Material microbiológico e inoculación

Como material de inoculación se usó un consorcio de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) proporcionados por el Laboratorio de Microbiología del Departamento de Horticultura de la UAAAN los cuales son catalogados de la siguiente forma: C2-GEC: (*Glomus* sp.1, sp. 2, sp. 3, *Claroideoglomus* sp. 1, *Acaulospora* sp. 1, sp. 2 y *Gigaspora* sp. 1.); C3-PAR (*Acaulospora* sp.1, sp. 2, sp.

3, sp. 4 y *Glomus* sp. 1.) Al momento de siembra se colocaron 17.2 g de inóculo nativo y 7.9 g de inóculo comercial con un aproximado de 150 esporas.

2.6 Sistema de riego y fertilización

Se utilizó un sistema de fertirrigación, mediante riego por goteo con cintilla, suministrando 4-5 horas de riego en base a la etapa y necesidad del cultivo, como nutrición se utilizó una solución Steiner (Tabla 5), incrementando el porcentaje de concentración de la solución de acuerdo a las etapas fenológicas del cultivo, sin llegar al 100%, con el objetivo de que los inóculos tuvieran un mayor efecto en el cultivo.

Tabla 5. Cantidades de fertilizante utilizado en la solución nutritiva

Fertilizante		g/L
Nitrato de calcio	CaNO ₃	0.595
Nitrato de magnesio	MgNO ₃	0.128
Nitrato de potasio	KNO ₃	0.413
Sulfato de magnesio	MgSO ₄	0.270
Sulfato de Potasio	K ₂ SO ₄	0.245
Micronutrientes		0.125
		ml/L
Ácido nítrico	HNO ₃	0.127212
Ácido fosfórico	H ₃ PO ₄	0.07108

2.7 Manejo del cultivo

Trasplante

El trasplante se realizó en las camas, se tomaron 12 plantas de cada tratamiento con una distancia de 1 metro entre camas y 30 centímetros entre planta obteniendo una densidad de plantación de 4 plantas por metro cuadrado, a lo largo de 12 metros lineales en cada cama.

Poda

Para las podas únicamente se cortaron guías y hojas que contengan daño o que no sean necesarias para la planta como por ejemplo las hojas viejas, también se eliminaron guías excedentes o innecesarias.

Control fitosanitario

Se realizaron aplicaciones de productos fitosanitarios (insecticidas y fungicidas) de acuerdo a la presencia de organismos que se presentaron y que pudieran generar algún daño.

Tabla 6. Productos para control fitosanitario utilizados en el cultivo de melón

Nombre común	Ingrediente activo	Dosis:	Momento de aplicación
Confidel	Imidacloprid	1.5 ml/L	Crecimiento vegetativo (15 ddt)
Delthapyr	Dimetoato	1.5 ml/L	Crecimiento vegetativo (15 ddt)
Malathion	Dietil (dimetoxifosfinotiolio) succinato	1.5 ml/L	Crecimiento vegetativo (15 ddt)

2.8 Descripción de los tratamientos

Tabla 7. Descripción de los tratamientos utilizados.

Tratamiento:	Descripción:
T1	Semilla sin inocular
T2	Semilla inoculada HMA Nativo 3.5 g por semilla; 140 g en total.
T3	Semilla inoculada producto comercial 7.9g por semilla; 140 g en total. (150 esporas/g)
T4	Semilla inoculada combinación (Comercial y Nativo)

2.9 Variables agronómicas a evaluar.

Largo de guía. A partir de la base de tallo y a la punta apical de la guía más larga y con la ayuda de una cinta métrica se obtuvo la variable, medida en centímetros (cm).

Diámetro del tallo. Con ayuda del vernier el cual se colocó en la base del tallo del cultivo alrededor de la misma se obtuvo esta variable (mm).

Peso fresco de la planta. Se colectó la muestra de planta, se limpió la tierra que pueda contener y se pesó con la ayuda de una balanza, y las unidades fueron expresadas en gramos (g).

Peso seco de raíz. La planta se colocó en el invernadero sin regulación de temperatura actuando como un horno durante 48 horas para obtener una muestra mas seca posible, después de este periodo de tiempo se utilizó una balanza, la unidad fue en gramos (g).

Peso del fruto. Se levantó el fruto a medir para poner por debajo la báscula y así pudiera ser medido y las unidades serán expresadas en gramos (g).

Número de frutos. Fueron contados de manera manual tomando en cuenta solo los frutos ya formados expresados en números arábigos.

Número de flores. Fueron contados de manera manual y visual y se expresó en números arábigos.

2.10 Variables de calidad evaluadas

Sólidos solubles totales. Se extrajeron y colocaron 3 gotas de la muestra en fresco y se observó a contra luz, mediante el refractómetro, la unidad de medida fue ° Brix.

