

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Uso de Rizobacterias en la Producción de *Physalis peruviana* L. en  
Invernadero

Por:

**ANTONIO DOMÍNGUEZ VELÁZQUEZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para poder obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México

Enero 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Uso de Rizobacterias en la Producción de *Physalis peruviana* L. en  
Invernadero

Por:

**ANTONIO DOMÍNGUEZ VELÁZQUEZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Valentín Robledo Torres  
Asesor Principal

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal  
Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Isaac Guajardo Paz  
Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
Dr. José Antonio González Fuentes  
Coordinador de la División de Agronomía



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Enero 2020

## **AGRADECIMIENTOS**

**A dios nuestro señor**, le doy gracias por darme fuerza, paciencia, vida y la capacidad de esquivar los obstáculos encontrados en el camino y permitirme culminar uno de mis más anhelados sueños.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, mi “**Alma Terra Mater**” por ser la casa de estudio en mi formación profesional.

Al **Dr. Valentín Robledo Torres**, por su confianza y la asesoría para la realización de este proyecto de investigación.

Al Ing. **Isaac Guajardo Paz**, por su confianza y la asesoría para la realización de este proyecto de investigación.

A mis hermanos por su apoyo moral y sus consejos que me compartieron para hacer de mí una persona de bien.

A mis amigos, **Francisco y Filadelfo** que también fueron parte de este proyecto de investigación.

**A mis maestros** que de alguna forma participaron en mi formación profesional.

**A mis amigos: (as)**

Hipólito, ángel, Jesús, Marlon, Sergio, Dudiel, Martín, Jaime, Edgar, Felipe, Juan Carlos, Pilar, Emilio, Jesús, Rafael, Andrés, Alex Iván, Abigael, Roque, Osvaldo, Quienes fueron mis amigos y compañeros de clase, con quienes tuve excelentes experiencias, así como también su apoyo moral en mis estudios.

**Al Lic. Jesús Mata**, quien fue mi profesor de futbol soccer, quien siempre fomento la responsabilidad como estudiante, los consejos que me compartió, y su amistad y compromiso con la universidad de formar mejores profesionistas.

## **DEDICATORIA**

### **A mis padres:**

Sr. Roberto Domínguez Hernández

Sra. María Velázquez Maldonado

Este trabajo está dedicado fundamentalmente a ustedes, dignos de honradez, calidad humana y sencillez.

Con mucho cariño, amor y respeto por su valioso, sacrificios, desvelos, consejos, confianza, y comprensión que me brindaron.

### **A mis hermanos:**

Víctor, Miguel, Samuel, y Vicente

Con cariño por su condicional apoyo que me han compartido en todo momento, por los consejos que me comparten en la vida.

### **A mis primos (as)**

Everildo, Flavio, Elfida, Flor, Isabel, Maricela, Ángela, Reynaldo, Manuel, Daniel, Salvador, Amílcar, y Juan Carlos.

Quienes siempre me compartieron su cariño y apoyo moral, quienes confiaron en mí para la realización de este proyecto y la terminación de mis estudios profesionales.

## RESUMEN

*Physalis peruviana L.*, es una especie que ha incrementado su importancia por el aumento del área cultivada, así mismo se han incrementado los gastos en la inversión para su producción, la demanda de este fruto en los mercados internacionales incrementan los volúmenes de exportación ya que estos frutos destacan por su sabor único. El presente trabajo de investigación fue desarrollado en el Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Saltillo, Coahuila, México. Con el objetivo de estudiar el comportamiento de Golden Berry, ecotipo Colombia, con diferentes niveles de fertilización química (0%, 50% y 100%), en combinación de tres cepas de rizobacterias, A1, A2 y CC. Se evaluó la altura de planta, diámetro de tallo, longitud de entrenudos, número de frutos por planta, peso promedio de fruto, sólidos solubles totales y rendimiento promedio, en condiciones de invernadero. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Se encontraron diferencias significativas en diámetro del tallo con diferencias de hasta el 24%, 25% en altura de planta, 15% en sólidos solubles totales y hasta 33% en el rendimiento de fruto, permitiendo la reducción de la fertilización química. Concluyendo que con la aplicación de rizobacterias se pueden alcanzar rendimientos estadísticamente iguales a los tratamientos con fertilizantes químicos.

