

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Calidad Nutracéutica y Contenido Mineral del Cultivo de Pimiento Morrón
(*Capsicum annuum*) Inoculado con Rizobacterias y Endomicorrizas

Por:

OTONIEL CRUZ PÉREZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Mayo de 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Calidad Nutracéutica y Contenido Mineral del Cultivo de Pimiento Morrón
(*Capsicum annuum*) Inoculado con Rizobacterias y Endomicorrizas

Por:

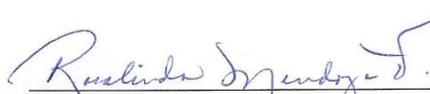
OTONIEL CRUZ PÉREZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



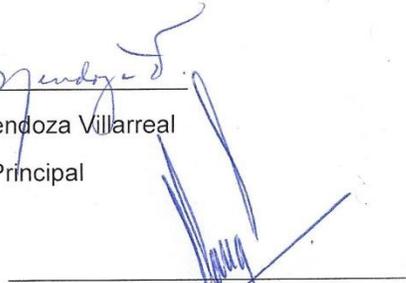
Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal

Asesora Principal



Dr. Valentín Robledo Torres

Coasesor



Dr. Alberto Sandoval Rangel

Coasesor



Dr. Gabriel Gallegos Morales

Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Mayo 2018

Índice

I. Agradecimientos	1
II. Dedicatorias	2
1. RESUMEN	3
2. HIPÓTESIS.....	4
3. OBJETIVO GENERAL	4
4. OBJETIVO ESPECÍFICO.....	4
5. INTRODUCCIÓN	5
6. REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
6.1. Origen y distribución	6
6.2. Importancia mundial	6
6.3. Importancia nacional.....	7
6.4. Taxonomía y morfología	7
6.4.1. Descripción botánica	7
6.4.2. Fisiología.....	8
6.5. Requerimientos climáticos	9
6.6. Agricultura protegida.....	9
6.6.1. Estadísticas	10
6.7. Fertilizantes	10
6.7.1. Objetivos de la aplicación de fertilizantes.....	11
6.7.2. Importancia de los elementos primarios en la fertilización de	11
pimiento morrón y su impacto en la calidad del fruto	11
6.7.3. Importancia de los elementos secundarios en la fertilización de..	12
pimiento morrón y su impacto en la calidad del fruto y planta	12
6.8. Biofertilizantes	12
6.8.1. Fijadores de nitrógeno.....	13
6.8.2. Solubilizadores de fósforo	13
6.8.3. Captadores de fósforo.....	13
6.8.4. Promotores de crecimiento.....	14
6.9. Micorrizas	14
6.9.1. Endomicorrizas.....	14
6.9.2. Ectomicorrizas.....	15

7. Variables de calidad de pimiento morrón inoculadas con rizobacterias	15
y endomicorrizas.....	15
7.1. Sólidos Solubles Totales	15
7.2. Ácido ascórbico o vitamina C.....	15
7.3. Carotenoides	16
7.4. Índice de acidez.....	16
7.5. pH.....	16
8. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
8.1. Preparación del experimento	17
8.2. Trasplante.....	17
8.3. Tratamientos.....	17
8.4 Diseño experimental	19
8.5. Riegos	19
8.6. Medición de variables de calidad.....	19
8.6.1. Sólidos Solubles Totales	19
8.6.2. Índice de Acidez	19
8.6.3. Vitamina C.....	20
8.6.4. pH.....	20
8.6.5. Carotenos.....	20
8.7. Medición de contenido mineral	20
8.7.1. Determinación del contenido de P.....	20
8.7.2. Determinación del contenido de N.....	21
9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
9.1. Sólidos solubles totales (SST)	21
9.2. Contenido de Vitamina C.....	22
9.3. pH.....	24
9.4. Índice de Acidez (%)......	26
9.5. Contenido de carotenos.....	27
9.6. Contenido mineral.....	28
CONCLUSION	30
10. BIBLIOGRAFIA.....	31

Índice de figuras

- Figura 1.** Porcentaje de sólidos solubles totales (° Brix) en frutos de pimiento morrón var. Lambourgini inoculados con *Azospirillum* y endomicorrizas..... 21
- Figura 2.** Contenido de Vitamina C y niveles de significancia en pimiento morrón inoculados con *Azospirillum* y endomicorrizas 23
- Figura 3.** Contenido de pH en frutos de pimiento morrón Var Lambourgini inoculados con *Azospirillum* y endomicorrizas..... 25
- Figura 4.** Porcentaje de Índice de Acidez en frutos de pimiento morrón Var. Lambourgini inoculados con *Azospirillum* y endomicorrizas 26
- Figura 5.** Contenido de carotenoides en el fruto de pimiento morrón Var. Lambourgini inoculados con *Azospirillum* y endomicorrizas 28

Índice de cuadros

Cuadro 1. Países productores..... 7

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos del experimento en el cultivo de pimiento morrón var. Lambourgini aplicando *Azospirillum* y endomicorrizas 18

Cuadro 3. Cuadro de comparación de medias del contenido de N y P en el fruto de pimiento morrón Var. Lambourgini..... 29

I. Agradecimientos

A Dios, por darme la vida y bendecirme a diario, por permitirme lograr terminar un ciclo más en mi vida y por permitirme lograr uno de mis sueños.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por brindarme tantas facilidades para realizar mis sueños y poder terminar la licenciatura, por tener buenos maestros que impactaron de manera positiva en mi formación académica.

A la Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal, por su apoyo en la asesoría de este proyecto y por su tiempo en la revisión del desarrollo del mismo.

A la MC. Eneida Pérez Velasco, por su apoyo en la realización y desarrollo del cultivo, y por sus enseñanzas, con las cuales obtuvimos buenos resultados.

A mis maestros que me impartieron clases, Dra. Rosalinda, Dr. Leobardo Bañuelos, Dr. José Antonio, Dr. Armando, Dra. Fabiola, Dr. Víctor Reyes, MC Alfonso Rojas, MC. Alfredo Sánchez, Ing. Gerardo Rodríguez, Biol. Silvia Pérez.

Gracias a mis maestros por contribuir en mi desarrollo profesional y compartirme sus conocimientos que enriquecieron mi carrera profesional.

A mis compañeros de clase, Víctor, Ricardo, Mario, Cesar, Miguel, Noé, Roberto, Ulises, gracias por su amistad y por su compañerismo durante los años de la carrera.

A mis amigos, Manuel, Juan Carlos, Hernán, Alejandro, Jhovani, Jorge, Genaro, Juan Bernardo, por compartir momentos de alegría juntos.

A Areli Hernández, gracias por brindarme tu tiempo, cariño y comprensión, por ser parte tan importante en mi vida y por todos los momentos bonitos que hemos pasado, te amo.

II. Dedicatorias

A mi madre, por haberme regalado la vida y por haberme criado, pero sobre todo por haberme llenado de amor y por cuidarme desde el cielo durante estos años. Por luchar cuando no había dinero para la escuela, hoy tu esfuerzo valió la pena y aquí está el fruto de tu valiosa ayuda, te amo mama.

A mi padre, por haberme inculcado una buena educación, por su apoyo y comprensión, por su cariño y su esfuerzo para que pudiese terminar este ciclo de mi vida. Por ser el pilar de la familia y por enseñar a sus hijos a llevar un buen camino.