Firmeza. Mediante el penetrometro se colocó la puntilla (sensor de 6 mm), y a la mitad del fruto se realizó la inserción del equipo, obteniendo la medida en kilogramos (Kg).

Diámetro de la pulpa. Esta variable pudo ser medido con el vernier tomando de referencia el punto de la corteza interior y extendiendo a donde se empieza la semilla, fue expresado en milímetros.

Grosor de la corteza. Se midió desde el punto donde empieza la corteza exterior hasta la interior con la ayuda del vernier, fue expresado en milímetros

2.11 Análisis estadístico

Se empleó el diseño experimental completamente al azar, con cuatro repeticiones y tres plantas por repetición. El programa estadístico utilizado para realizar el análisis de varianza (ANVA) fue SAS 9.1 y se realizó la prueba de comparación de medias Tukey ($P \leq 0.05$).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Largo de guía

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis estadístico, se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, para la variable largo de guía, (Figura 1). Siendo 43.18 y 35.92% superior el largo de guía obtenido con los hongos nativos y la mezcla de nativos y comerciales en comparación con el testigo.

Estos resultados difieren a lo obtenido por Flores Palafox, (2022), quien no obtuvo diferencias significativas entre los tratamientos que incluye micorrizas y el testigo, sin embargo, los valores medios son similares a los obtenidos en este experimento. El largo de guía está relacionado con el desarrollo de la planta que se propicia con la absorción de agua y nutrientes como resultado de la simbiosis micorrízica.

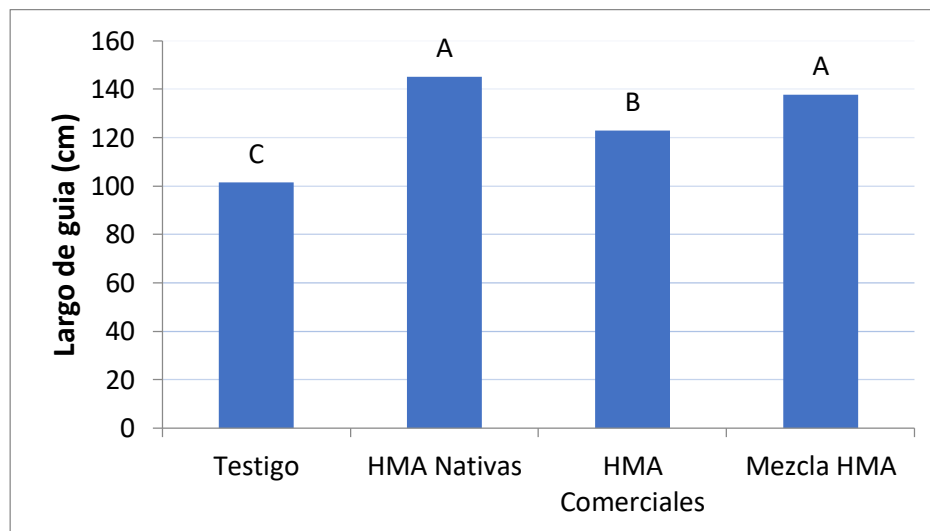


Figura 1. Largo de guía en plantas de melón inoculadas con HMA.

Diametro del tallo

En base a los resultados obtenidos en esta variable podemos observar que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos. Podemos observar (figura 2) que el T2 correspondiente a los HMA nativos obtuvo un mayor grosor en el diámetro del tallo superando al testigo por 20.93% en el diámetro

obtenido por este tratamiento, por lo cual podemos dar un efecto beneficioso de los hongos micorrizicos arbusculares nativos.

Esta variable coincide con lo registrado por Pérez, L. A. & et al. (2017) quienes obtuvieron un mayor resultado en los tratamientos con micorrizas arbusculares obteniendo un mayor grosor en el tallo de las plantas inoculadas por estos hongos dando una atribución a los hongos gracias a la mejor absorción de nutrientes.

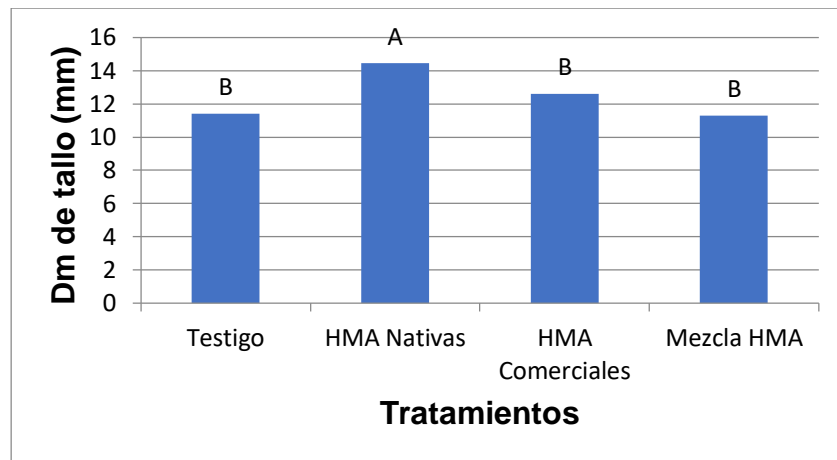


Figura 2. Diámetro de tallo de planta (mm).