A mis hermanos:

Zenobia Cruz Pérez

Enelida Cruz Pérez

María de Jesús Cruz Pérez

Arvey Cruz Pérez

José Romelin Cruz Pérez

Gracias por el cariño que recibí de todos ustedes estando lejos de la familia, por recibirme con afecto cuando llegaba de vacaciones, por esos abrazos que parecían recibir los abrazos de nuestra madre, por esos consejos que fortalecieron mi vida al estar lejos de todos ustedes, todo fue sufrimiento, pero hoy se ve el fruto reflejado de esos esfuerzos.

A mis sobrinos, Marlene, Marín, Jazmín, Daniel, Marisol, Alondra, Marlín, Erick, Adineli.

1. RESUMEN

En la actualidad los consumidores de frutos hortícolas buscan los frutos con mayor contenido nutraceútico y de buena calidad, por esta razón los productores se ven en la necesidad de mejorar el programa de fertilización de los productos hortícolas cada vez más o buscar alternativas para incrementar la calidad de los productos y al mismo tiempo poder satisfacer las necesidades de los consumidores.

El crecimiento de los cultivos depende en gran medida de una adecuada nutrición mineral, por lo que un estudio a fondo de la calidad de los productos es la base para establecer los programas de fertilización.

El objetivo de este estudio fue conocer la calidad nutraceútica en Pimiento de color amarillo con la utilización de *Azospirillum sp.* Y *Glomus intraradices* combinado en sustrato a base de lombricomposta, peat moss y perlita (60-20-20). El diseño experimental fue bloques completamente al azar con nueve tratamientos. Se necesitó del uso de soluciones Steiner de manera modificada en las siguientes formas (100% N- 50%P, 50% N – 100% P, y 50% N – 50%P) esto aunado a dos concentraciones de bacterias (10^4 y 10^6 UFC ml⁻¹) y endomicorrizas (25 y 50 esporas) además de un testigo con solución completa de Steiner. Las variables de calidad nutraceutica que se vieron mejoradas fueron, SST, contenido de Vitamina C y porcentaje de Índice de Acidez, estas con la inoculación de 50 esporas y 10^6 UFC ml⁻¹. El contenido mineral aumento con el uso de 50 esporas y 10^6 UFC ml⁻¹ y con una solución nutritiva de 50 % N – 50%P.

Palabras clave: endomicorrizas, contenido nutraceútico, esporas.

2. HIPÓTESIS

Al menos un tratamiento con rizobacterias y endomicorrizas tendrá un mayor efecto en la calidad nutracéutica en pimientos de color amarillo Var. Lambourgini

3. OBJETIVO GENERAL

Evaluar los parámetros de calidad nutracéutica y contenido de minerales N-P de pimiento color amarillo en respuesta al uso de biofertilizantes

4. OBJETIVO ESPECÍFICO

- ✓ Medir el contenido de minerales N-P en pimiento color amarillo
- ✓ Determinar los valores de los parámetros de la calidad nutracéutica en pimiento morrón.

5. INTRODUCCIÓN

El pimiento es originario de América del Sur, de la zona de Bolivia y Perú, al igual que otras especies hortícolas, rápidamente se incorporó al elenco de los productos saborizantes y de las hortalizas del viejo mundo. (Vallespir, 1996)

Debido al incremento de exportación se han buscado alternativas para incrementar la producción y calidad en este cultivo, esto conlleva una mejora en los programas de fertilización.

A mediados del siglo pasado surgió lo que se le conoce como revolución verde, que se caracterizó por el aumento de la producción agrícola y el uso de los fertilizantes químicos para acelerar la generación de cultivos en altas cantidades. Sin embargo, con el paso del tiempo, este tipo de fertilizantes ha tenido un impacto ambiental, pues para producirlos se requiere de un alto contenido energético y los suelos sufren contaminación y acidificación. Estos problemas llevaron a la búsqueda de opciones menos dañinas para el medio ambiente. Una de ellas ha sido el desarrollo de biofertilizantes, sobre los cuales se ha generado una gran experiencia en México. Un biofertilizante está hecho a base de una bacteria o un hongo que le permite a la planta adquirir nutrientes para mejorar su desempeño. (Santillan, 2016)

Las ciencias agronómicas han demostrado que los fertilizantes químicos son menos imprescindibles, y a favor de esto los biofertilizantes han ido en ascenso en su uso ya que demuestran ser eficientes en la nutrición de las plantas y minimizan el uso de los fertilizantes minerales.

Además, que cuentan con ventajas importantes, porque permiten una producción a bajo costo, son amigables con el medio ambiente y se mantiene

la conservación del suelo desde el punto de vista de biodiversidad y fertilidad del mismo.

6. REVISIÓN DE LITERATURA

6.1. Origen y distribución

El chile Pimiento, es una planta que tiene su origen, en el continente americano. Cristóbal Colon, fue el que lo introdujo a Europa y después con mayor intensidad en el siglo XVI por los conquistadores españoles. (Vilmorin, 1977).

Asia es el continente con mayor terreno dedicado al cultivo de pimiento, donde destacan países como Indonesia, China, República de Corea, Pakistán y Turquía. El segundo continente en importancia, de acuerdo con el terreno cultivado, es África, donde el continente europeo le sigue muy de cerca. En Europa, destacan países como ex Yugoslavia, España, Italia, Rumania, Hungría y Bulgaria, mientras que, en África, los principales son Nigeria, Ghana, Argelia, Túnez, y Egipto. En el continente americano destacan, México y USA con la mayor superficie destinada a este cultivo (Nuez *et al.*, 2003)

6.2. Importancia mundial

Este cultivo se ha extendido a nivel mundial, donde se practica en su totalidad en las zonas templadas y cálidas de todo el mundo. El chile pimiento ocupa el quinto lugar a nivel mundial de los cultivos hortícolas en cuanto a superficie cultivada y en cuanto a producción total, ocupa el octavo lugar. Esta diferencia entre la superficie cultivada y la producción total, es

dada por que el pimiento es un cultivo con una cantidad muy alta en cuanto a materia seca se refiere (Nuez *et al*, 2003)

Son cinco países los responsables del 76.6% de la producción mundial de pimiento en toneladas. China aporta el 50.1% de la producción mundial, mientras que el otro 26.5%, los países responsables de la producción son México, Turquía, España, y EE. UU. (Ugarte, *et al*, 2007)

China	50.1%
México	26.5%
Turquía	
España	
EE.UU	
otros	23.4%

Cuadro 1. Países productores

6.3. Importancia nacional

En México, según datos de SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera), la producción de pimiento en el año 2015 fue de 2 782 341 ton, y para el año 2016 fue de 3 279 910 to. La superficie cosechada en el año 2015 fue de 148 689 ha y para el año 2016 fue de 170 135. (SIAP, 2017)

6.4. Taxonomía y morfología

6.4.1. Descripción botánica

Todas las plantas al momento al germinar reciben una identidad específica al igual que una identidad de población. Así la planta de pimiento morrón *Capsicum annum* L. se identifica de la siguiente manera:

- Reino de las plantas
- Clase de las dicotiledóneas (semillas que tienen un embrión con dos cotiledones)
- Subclase metaclamideas, (flores con doble perianto y estambres insertados en ella)
- Orden tubliforas (gamopétalas, tienen sus pétalos pegados en la base)
- Familia de las solanáceas, de la misma manera que el tomate y la berenjena
- Género: *Capsicum*
- Especie: *annuum*

(Mármol, 2010)

6.4.2. Fisiología

Es una planta herbácea que puede durar varios años si se le aplica la poda de regeneración. Su altura puede variar entre 0.5 metros en variedades cultivadas al aire libre y hasta 2 metros en algunas variedades que se cultivan bajo invernadero (Cermeño, 2011)

Tiene un **sistema radicular** pivotante y profundo, contiene un gran número de raíces adventicias que pueden llegar a medir de entre 50 cm hasta 1 metro.

Su **tallo** principal es de crecimiento limitado y erecto. Cuando alcanza una determinada altura, forma dos o tres ramificaciones en forma de cruz que dependerá de la variedad y después continúa ramificándose de forma dicotómica hasta el final de su ciclo.

Contiene **hojas** enteras y lanceoladas con un ápice muy formado, con peciolo largo y poco aparente.

Sus **flores** aparecen solas en cada nudo del tallo con inserción en las axilas de las hojas, son pequeñas y tiene una corola blanca.

El **fruto** es una baya hueca semicartilaginosa de colores muy variables (rojo, amarillo, naranja, verde, violeta o blanco). (INFOAGRO, 2003)

6.5. Requerimientos climáticos

Tapia, (2010) menciona que el manejo exacto de los factores del clima de forma grupal es fundamental para el buen funcionamiento del cultivo.

Las temperaturas críticas del pimiento morrón son las siguientes en las distintas fases de su desarrollo son las siguientes:

- **Germinación:** óptima 20-25 °C, mínima 13°C y máxima 40°C
- **Crecimiento vegetativo:** óptima 20-25°C durante el día y 16-18°C por la noche, mínima 15°C y máxima 32°C.
- **Floración y fructificación:** 26-28°C durante el día y 18-20°C por la noche, mínima 18°C y máxima 35°C.

La **humedad relativa** oscila entre 50 a 70%. Cuando la humedad relativa es muy alta puede provocar enfermedades aéreas y puede dificultar la fecundación. El rango de pH adecuado debe estar entre 6.5 -7, aunque puede resistir ciertas condiciones de acidez (INFOAGRO, 2003)

6.6. Agricultura protegida

Desarrollar cultivos bajo condiciones protegidas significa obtener la cosecha fuera del tiempo normal de la producción, con rendimientos muy altos (hasta un 300 % más de la producción normal a la intemperie) y de muy buena

calidad, esto en relación con la protección que se le ejerce contra agentes climáticos que afectan a la calidad y rendimiento de los productos.

Ventajas de la agricultura protegida

- Programación de las cosechas de acuerdo con el mercado y el precio del producto
- Precocidad en el ciclo del cultivo, lo que hace posible más cosechas por año
- Incremento del rendimiento de los cultivos (hasta un 300%)
- Excelente calidad de los frutos ya que son más uniformes, sanos y no contaminados.
- Ahorro de agua

Producir cultivos en invernaderos ofrece un atractivo enorme, sobre todo en aquellos cultivos que se destinan para mercados internacionales que exigen calidad pero que pagan precios muy elevados por los productos. (Lopez *et al*, 2007)

6.6.1. Estadísticas

En la actualidad la superficie de la agricultura protegida en nuestro país es alrededor de 15 000 ha y en los últimos años se ha incrementado anualmente de entre 20 a 25%. Los invernaderos constituyen un 44 % y las mallas sombras un 51% de la superficie total, y el resto lo constituyen micro y macro túneles. Los invernaderos pueden acondicionarse con calefacción, extractores de aire y sistemas automáticos para el riego y para la aplicación de los fertilizantes (López *et al.*, 2011)

6.7. Fertilizantes

Un adecuado suministro de nutrientes es un factor indispensable en la búsqueda de altos rendimientos en cualquier explotación agropecuaria, más

si los cultivos están ubicados en suelos con poca fertilidad, y que no tienen la suficiente capacidad para suministrarlos de forma natural. Por excelencia los fertilizantes son utilizados para que aporten los nutrientes necesarios a las plantas, que los sustratos no son capaces de aportar. (Vélez, 2014) .

6.7.1. Objetivos de la aplicación de fertilizantes

1.-Obtener la máxima eficiencia del uso de los fertilizantes, es decir obtener el máximo rendimiento con la menor dosis posible de fertilizante.

2.-Minimizar el daño ambiental, conservar la calidad del ambiente produciendo óptimos rendimientos de los cultivos.

3.- Reducir el tiempo y las necesidades de energía en las aplicaciones. (Bordoli y Barbazan, 2010).

6.7.2. Importancia de los elementos primarios en la fertilización de pimiento morrón y su impacto en la calidad del fruto

El **nitrógeno** es un constituyente en un gran número de compuestos orgánicos que son esenciales en el metabolismo de la planta, además que forma parte de la estructura de todas las proteínas y los ácidos nucleicos (crecimiento y rendimiento), forma parte también como constituyente en las clorofilas y enzimas del grupo de los citocromos, los cuales son indispensables para la fotosíntesis y la respiración (Casilimas *et al*, 2012)

Ugarte et al (2007) menciona que el nitrógeno es el principal nutriente responsable del desarrollo foliar y debería estar por consiguiente desde las primeras fases del cultivo.

Las bacterias fijadoras de nitrógeno, son una buena solución en el aporte de nitrógeno para las plantas.

El **fósforo** se encuentra en todos los tejidos de la planta en diferentes concentraciones dependiendo del órgano vegetativo. Debido a la gran movilidad que tiene, actúa en la planta neutralizando los ácidos orgánicos resultantes del metabolismo y asegura así la constancia de la concentración en H⁺ de los jugos celulares. (Casilimas *et al*, 2012)

El **potasio** se encuentra en la síntesis de proteínas, procesos fotosintéticos y el transporte de azúcares de las hojas a los frutos, un buen suministro de potasio sustentará, por consiguiente, desde el principio desde la hoja en el crecimiento de la fruta y contribuirá al efecto positivo del potasio en el rendimiento y en el alto contenido de sólidos solubles (Ugarte *et al*, 2007)

6.7.3. Importancia de los elementos secundarios en la fertilización de pimiento morrón y su impacto en la calidad del fruto y planta

Una buena aportación de calcio en las plantas, tendrán una mejor calidad de almacenamiento en los frutos y las plantas una menor susceptibilidad de enfermedades. Por su parte el **magnesio** es parte fundamental en la molécula de clorofila, por tal motivo se encuentra en todas las partes verdes de la planta. El **azufre** es parte importante en la síntesis de aminoácidos esenciales: cisteína y metionina. (Ugarte *et al*, 2007)

6.8. Biofertilizantes

Los biofertilizantes son insumos elaborados con uno o varios microorganismos benéficos, ya sea hongos o bacterias generalmente, los cuales incrementan la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Los biofertilizantes presentan grandes ventajas en su uso en la agricultura, como mayor producción a menor costo, protección al ambiente y aumento de la fertilidad y biodiversidad del suelo. Estos insumos se pueden dividir en cuatro

grupos: fijadores de nitrógeno, solubilizadores de fosforo, captadores de fosforo, y promotores de crecimiento vegetal (INTAGRI, 2013)

6.8.1. Fijadores de nitrógeno

Estos biofertilizantes son bacterias que se desarrollan de forma natural en el suelo o también llamadas rizobacterias, por consiguiente son un biofertilizante ecológico y se dividen en dos grupos: las simbióticas como *Rhizobium* que son específicas de las leguminosas, y las de forma libre que no necesitan de una planta para reproducirse y viven en el suelo como *Azotobacter* y *Azospirillum*. Las bacterias que fijan nitrógeno y que son libres, pueden sustituir el nitrógeno sintético, en concentraciones adecuadas y en ciertos cultivos de baja demanda, teniendo así rendimientos sin merma alguna y a menor costo (INTAGRI, 2013).