Peso fresco de la planta

Para esta variable se obtuvo que el tratamiento 4 correspondiente a la mezcla de hongos micorrizicos nativos y producto comercial resulto con un mejor desarrollo en la planta elevándose por encima de los otros tratamientos obteniendo un mayor peso en comparación con las plantas testigos.

Este resultado coincide favorablemente con el de Laínez Orrala, P. E. (2021). Quién registro resultados favorables al utilizar hongos micorrizicos en melón y evaluado el peso de la planta, por lo cual podemos coincidir en que estos hongos ayudan al desarrollo de las plantas inoculadas.

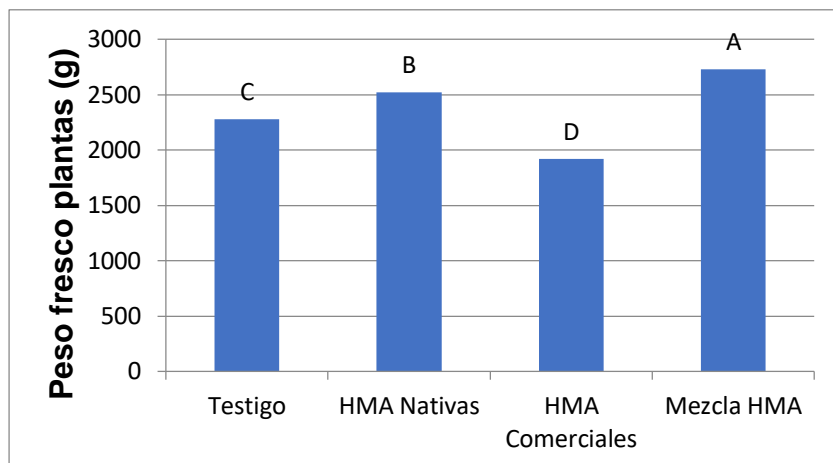


Figura 3. Peso fresco de planta (g).

Peso seco de la planta

Las plantas tuvieron el mismo proceso que el melón dejándolas secar en la estufa para obtener el peso seco. Podemos observar que el tratamiento 4 fue el que mejor resultado obtuvo sin embargo los tratamientos 1 y 2 obtuvieron resultados sin diferencia significativa dándonos una comparativa entre el testigo y la mezcla los cuales si tuvieron resultados con diferencia significativa.

Estos resultados coinciden favorablemente con Tornez De Jesus, Z, L. (2018) quien obtuvo una mejor respuesta en su trabajo de investigación en calabacita bajo invernadero cuyas plantas que contaban con hongos micorrizicos arbusculares tuvieron un mejor resultado en el peso seco de la planta que su contra parte que no contaban con estos hongos, adjudicando a estos un efecto benedicioso favorable para la plantas ayudando a crear más materia organica en la planta.

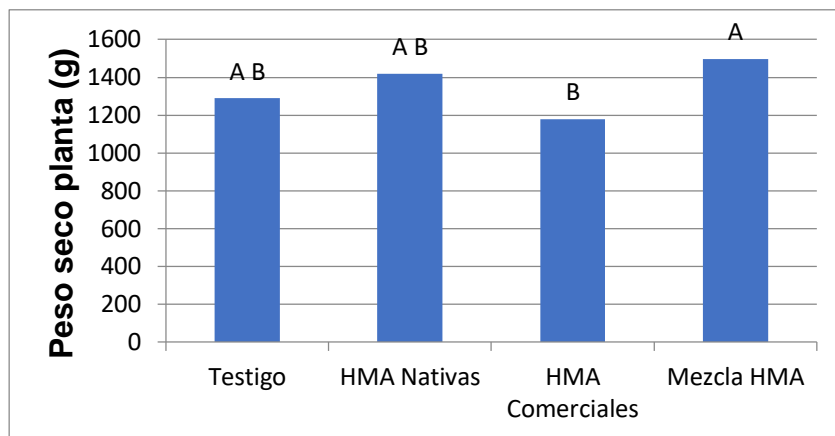


Figura 4. Peso seco de planta (g).

A continuación se mostrarán los resultados de las variables de calidad obtenidas en laboratorio y mediante procesos de calidad para el cultivo de melón.

Número de frutos

De acuerdo a los resultados obtenidos en el Análisis de varianza, para esta variable podemos observar que hubo diferencias estadísticamente significativas. En base a los tratamientos aplicados podemos observar (Figura 5), que el T4 (Mix de HMA nativas y comerciales) obtuvo el mayor número de frutos, superando en 36.84% lo obtenido con el T1 (testigo); lo cual se puede atribuir a un efecto benéfico de los hongos micorrízicos arbusculares.