6.8.2. Solubilizadores de fósforo

Los microorganismos encargados de este proceso son generalmente hongos y bacterias, estos dinamizan el ciclo del fosforo a través de la mineralización, inmovilización y solubilización, procesos que se relacionan directamente con su metabolismo nutricional. (Torres y Reyes, 2014).

6.8.3. Captadores de fósforo

Las micorrizas fungen como captadoras de fosforo, penetran o se unen a las raíces para que estas les proporcionen los alimentos necesarios para que cumplan con su ciclo de vida, se alimentan de exudados de la raíz ricos en

azúcares. La presencia de las micorrizas en esta parte de las plantas ayuda a la planta a una mejor absorción de agua y nutrientes, así como defensa contra patógenos. Las micorrizas se destacan por el beneficio en la absorción del fósforo, elemento que es muy inmóvil en el suelo y gracias a la incorporación de micorrizas tiene un efecto directo y positivo en su absorción. El acceso al fósforo no se da por flujo de masas, sino por intercepción por lo que cuando las micorrizas facilitan el crecimiento radical y funcionan sus hifas como extensión de las mismas, el acceso al fósforo por parte de la planta incrementa sustancialmente (INTAGRI, 2013).

Un mayor contenido de fósforo en las plantas, repercute de forma positiva en la planta y en los frutos, pues habrá mayor división celular y mayor transferencia de energía. (Ugarte *et al*, 2007).

6.8.4. Promotores de crecimiento

Las bacterias promotoras de crecimiento o PGPR por sus siglas en inglés, son *Pseudomonas sp.*, *Agrobacterium sp.*, *Bradyrhizobium sp.*, *Azotobacter sp.*, *Azospirillum sp.*, *Streptomyces sp.*, y *Xanthomonas sp* (INTAGRI, 2013).

6.9. Micorrizas

Las micorrizas son asociaciones simbióticas mutualistas de diversos tipos que se establecen entre diferentes hongos del suelo y las raíces de una planta. De estas asociaciones se destacan por su ubicación las endomicorrizas que son las más comunes en la naturaleza, ya que ocurre en la mayoría de los suelos y en el 90% de las familias de las plantas (INTAGRI, 2013).

6.9.1. Endomicorrizas

Este tipo de asociación (hongo-raíz) es la más extendida en la naturaleza, la cual está 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 es huésped (INTAGRI, 2013)

6.9.2. Ectomicorrizas

Se trata de una interacción en la que las hifas de un hongo penetran las raíces secundarias de una planta para desarrollarse, donde rodean las células de la corteza radical formando una trama intercelular denominada red de Hartig, además de una capa de micelio en la parte exterior de la raíz llamada manto (Torres, 2010)

7. Variables de calidad de pimiento morrón inoculadas con rizobacterias y endomicorrizas.

7.1. Sólidos Solubles Totales

Rodríguez, (2016), señala que al inocular PGPR (*Bacillus* sp) con sustrato (50% de compost, 40% arena y 10% perlita) incrementa el contenido de SST en el fruto del cultivo de tomate, tratamiento con el cual obtuvo un valor de 4.36 °Brix, superando en un 29.81% a los valores registrados del control o testigo, con un valor de 3.40 ° Brix.

7.2. Ácido ascórbico o vitamina C

Martínez, (2010) señaló que las plantas de fresa inoculadas con HMA de las variedades Jacona y Albión mostraron la misma respuesta con *G. clarum*

tratamiento que promovió un aumento significativo, en la variedad Albión obtuvo valores de 77.54 mg/100g en el testigo y 82.34 mg/100g en el tratamiento antes mencionado, mientras que en la variedad Jacona obtuvo en el tratamiento el valor de 86.85 mg/100g y en el testigo 78.12 mg/100g.

7.3. Carotenoides

Rodríguez, (1997) menciona que los carotenos son pigmentos naturales ampliamente distribuidos, responsables del color amarillo, naranja y rojo en las frutas raíces y flores.

7.4. Índice de acidez

Sánchez, (2015), coincidió con los resultados de este experimento, donde menciona que la inoculación de *B. subtilis*, con 50 % de fertilización química se mejora significativamente la acidez en frutos de plantas de fresa con un valor de 1.70 %, comparado con los otros tratamientos, donde mezcló fertilización química al 100 % y 50 % con y sin inoculación de *B. subtilis* y a comparación con el testigo, el cual fue superado ampliamente, por un 52%.

7.5. pH

Hernández-Fuentes, (2010) señala que las variables de pH e Índice de Acidez están estrechamente relacionadas, cuando el pH del jugo del pimiento morrón es ácido, nos indica que habrá más presencia de ácidos orgánicos en el fruto, y por consecuencia cuando el pH es más bajo, el nivel de IA será mayor y vs.

Fuentes, (2010) menciona que el índice de acidez está estrechamente relacionado con el valor de pH de los frutos, porque inoculó plantas de fresa

con *G. clarum* y obtuvo valores en el testigo del 1.25% de IA y 3.52 de pH y en el tratamiento donde inoculó *G. clarum* obtuvo 0.98 de IA y 3.67 de pH.

8. MATERIALES Y MÉTODOS

8.1. Preparación del experimento

El experimento se realizó en uno de los invernaderos que cuenta el departamento de Horticultura, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en la colonia Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. El experimento se realizó en la fecha que comprende de junio a noviembre de 2016, durante el experimento se registraron las temperaturas mínimas y máximas, las cuales fueron, 12.4°C y 37.9°C respectivamente y una humedad mínima de 23.9% y una máxima de 69.6%.

8.2. Trasplante

Para el experimento se usaron plántulas de 12 cm de altura, de la variedad Lambourgini de pimiento morrón, las cuales fueron trasplantadas en bolsas de polietileno con una capacidad de 10 Lts cada una. Cada contenedor se llenó con una mezcla que contenía lombricomposta, turba ácida y perlita en una proporción de 60%, 20% y 20% respectivamente.

8.3. Tratamientos

Para la realización del experimento se usaron 9 tratamientos (Cuadro 2) para los cuales se modificaron cuatro soluciones nutritivas basadas en la formulación de Steiner, y para los inoculantes también se usaron cuatro concentraciones dos con *Azospirillum sp* 10^4 y 10^6 UFC ml^{-1} y dos con *Glomus intraradices* se aplicaron 25 y 50 esporas.

Para la aplicación de las 50 esporas de *Glomus intraradices* se pesó 0.1 g del producto comercial diluido en 100 ml de agua destilada la cual fue aplicada en cada planta, y para las 25 esporas se pesaron 0.05 g del producto. Para la aplicación de *Azospirillum sp* se prepararon suspensiones de la cepa original (10^{10} UFC ml^{-1}), realizando diluciones hasta lograr las concentraciones de 10^4 y 10^6 UFC ml^{-1} .

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos del experimento en el cultivo de pimiento morrón var. Lambourgini aplicando *Azospirillum* y endomicorrizas

Tratamiento	Concentración del inóculo	SN steiner (N - P)
1. Control (C)	Sin inocular	Completa
2. <i>Azospirillum sp</i> (AZ10 ⁴)	10^4 UFC ml^{-1}	50%–100%
3. <i>Azospirillum sp</i> (AZ10 ⁶)	10^6 UFC ml^{-1}	50%–100%
4. <i>G. intraradices</i> (G25)	25 esporas	100%–50%
5. <i>G. intraradices</i> (G50)	50 esporas	100%–50%
6. <i>Azospirillum</i> + <i>G. intraradices</i> (AZ10 ⁴ + G25)	10^4 + 25 esporas	50%–50%
7. <i>Azospirillum</i> + <i>G. intraradices</i> (AZ10 ⁴ + G50)	10^4 + 50 esporas	50%–50%
8. <i>Azospirillum</i> + <i>G. intraradices</i> (AZ10 ⁶ + G25)	10^6 + 25 esporas	50%–50%
9. <i>Azospirillum</i> + <i>G. intraradices</i> (AZ10 ⁶ + G50)	10^6 + 50 esporas	50%–50%

UFC ml^{-1} =unidades formadoras de colonias, SN = solución nutritiva. 10^4 y 10^6 son las concentraciones de *Azospirillum*

8.4 Diseño experimental

Los tratamientos se distribuyeron en un diseño en bloques completamente al azar y los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) utilizando el programa SAS (Statistical Analysis Systems) versión 9.0.

8.5. Riegos

Se usó un sistema de riego por goteo, los riegos se efectuaron tres veces al día, 6 am, 1 pm, y 5 pm con una duración de 15 minutos por cada riego. Los goteros tenían un gasto de 8 L/h.

8.6. Medición de variables de calidad

Se cosechó un fruto por repetición con un total de cinco frutos por tratamiento, para después analizar las variables de calidad.

8.6.1. Sólidos Solubles Totales

Se determinaron por el método 932.12 (A.O.A.C, 1990), para lo cual se empleó un refractómetro digital MI96801 marca HANNA con capacidad de 0%-85% expresando los resultados en °Brix. Se cortó un cuadro pequeño de la parte media del fruto y se exprimió hasta tener una gota de jugo que se colocó en el sensor.

8.6.2. Índice de Acidez

La acidez titulable o índice de acidez se determinó de acuerdo a la metodología 942.15 (A.O.A.C, 2005) expresando los datos como porcentaje de ácido cítrico.

8.6.3. Vitamina C

El ácido ascórbico (vitamina C) se determinó por el método volumétrico 2-6 diclorofenol indofenol (A.O.A.C, 1990).

8.6.4. pH

El pH se determinó colocando una gota del jugo del fruto en el lector del potenciómetro Horiba (LAQUAtwin B-712).

8.6.5. Carotenos

Para la determinación de carotenos se empleó la técnica propuesta por Almela *et al*, (1991), para lo cual la muestra fue tomada y analizada el mismo día del corte cuidando que dicha muestra estuviera libre de cualquier daño, se empleó un espectrofotómetro marca BIOMATE 5-9423 y la medición se realizó a una longitud de onda de 454 nm.

8.7. Medición de contenido mineral

8.7.1. Determinación del contenido de P

Para determinar la concentración de P se empleó el método colorimétrico (Bray y Kurtz, 1945), se deshidrató el fruto de pimiento, se molió y se tomó una muestra de 1g, dicha muestra se sometió a calcinación a una temperatura de 650°C durante tres horas, después a la muestra calcinada se le agregaron 10 ml de ácido nítrico y 1ml de peróxido de hidrógeno. Se filtra y se afora con agua desionizada a 100ml. Posteriormente se tomó una alícuota de 1ml agregándole 5ml de molibdato de amonio y 2ml de reactivo ANSA (reposo de 20 min). Se leyó la muestra en un espectrofotómetro a una longitud de onda de 640nm.

8.7.2. Determinación del contenido de N

La determinación de N se realizó mediante el método micro Kjeldahl (A.O.A.C., 1955). Se tomó una muestra de 0.05 g colocándola en un matraz de digestión, se agregaron 4 ml de mezcla digestora y después se acomodó en el micro digestor hasta que la muestra alcanzó un color verde limón y se dejó enfriar para posteriormente llevarlo al destilador micro Kjeldahl.

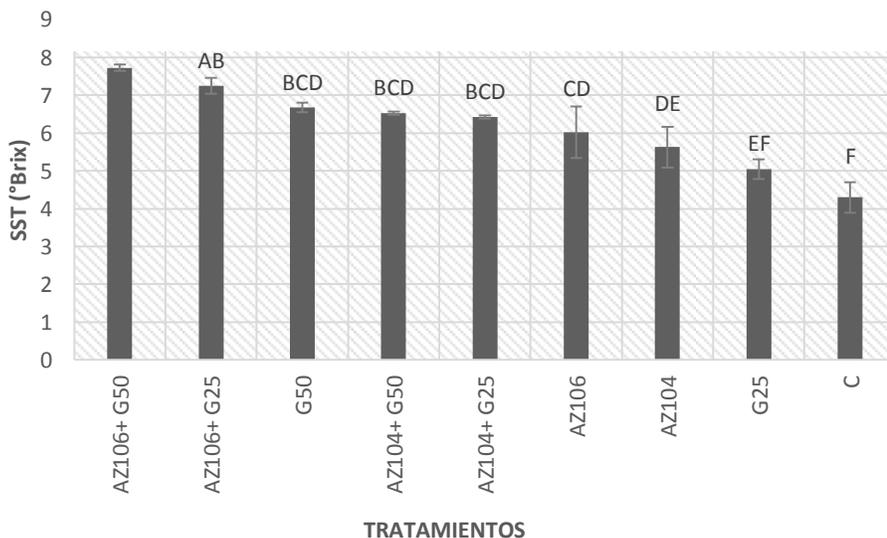
9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

9.1. Sólidos solubles totales (SST)

En el ANVA se encontraron diferencias significativas para esta variable por lo que se procedió a realizar la prueba de comparación de medias de Tukey.

En esta variable se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, siendo el tratamiento nueve (AZ10⁶+ G50) el de mayor concentración con un valor de 7.72 superando en un 44.69% al testigo el cual no recibió inoculación alguna y obtuvo un valor de 4.3. Se sabe que los SST están relacionados con el sabor del fruto.

Figura 1. Porcentaje de sólidos solubles totales (° Brix) en frutos de pimiento morrón var. Lambourgini inoculados con *Azospirillum* y endomicorizas.



Hustik, (2015) menciona que los valores Brix representan un estimado del contenido de azúcar en los frutos, también menciona que, a menor contenido de agua, mayor será el valor en grados Brix y menos energía se requerirá para eliminar el agua en alimentos procesados.

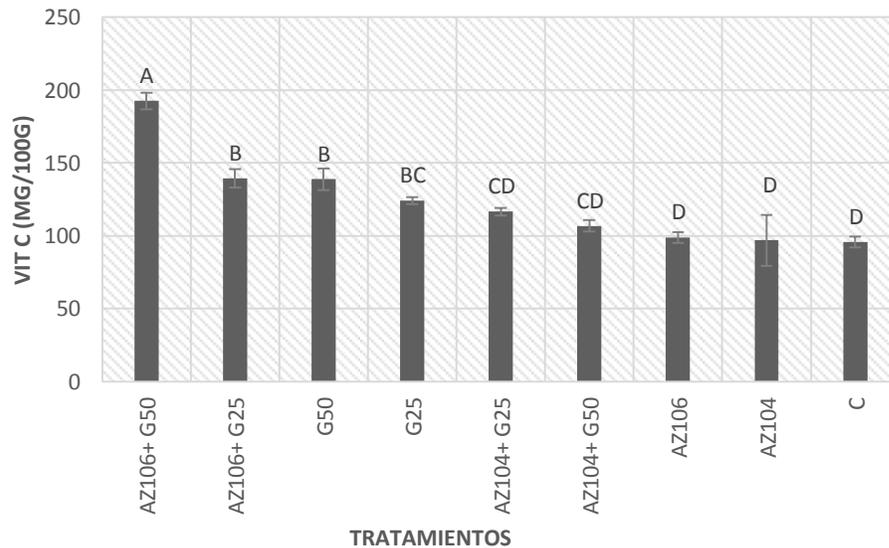
Los grados Brix para las solanáceas (pimiento, tomate, berenjena etc.) el valor medio es de 6, este valor se considera bueno, por debajo de 5 se considera bajo. (Agromatica, 2016)

Rodríguez, (2016), señala que al inocular PGPR (*Bacillus* sp) con sustrato (50% de compost, 40% arena y 10% perlita) incrementa el contenido de SST en el fruto del cultivo de tomate, tratamiento con el cual obtuvo un valor de 4.36 °Brix, superando en un 29.81% a los valores registrados del control o testigo, con un valor de 3.40 ° Brix.