Estos resultados coinciden a lo obtenido por Hernández et al., (2017), quienes aplicaron consorcios de HMA en el cultivo de sandía y obtuvieron mayor número de frutos. Sin embargo, nuestros resultados superan a lo obtenido por Mendoza et al., (2019) quien solo obtuvo 3 frutos por planta en el cultivo de melón aún cuando se aplicó biofertilizantes.

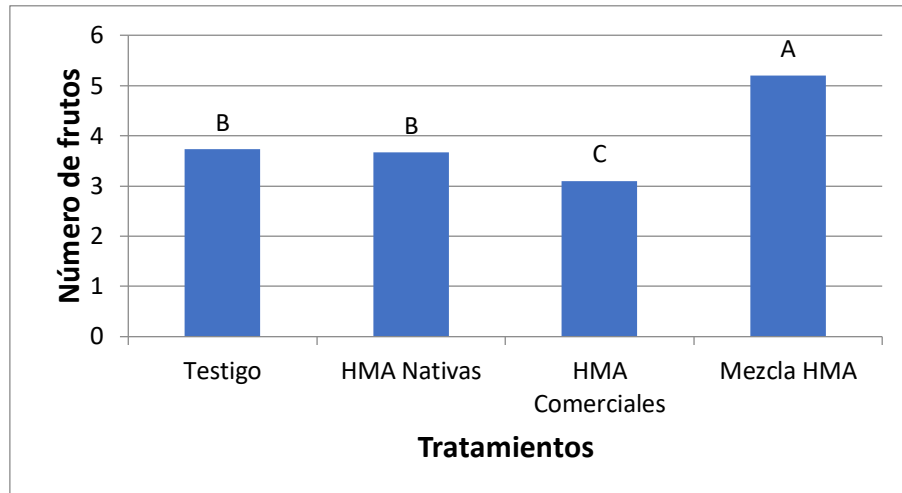


Figura 5. Número de frutos obtenidos por planta de melón

Peso fresco del melón

Durante este proceso se sacó una muestra del melón correspondiente a la mitad del mismo para después pesarlo en una báscula donde los datos obtenidos mostraron un mejor resultado en el tratamiento 2 correspondiente a las micorrizas nativas dando un refuerzo positivo al mismo.

Los resultados obtenidos en esta variable coinciden favorablemente con el trabajo de Hernandez Perez, A. (2019) quien al analizar el rendimiento de los hongos micorrizicos arbusculares adicionado al estiércol caprino obtuvo un mejor peso en sus frutos de melón que su tratamiento de estiércol caprino sin micorrizas, dando paso a un beneficio favorable para el cultivo gracias a la absorción de nutrientes que generan las micorrizas al hacer simbiosis con la planta.

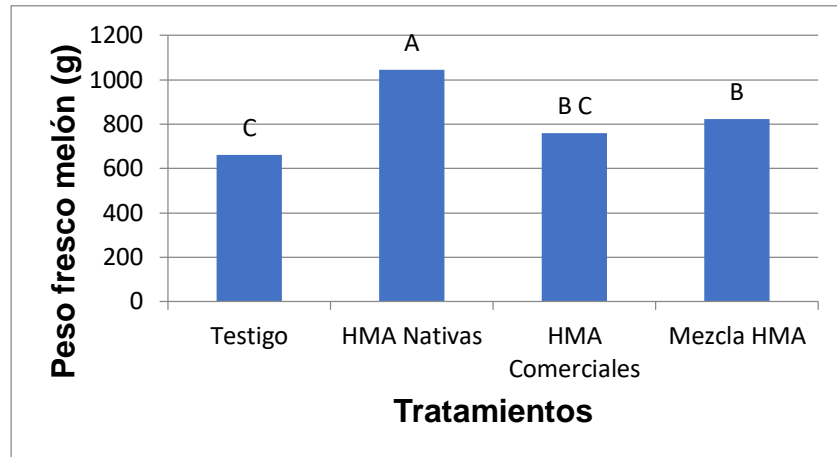


Figura 6. Peso fresco de melón

Peso seco del melon

Esta variable es la contra parte de la variable anterior, siendo esta el resultado de 2 días en la estufa para obtener un peso seco de la carne del melón en este resultado podemos observar nuevamente que el tratamiento 2 se sitúa por encima de los otros tratamientos los cuales no obtuvieron una diferencia significativa por lo cual podemos intuir que el tratamiento 2 logro formar más carne fibrosa en sus melones.

Lo anterior coincide con lo expuesto por Elizabeth, U. S., et al. (2021) con su trabajo de investigación sobre el uso de hongos micorrizicos y vermicomposta en el cultivo de liliium hybrida var. "indian summerset" quien obtuvo un mayor peso seco en los bulbos del cultivo sobre el tratamiento que no estaba inoculado con micorrizas, adjudicando un efecto benefisicioso para el desarrollo de la carne de ambos cultivos.