9.2. Contenido de Vitamina C

Con respecto a esta variable se puede observar (Figura 2) que existe diferencia significativa entre tratamientos, siendo el tratamiento nueve (AZ10⁶+ G50) el mejor con un valor de 192.6 mg/100g superando en un 27.5% al tratamiento 8 (AZ10⁶+ G25) con un valor de 139.5 mg/100g y en un 50.25% al testigo el cual obtuvo un valor de 95.82 mg/100g y el cual no recibió inoculación alguna.

Figura 2. Contenido de Vitamina C y niveles de significancia en pimiento morrón inoculados con *Azospirillum* y endomicorrizas



La vitamina C está presente en varios alimentos, y actúa en el organismo como un antioxidante, convirtiéndose en sustancia esencial para el ser humano, debido a que no puede biosintetizarla por sí mismo, por lo que es necesario adquirirla en hortalizas y frutas (García *et al*, 2016)

Estudios realizados por Figueroa *et al* (2015) reportan valores de ácido ascórbico en pimiento de la variedad Magno (amarillo) de hasta 328.6 mg/100g y la variedad California (amarillo) de 302.4 mg/100g.

De acuerdo a estos resultados y los obtenidos en este experimento se puede decir que la cantidad de Vitamina C en los pimientos dependerá de la variedad que se cultive, el tipo de fertilización y el estado de madurez en la

que se realicen los análisis, además cabe mencionar que entre mayor sea el contenido de vitamina C, mayor será la calidad del pimiento.

Martínez, (2010) señaló que las plantas de fresa inoculadas con HMA de las variedades Jacona y Albión mostraron la misma respuesta con *G. clarum* tratamiento que promovió un aumento significativo en el contenido de vitamina C, con valores de 82.34 mg/100g y el testigo con 77.54 mg/100g en la variedad Albión, y 86.85 mg/100g en la variedad Jacona, donde el testigo tuvo un valor de 78.12 mg/100g.

De la misma manera Rodríguez, (2016) señala que la inoculación de PGPR en el cultivo de tomate, aumenta significativamente el contenido de vitamina C, y también señala que con más razón cuando se usa composta y biofertilizantes, ya que estos mejoran el porcentaje de ácido ascórbico.

9.3. pH

Respecto a esta variable, se puede observar (Figura 3) que no existió diferencia significativa entre tratamientos, siendo el testigo con el de mayor pH con un valor de 5, superando en un 18.6% al tratamiento 9 (AZ10⁶+ G50), tratamiento que fue el menor con un valor de 4.07.

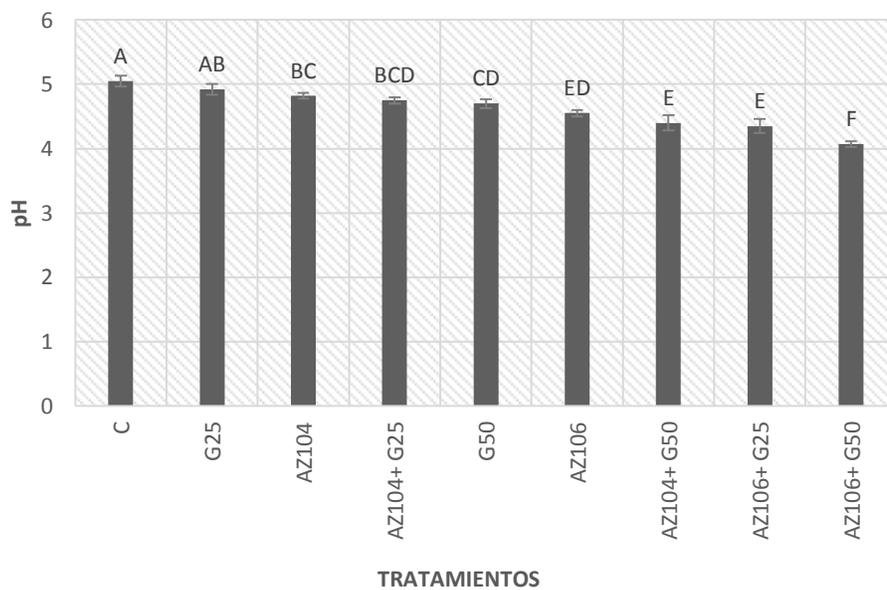


Figura 3. Contenido de pH en frutos de pimiento morrón Var Lambourgini inoculados con *Azospirillum* y endomicorrizas

Martínez (2012) encontró que en plantas de fresa inoculadas con *G. clarum* aumenta el valor de pH en frutos, en la variedad Albión obtuvo un valor de 3.67 y el testigo un valor de 3.52, y en la variedad Jacona, encontró que al inocular *G. clarum* el valor de pH fue 3.36 y el testigo en un 3.34

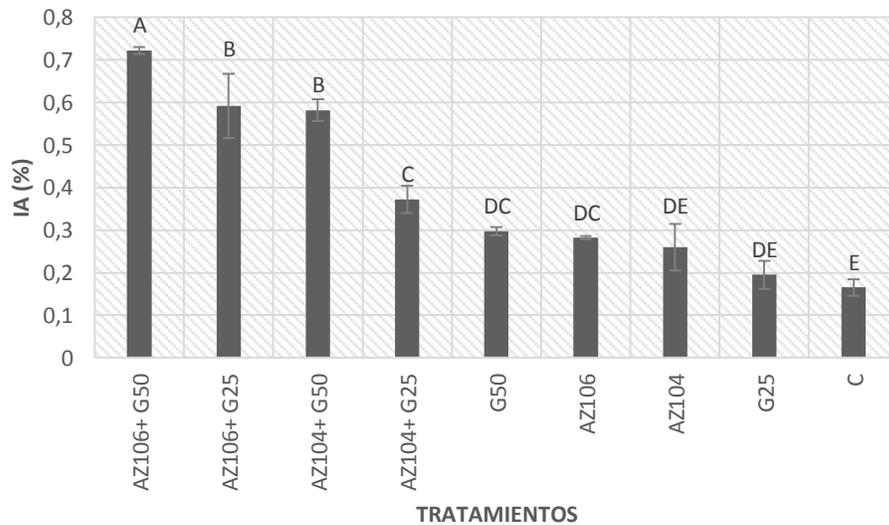
Hernández (2010) señala que las variables de pH e Índice de Acidez están estrechamente relacionadas, cuando el pH del jugo del pimiento morrón es ácido, nos indica que habrá más presencia de acidez orgánicos en el fruto, y por consecuencia cuando el pH es más bajo, el nivel de IA será mayor y vs.