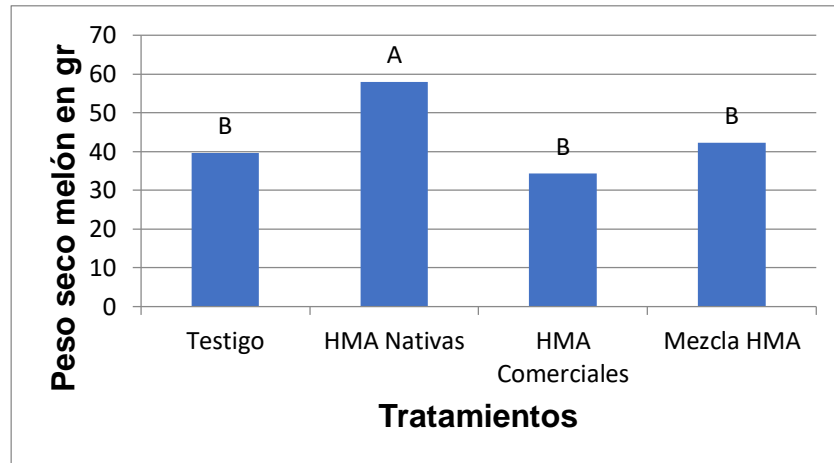


Figura 7. Peso seco del melón.

Diametro de la pulpa

En esta variable obtuvimos 2 resultados sin diferencia significativa siendo estos el tratamiento 2 y 4 correspondientes a las micorrizas nativas y la mezcla. Sin embargo podemos observar que ambas están por encima del tratamiento 1 testigos reforzando la idea de que las micorrizas influyen de manera positiva para el desarrollo de la pulpa del melón.

Lo anterior concuerdan con lo registrado por Coronado Espiricueta (2015) quien nos dice que los HMA si tienen un efecto positivo en el desarrollo del cultivo en esta variable gracias a la asociación entre el hongo y la planta.

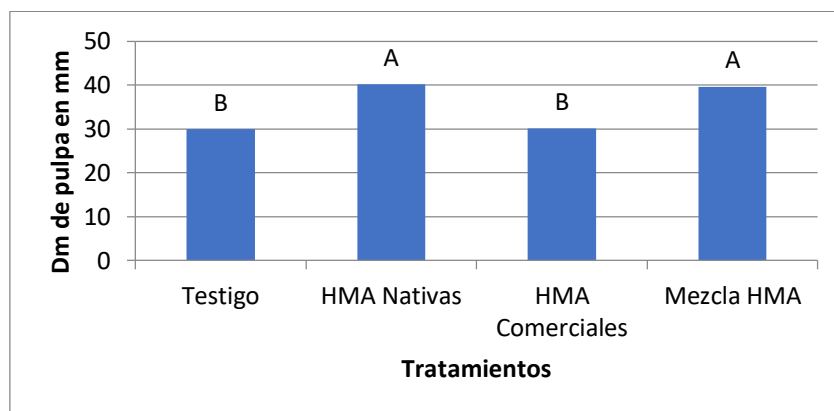


Figura 8. Diámetro de la pulpa en frutos de melón (mm).

Grosor del pericarpio

En base al análisis de varianza se puede observar que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos 1 (testigo) y tratamiento 3 (hma producto comercial) los cuales han desarrollado mas pericarpio en el fruto por lo cual se puede plantear la idea que las micorrizas nativas ayudan al fruto al tener un pericarpio mas delgado.

El resultado anterior nos indica una diferencia significativa entre los tratamientos 1 y 3 correspondientes a; tratamiento 1 testigo y tratamiento 3 hma comerciales y los tratamientos 2 y 4 que se conforman por ; tratamiento 2 hma nativas y mezcla hma donde los anterior mencioandos obtuvieron un pericarpio de menor tamaño siendo este un aspecto positivo al mercado y coincidiendo con Moreno, I. a. z. (2015) quien al realizar su trabajo de investigación con el cultivo de pimiento morrón quien aunque no obtuvo diferencia significativa si se puedo ver reflejado un menor pericarpio en los chiles adicionados con biofertilizantes como micorrizas dando así un beneficio para los HMA en esta variable.

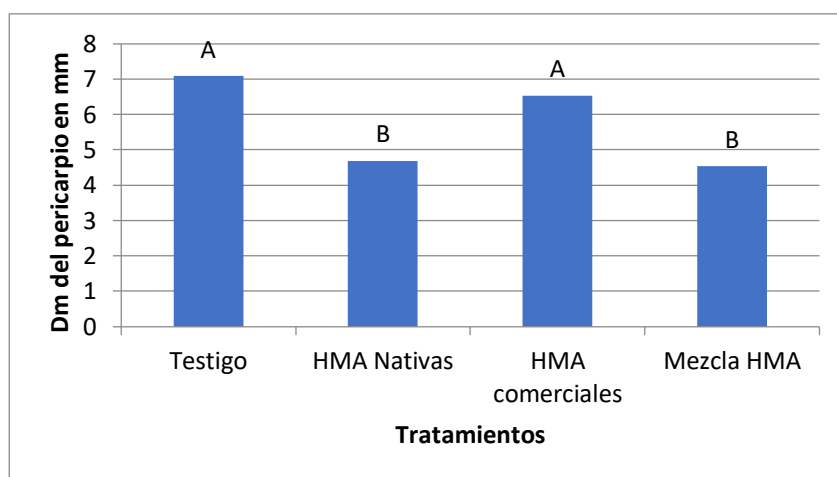


Figura 9. Diámetro del pericarpio en frutos de melón (mm).

Firmeza

Para esta variable existe una diferencia estadística significativa entre los tratamientos por lo cual podemos observar en la figura 10 que el tratamiento 2 correspondiente a los hongos micorrizicos arbusculares los cuales obtuvieron un

mejor resultado en la firmeza sobre el tratamiento 1 (testigo) por lo cual podemos adjudicar un beneficio positivo a los hongos micorrizicos arbusculares.

Estos resultados difieren a lo obtenido por Flores Palafox, (2022), quien no obtuvo diferencias significativas entre los tratamientos que incluye micorrizas y el testigo, pudiendo abjudicar un beneficio favorable a los hongos micorrizicos arbusculares al tener una simbiosis con la raiz del cultivo ayudando a la absorción de nutrientes y agua mediante el desarrollo de la planta hasta su etapa de cosecha.

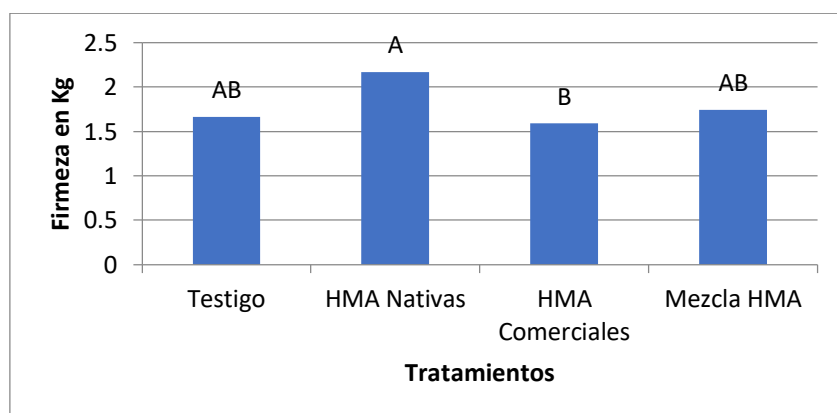


Figura 10. Firmeza obtenida en frutos melón (kg).

Sólidos solubles totales

El tratamiento 4 obtuvo un mejor resultado en la variable analizada elevando los grados brix por encima del tratamiento 1 correspondiente al testigo dando paso a que la mezcla de micorrizas tienen una influencia positiva para el desarrollo del melón en esta variable.

Con el anterior análisis podemos coincidir en lo que registro Coronado Espiricueta (2015) quien en su trabajo obtuvo un resultado similar entre sus tratamientos al igual que en este trabajo sin embargo los hongos micorrizicos arbusculares lograron obtener mejores resultados debido al aporte de fosforo que los hongos aportan a las plantas inoculadas.

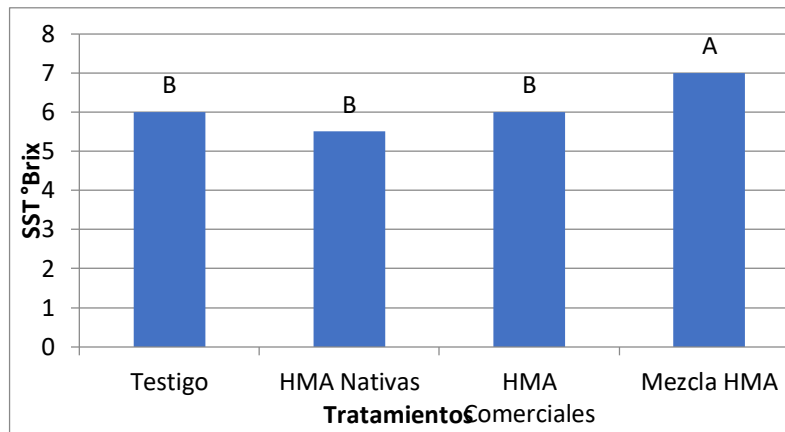


Figura 11. Cantidad de solidos solubles totales (° Brix)

4. Conclusión

En base a los resultados presentados con anterioridad podemos concluir que:

- La inoculación desde la siembra con HMA tienen un efecto en el desarrollo y en el rendimiento en el cultivo de melón, siendo en su mayoría beneficioso dando a la planta un mejor desarrollo en las variables evaluadas tales como; la firmeza de los frutos donde el tratamiento 2 de micorrizas nativas estuvo por encima de los demás tratamientos.
- El uso de HMA ayuda a reducir el uso de fertilizantes industriales sin perder la calidad del cultivo y aumentando el rendimiento del mismo, ayudando al impacto que se produce al usar estos fertilizantes, ayudando a bajar los costos de producción y reduciendo la contaminación del suelo.
- Podemos observar que el uso de HMA, semillas híbridas y fertirriego pueden ayudar a reducir el uso de fertilizantes durante todo el ciclo del cultivo.

Como propuesta para un nuevo trabajo de investigación podemos plantear:

- Reducir al 50% el uso de fertilizantes durante las primeras etapas del cultivo y al 25% durante la etapa final para poder observar el potencial que pueden dar los HMA al cultivo de melón.

5. Literatura citada

- Asociación de citricultores (AC), (2016), Uso de micorrizas en su cultivo – CitriCaldas. Consultado: 15/10/2023. Extraído de: <https://www.citricaldas.com.co/uso-de-micorrizas-en-su-cultivo/>
- Barrera-Berdugo, S. E., (2015), El uso de los hongos micorrizicos arbusculares como una alternativa para la agricultura. Consultado : 15/10/2023. Extraído de: ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/262755704_El_uso_de_los_hongos_micorrizicos_arbusculares_como_una_alternativa_para_la_agricultura
- Baquero-Maestre, C. E., ArcilaCardona, A., Arias-Bonilla, H., & Yacomelo-Hernández, M. (2017). Modelo productivo del cultivo de melón (Cucumis melo L.) para la región Caribe. Mosquera, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). Consultado: 14/10/2023 Extraído de: <https://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/download/60/43/584-2?inline=1>
- Blanco, I. (2023). Biofertilizantes ventajas y desventajas - De Raíz Chile. De Raíz Chile | Expertos en Compost, Tierra de Hojas y Jardinería. Consultado: 15/10/2023. Extraído de: <https://www.deraizchile.cl/blogs/noticias/biofertilizantes-ventajas-y-desventajas>
- Chávez-Díaz, I. F., Molina, L. X. Z., Cruz-Cárdenas, C. I., Rojas-Anaya, E., Ramírez, S. R., & De los Santos-Villalobos, S. (2021). Consideraciones sobre el uso de biofertilizantes como alternativa agro- biotecnológica sostenible para la seguridad alimentaria en México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i6.2492>
- Coronado Espiricueta, M. A. (2015). Impacto de la micorriza arbuscular y la lombricomposta sobre la agregación del suelo en el cultivo de melón [Tesis, Universidad de Sonora]. <http://www.repositorioinstitucional.uson.mx/bitstream/20.500.12984/2652/1/coronadoespericuetamiquelandresl.pdf>
- Elizabeth, U. S., Miguel, V. G. L., & Luis, V. A. (2021, 27 abril). *FERTILIZACIÓN ORGÁNICO-MINERAL Y USO DE MICORRIZAS EN EL CULTIVO DE LiliuM hybrida VAR. INDIAN SUMMERSET*. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/112836>
- Enríquez García, F., Retureta Aponte, A., Carmona Díaz, G., Paredes Jácome, J. R. ., & Rendón Lara, C. E. . (2022). Cultivo de melón (Cucumis melo L.) en Invernadero. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 10(1), 41–47. <https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v10i1.399>