También se sabe que el pH en los alimentos determinará qué tipo de microorganismos pueden sobrevivir en un fruto, la mayoría de los frutos tiene un pH por debajo de 7 es decir son ácidos, y los microorganismos les resulta difícil sobrevivir en él. Por lo tanto, la acidez de un producto o fruto se utiliza como medio de conservación y una forma de mantener los alimentos seguros para el consumo humano.

9.4. Índice de Acidez (%).

En esta variable, el mejor tratamiento con el más alto porcentaje de acidez fue el tratamiento nueve (AZ106+ G50) como se observa en la figura 4, con un 0.73 %, superando en un 77.15% al testigo el cual obtuvo un valor de 0.165 %. el cual no recibió ninguna inoculación.

Figura 4. Porcentaje de Índice de Acidez en frutos de pimiento morrón Var. Lambourgini inoculados con *Azospirillum* y endomicorizas



Como anteriormente se citó, Fuentes (2010) asegura que el Índice de acidez está estrechamente relacionado con el pH del fruto, cuando la acidéz es mayor el pH es más ácido y viceversa.

Martínez, (2012) coincidió con este experimento con respecto a los valores de índice de acidez, donde inoculó plantas de fresa Var. Jacona con *G. clarum* establecidas en macetas con una mezcla de suelo de limo y arena el cual fue esterilizado a 121°C, obteniendo un valor de 1.61 %, con una diferencia del 21.74% con respecto al testigo. En el mismo experimento de Martínez, (2012), se inocularon plantas de fresa de la Var. Albión, con los mismos tratamientos, los cuales coincidieron con los resultados de este experimento y con, Fuentes (2010) donde menciona que el índice de acidez está estrechamente relacionado con el valor de pH de los frutos, por que obtuvo valores en el testigo del 1.25% de IA y 3.52 de pH y en el tratamiento donde inoculo *G. clarum* obtuvo 0.98 de IA y 3.67 de pH.

Sánchez, (2015), coincidió con los resultados de este experimento, donde menciona que la inoculación de *B. subtilis*, con 50 % de fertilización química se mejora significativamente la acidez en frutos de plantas de fresa con un valor de 1.70 %, comparado con los otros tratamientos, donde mezclo fertilización química al 100 % y 50 % con y sin inoculación de *B. subtilis* y a comparación con el testigo, el cual fue superado ampliamente, por un 52%.

9.5. Contenido de carotenos

Con respecto al contenido de carotenoides, se puede observar (Figura 5) que, existe diferencia significativa entre tratamientos, siendo el tratamiento dos (AZ10⁴) el mejor de todos con un valor de 315 mg/100g, superando en un 60.48% al testigo, el cual obtuvo el valor más bajo y el testigo sin inocular con el más bajo contenido de carotenos.

Rodríguez, (1999) menciona que los carotenos son pigmentos naturales ampliamente distribuidos, responsables del color amarillo, naranja y rojo en las frutas raíces y flores.

Algunas funciones atribuidas a los carotenos en la salud son, inhibición del cáncer, prevención de la enfermedad cardiovascular, disminución del riesgo de formación de cataratas, prevención de la degeneración macular, actividad de provitamina A, aumento de inmunidad (Rodríguez, 1999)

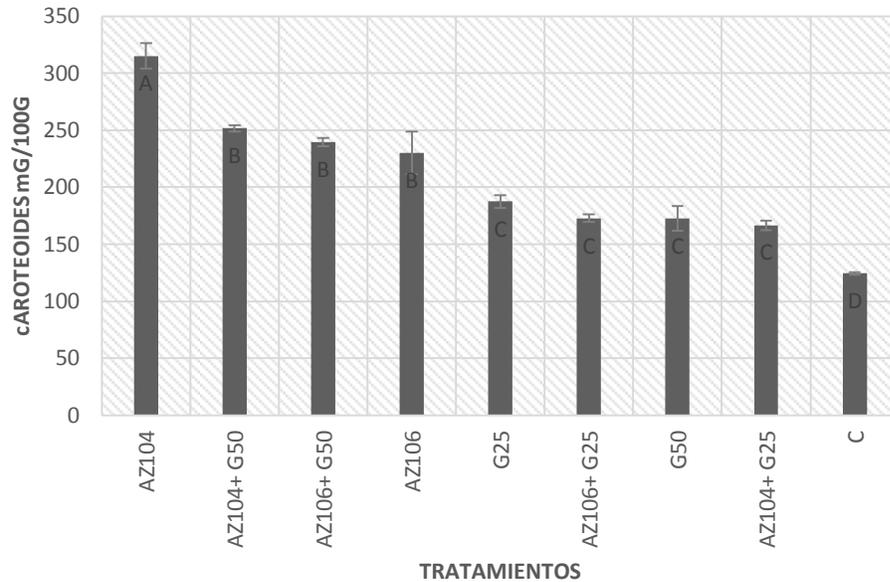


Figura 5. Contenido de carotenoides en el fruto de pimiento morrón Var. Lambourgini inoculados con *Azospirillum* y endomicorizas

Estudios realizados anteriormente en pimiento color amarillo, reportan valores de contenido de carotenos de 87.8- 101.3 mg/100g (Burns *et al*, 2003).

9.6. Contenido mineral

Respecto al análisis mineral que se realizó en el fruto de pimiento morrón, se puede observar (Cuadro 3) que en ambos casos el tratamiento nueve

(AZ10⁶+G50) obtuvieron mayor contenido de N y P, superando al testigo en un 38.47% y 61.3% respectivamente.

Dar un buen aporte de nitrógeno en las plantas en su estado de crecimiento, dará como resultado frutos con mayor contenido de nitrógeno y por lo tanto frutos con mayor calidad.

Cuadro 3. Cuadro de comparación de medias del contenido de N y P en el fruto de pimiento morrón Var. Lambourgini

Tratamientos	%	
	N	P
Testigo	1.36 ef	0.19 d
AZ10 ⁴	1.63 dce	0.19 d
AZ10 ⁶	1.89 abc	0.22 d
G25	1.26 f	0.33 c
G50	1.49 def	0.30 c
AZ10 ⁴ +G25	1.71 bcd	0.31 c
AZ10 ⁴ +G50	1.86 bc	0.36 bc
AZ10 ⁶ +G25	2.02 ab	0.40 b
AZ10 ⁶ +G50	2.21 a	0.49 a

La fijación biológica del nitrógeno se realiza en los nódulos radicales los cuales son el resultado de una perfecta relación de la simbiosis de las plantas y las bacterias, cuando ambos entran en contacto se produce un cambio de diferenciación en la bacteria, esta se modifica dando lugar a un bacteroide, posteriormente este expresa su actividad nitrogenasa y gracias al complejo nitrogenasa va a ser capaz de fijar el nitrógeno (García, 2011)

Martínez, (2012) reporta valores de 1.245% de nitrógeno frutos de fresa variedad Albión, con plantas inoculadas con *G. clarum*, obteniendo un incremento del 6.83 % con respecto al testigo.

Respecto al P, no existen muchos estudios realizados, para comparar los resultados obtenidos, sin embargo, Martínez, (2012) menciona que en su trabajo realizado en plantas de fresa variedad Jacona inoculadas con *G. clarum* incremento significativamente el contenido de P en frutos en un 11.28% respecto al testigo.