- Flores Palafox, I. T. (2022). Micorrizas comerciales asociadas con abonos orgánicos y su respuesta en el desarrollo, rendimiento y calidad Postcosecha del melón.
- Food and Agricultural Organization of the United Nations, FAO. Anuarios de Producción. 2017. Roma, Italia. Página Web: www.fao.org.
- Fundación Española de Nutrición. (2013). Melón. Fen.org. consultado: 15 de octubre de 2023, Extraído de: <https://www.fen.org.es/MercadoAlimentosFEN/pdfs/melon.pdf>
- García, S. D. 2017. Micorrizas, los Biofertilizantes del Futuro que Vienen del Pasado. Serie Nutrición Vegetal Núm. 90. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 5 p. Extraído de: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/micorrizas-biofertilizantes-del-futuro-que-vienen-del-pasado>
- Guzmán N. 2012. Riego en el cultivo de melón. 1 ed. Corpoica. Colombia. P.20. Extraído de: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/19212/44693_59425.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hernandez Perez, A. (2019) Dos híbridos comerciales de melón (*Cucumis melo L.*), y su respuesta con abonos orgánicos asociados a micorrizas comerciales en la producción y la calidad postcosecha en campo durante el ciclo primavera.
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). (2017). *Manual de manejo agronómico para cultivo de melón Cucumis melo L.* (1.ª ed., Vol. 1). Extraído de: C:/Users/VAIO/Downloads/INIA_Libro_0059.pdf
- Irritec Iberia. (2023). Riego por goteo de melón consultado: 9 de noviembre de 2023. Extraído de: <https://www.irritec.es/cultivos/riego-por-goteo-de-melon/>
- Krístkova E, Lebada A, V. Vinter V y Blahousek O. 2003. Genetic resources of the genus *Cucumis* and their morphological description. Horticulture Science (Prague), 1:30. Extraído de: <http://www.biochemtech.uadec.mx/wp-content/uploads/2022/01/1-JBCT-2020-001.pdf>
- Laínez Orrala, P. E. (2021). EFECTO DE DOS BIOESTIMULANTES EN LA PRODUCCIÓN DE MUDAS DE MELÓN (*Cucumis Melo*) [Tesis, UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA]. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/7549/1/UPSE-TIA-2022-0013.pdf>
- Medina-García, L. R. (2016). *La agricultura, la salinidad y los hongos micorrízicos arbusculares: una necesidad, un problema y una alternativa.* http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S025859362016000300004&script=sci_arttext&lng=en

- Molina, 2013. Manejo nutricional de la piña. Cursos online Intagri. Consultado: 15/10/2023 Extraído de <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/biofertilizantes-en-agricultura>
- Morales-García, Y. E., Juárez-Hernández, D., Hernández-Tenorio, A. L., Muñoz-Morales, J. M., Baez, A., & Muñoz-Rojas, J. (2020). Inoculante de segunda generación para incrementar el crecimiento y salud de plantas de jardín. Zenodo (CERN European Organization For Nuclear Research). <https://doi.org/10.5281/zenodo.5100257>
- MORENO, L. A. Z. (2015). Efecto de la biofertilización en el crecimiento, rendimiento y calidad de frutos de *Capsicum annum* cv. California Wonder, cultivados con y sin acolchado plástico en casa sombra y campo abierto (Doctoral dissertation, Tesis maestría). Centro de investigación en química aplicada, Saltillo, Coahuila, México. Recuperado de: <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/259/1/Antonio%20Zamorano%20Mo%20reno.pdf>.
- Pérez, L. A., Zumaqué, L. E. O., & Violeth, J. L. B. (2017b). Efecto de la micorrización y el lombriabono sobre el crecimiento y desarrollo del Sacha inchi *Plukenetia volubilis* L. *Temas Agrarios*, 23(1), 18-28. <https://doi.org/10.21897/rta.v23i1.1140>
- Pinto Zapata, P. Z. (2012). Características generales del cultivo de melón. En *Manual cultivo de melón* (1era ed.). Corpoica. Consultado: 14/10/2023. Extraído de: file:///C:/Users/VAIO/Downloads/44691_59423.pdf
- Pravia, A. (2024, 5 enero). ¿Qué es *Glomus iranicum* var. *tenuihypharum* y por qué es mejor que otros hongos formadores de micorrizas? - Symborg. Symborg. <https://symborg.com/mx/actualidad/glomus-iranicum-var-tenuihypharum/>
- Procuraduría Federal del Consumidor. (2021). Biofertilizantes. Consultado: 15/10/2023 Extraído de: <https://www.gob.mx/profeco/articulos/biofertilizantes?idiom=es>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. 2021. Melón mexicano: rico, nutritivo, sabroso y productivo. Sitio web: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/melon-mexicano-rico-nutritivo-sabroso-y-productivo?idiom=es#:~:text=El%20mel%C3%B3n%20es%20un%20cultivo,de%20divisas%20para%20el%20pa%C3%ADs.t>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2017. Cultivos de interés: melón. 2019, de SIAP Sitio web: http://encuestascontinuas.siap.gob.mx/edu_siap/segunda.php?cv_cultivo=21200&cv_ciclo=1

- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2021. Panorama agroalimentario. Consultado: 13/10/2023. Extraído de: <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/panorama-agroalimentario-258035>
- Tecnología, P. (2020, 7 septiembre). NECESIDADES NUTRIMENTALES DEL MELÓN. ProainShop. <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/necesidades-nutrimientales-del-melon>
- Tornez De Jesus, Z, L. (2018) “Efecto de tres abonos orgánicos más micorrizas en el rendimiento y la calidad postcosecha de la calabacita (Cucúrbita pepo L.), bajo condiciones de invernadero”
- Vermiduro, (2024). *Micorrizas, ¿qué son y qué papel cumplen en el suelo?* VERMIDUERO. <https://vermiduro.es/micorrizas>
- Virgen, 2013. Bacterias promotoras del crecimiento vegetal. Cursos online INTAGRI. Consultado: 15/10/2023. Extraído de <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/biofertilizantes-en-agricultura>