Ugarte (2010) menciona que una deficiencia de P, tendrá un restringimiento de crecimiento, esto ligado con la falta de nitrógeno, también las hojas son pequeñas con un color verde-gris, muy oscuro y los márgenes tienden a curvarse hacia abajo.

CONCLUSION

El uso de endomicorrizas (50 esporas) y bacterias (10^6) UFC/ml en el cultivo de pimiento morrón (*Capsicum annum*) variedad Lambourgini, tuvo efectos positivos en las variedades de calidad como es en los Solidos Solubles Totales, vitamina C, e índice de acidez, para el contenido de carotenoides, el tratamiento donde se utilizó *Azospirillum* a una concentración de 10^4 , obtuvo un mayor contenido de estos, mientras que el valor más alto de pH en los frutos fue registrado en el testigo. En cuanto a los minerales, el mayor contenido de N y P, se encontró en el tratamiento nueve el cual consistió en el uso de 50 esporas de endomicorrizas y 10^6 UFC/ml de bacterias, tratamiento en el cual se redujo un 50 % el uso de fertilizantes nitrogenados y fosforados. De manera general se concluye que el tratamiento nueve ($AZ10^6+G50$) fue el mejor en variables de calidad y contenido mineral y que el uso de biofertilizantes en el cultivo de pimiento ayuda a tener buena calidad nutraceutica en los frutos.

10. BIBLIOGRAFIA

- Alegria, M. E. (2013). Evaluacion a la respuesta del pimiento (*Capsicum annun* L.)variedad Canon y del Pepino (*Cucumis sativa* L.)variedad Primavera a la inoculacion con rizobacterias. Santiago de Queretaro: Universidad Autonoma de Queretaro.
- AOAC. (1990). Official method 932.12 Solids (Soluble) in Fruits and Fruit Products Refractometer Method. Washington E.U.: Agric Chem.
- AOAC. (1990). Official Methods of Analysis. 967.21. Virginia, E.U. : Official Analytical Chemists.
- AOAC. (2005). Official Method 942.15 Acidity (Titrable) of Fruit Products. Official Method of Analysis of AOAC International: ed, 18 cap. 37, pag. 10.
- Burns J., F. P. (2003). Identification and quantification of carotenoids, tocopherols and chlorophylls in commonly consumed fruits and vegetables. . Phytochemistry 62: 939-947.
- Carlos Garcia, M. L. (2016). Determinacion de vitamina C en pimiento *Capsicum annum* por voltametrica de barrido lineal. Machala, Ecuador: Universidad Tecnica de Machala p.1.
- Cermeño, Z. S. (2011). Prontuario del cultivo de pimiento. España: ISBN: 978-84-615-3521-7. p 19.
- Diaz, F. d. (1977). El cultivo de pimiento dulce tipo Bell. México : Editorial Diana p.15.
- Fernando Nuez Viñals, R. G. (2003). El cultivo de pimiento chiles y ajies. Barcelona, España: Ediciones Mundi-prensa P. 39-50.
- Garcia, S. C. (2011). Bacterias simbioticas fijadoras de nitrogeno. Salamanca Gto, México: Univerisdad de Salamanca. CT 3. p 178.

- Hector Casilimas, O. M. (2012). Manual de producción de pimentón bajo invernadero. Universidad de Bogotá, Colombia: Editorial Gente Nueva. p 106-108.
- Hernandez-Fuentes A. D., C. M. (2010). Comportamiento poscosecha de pimiento morrón (*Capsicum annum* L.) var. California por efecto de la fertilización química y la aplicación de lombríhumus. Revista Iberoamericana de Tecnología Poscosecha.
- Hustik, L. M. (2015). ¿ Que afecta a los valores Brix? Revisado y disponible en la página: <http://www.hortalizas.com/cultivos/que-afecta-a-los-valores-brix/>.
- Ines E. Figueroa, M. T. (2015). Capacidad antioxidante en variedades de pimiento morrón (*Caapsicum annum* L.). Caracas Venezuela: Asociación Interciencia vol.40 num.10 p 696- 703.
- Jose D. Lopez, E. S. (2007). Producción orgánica en invernaderos. Gómez Palacio, Durango México: ISBN: 978-968-9304-14-2 Facultad de agricultura y zootecnia UJED. p 36.
- M. Arjona, S. A. (2003). Calidad del pimiento de la variedad *Capsicum annum* L. Trompa de Elefante. Universidad Nacional de Catamarca. Av Belgrano: Facultad de Ciencias Exactas y naturales.
- Mario Esteban Berríos Ugarte, C. A. (2007). Guía de manejo de nutrición vegetal, pimiento. SQM: The worldwide business formula p. 21-48.
- Mármol, J. R. (2010). Cultivo de pimiento dulce en invernadero. Sevilla: Andalucía, consejería de agricultura y pesca. p. 27.
- Martínez, L. F. (2012). Calidad y rendimiento de fresa inoculada con hongos micorrízicos arbusculares. Jiquilpan, Michoacán: Instituto Politécnico Nacional.
- Morales, L. E. (2015). Evaluación en calidad en frutos de tomate variedad Rio Grande al inocular micorrizas nativas y comerciales con lombricomposta. Saltillo, Coahuila: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Moreno, L. A. (2015). Efecto de la biofertilización en el crecimiento, rendimiento y calidad de frutos de *Capsicum annum* var. California Wonder , cultivados con y sin acolchado plástico en casa sombra y campo abierto. Saltillo, Coahuila, México: Centro de Investigación en Química Aplicada.

- Patiño Torres c., S. R. (2014). Los microorganismos solubilizadores de fosforo (MSF) una alternativa biotecnologica para una agricultura sostenible. Entramado.
- Porfirio Juarez Lopez, R. B. (2011). Estructuras Utilizadas en la agricultura. Universidad Autonoma de Nayarit: Articulo publicado en la revista año 3 Num. 8 . Nayarit, México p. 26.
- Rodriguez, D. B. (1999). Carotenoides y preparacion de alimentos: la retencion de los carotenoides provitamina A, en alimentos preparados, procesados y almacenados. Campinas, Brasil: Departamento de ciencias de alimentos, Universidad Estadual de Campinas. pag. 1-8.
- Rodriguez, G. G. (2016). Efecto de las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal sobre la calidad nutraceutica de los frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Torreon, Coahuila, México: Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro.
- Sánchez, M. M. (2015). Efecto de *Bacillus Subtilis* sobre el rendimiento, desarrollo y propiedades nutraceuticas de fresa. Jiquilpan, Michoacan, México: Instituto Politecnico Nacional.
- Santillan, M. L. (2016). Asi funcionan los biofertilizantes. Ciencia UNAM, México: Revisado en www.ciencia.unam.mx.
- SIAP. (2017). Servicio de Informacion Agroalimentaria y Pesquera. consultado en línea en la pagina. <https://www.gob.mx/siap>.
- Tapia, J. A. (2010). Produccion de pimiento morron (*Capsicum annum*) bajo condiciones de invernadero en hidroponia. Saltillo, Coahuila, México: Tesis de Licenciatura. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro p.5.
- Torres, A. A. (2012). Micorrizas: antigua interaccion entre plantas y hongos. Revista Ciencia octubre-noviembre 2012: Comunicaciones libres.
- Vallespir, A. N. (1996). Pimientos, compendios en horticultura 9, el pimiento en el mundo. Barcelona, España: Horticultura, S.L. Reus P. 13-21.
- Vélez, J. P. (2014). Uso de los fertilizantes y su impacto en la produccion agricola. Medellin, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biociencias. p. 4.