**Palabras clave:** *Goldenberry*, organismos benéficos, agricultura protegida, alimentos funcionales.

## ÍNDICE GENERAL

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
Objetivo .....	2
Hipótesis.....	2
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
Origen del Cultivo.....	3
Taxonomía del Golden Berry .....	3
Importancia Económica .....	4
Características Botánicas.....	5
Variedades de Goldenberry.....	9
Densidad de Población.....	9
Método de Siembra.....	10
Plagas y Enfermedades.....	11
Agricultura Protegida en México .....	13
Importancia de las Rizobacterias.....	14
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	15
Ubicación del Sitio Experimental .....	15
Clima .....	15
Material utilizado.....	15
Diseño Experimental.....	17
Conducción del Experimento .....	17

VARIABLES EVALUADAS .....	20
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>22</b>
Altura de Planta .....	22
Diámetro de Tallo .....	23
Longitud de Entrenudos.....	24
Numero de Frutos por Planta por Corte .....	25
Peso Promedio de Frutos .....	26
Sólidos Solubles Totales .....	27
Rendimiento Promedio por Hectárea .....	29
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>30</b>
<b>LITERATURA CITADA .....</b>	<b>31</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Tratamientos aplicados en el cultivo de <i>Physalis peruviana</i> L., en invernadero.....	16
<b>Cuadro 2.</b> Solución Steiner aplicada en el cultivo de <i>Physalis peruviana</i> L., en invernadero.....	18
<b>Cuadro 3.</b> Concentraciones de Solución nutritiva Steiner aplicada al cultivo de <i>Physalis peruviana</i> L., en invernadero. ....	19

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Valores medios para la variable ADP en el cultivo de <i>Physalis peruviana</i> L., en respuesta a la aplicación de distintas dosis de fertilización química en combinación con cepas de rizobacterias.....	23
<b>Figura 2.</b> Valores medios para la variable de DT en el cultivo de <i>Physalis peruviana</i> L., en respuesta a la aplicación de distintas dosis de fertilización química en combinación con cepas de rizobacterias.....	24
<b>Figura 3.</b> Valores medios para la variable LEN en el cultivo de <i>Physalis peruviana</i> L., en respuesta a la aplicación de distintas dosis de fertilización química en combinación con cepas de rizobacterias.....	25
<b>Figura 4.</b> Valores medios de la variable NFPP en el cultivo de <i>Physalis peruviana</i> L., en respuesta a la aplicación de distintas dosis de fertilización química en combinación con cepas de rizobacterias.....	26
<b>Figura 5.</b> Valores medios de la variable PPF en frutos de <i>Physalis peruviana</i> L., en respuesta a la aplicación de diferentes dosis de fertilización química en combinación con cepas de rizobacterias.....	27
<b>Figura 6.</b> Valores medios para la variable SST en frutos de <i>Physalis peruviana</i> L., en respuesta a la aplicación de distintas dosis de fertilización química en combinación con cepas de rizobacterias.....	28
<b>Figura 7.</b> Valores medios para la variable RPH en el cultivo de <i>Physalis peruviana</i> L., en respuesta a la aplicación de distintas dosis de fertilización química en combinación con cepas de rizobacterias.....	29

## INTRODUCCIÓN

Desde hace más de una década se ha reconocido que algunos alimentos tienen la capacidad no solo de aportar nutrientes sino también de mejorar algunos aspectos medicinales, estos han recibido el nombre de “alimentos funcionales”. El género *Physalis* se le atribuyen características inmunológicas, antibacterianas, diuréticas, entre otras (Ligarreto *et al.*, 2005). Esta especie *Physalis peruviana L.*, viene tomando mayor importancia por el aumento del área cultivada, los volúmenes de exportación y el consumo interno creciente. Además su producción se ha convertido en generadora de empleos, alternativa de diversificación y fuente de economía campesina de Colombia (Patiño *et al.*, 2014). Por lo que en este cultivo es importante implementar diferentes alternativas de fertilización con la asociación de microorganismos benéficos reduciendo el uso de productos de síntesis química, de tal manera que no afecte al consumidor final, además de conservar la calidad del suelo y del agua (MDER, 2018).

El Goldenberry es una planta originaria de los Andes sudamericanos, específicamente de Perú. Hoy se encuentra en casi todos los altiplanos de los trópicos y en varias partes de los subtrópicos, pertenece a la familia de las Solanáceas, al género *Physalis* y posee distintas y varias denominaciones comunes. A nivel del mercado internacional el nombre más común es Golden Berry (Cruzat y Horonato, 2010).

El rendimiento de fruto de esta especie en Sudamérica por lo común alcanza entre 20 y 33 t·ha<sup>-1</sup>, este varía de acuerdo con las condiciones ambientales y del sitio de producción. Colombia es el principal productor, cerca del 90% del total mundial, los cultivos bien manejados tienen un rendimiento promedio y máximo de 14 y 18 t·ha<sup>-1</sup>, aunque el rendimiento medio nacional estimado en el año 2000 fue de 20 t·ha<sup>-1</sup>, pudiéndose obtener hasta 36 t·ha<sup>-1</sup>.

Tal es el caso del trabajo hecho por Ramírez *et al.*, (2008), quienes afirman que en invernadero el Goldenberry crece y desarrolla mejor al inoculársele micorrizas y bacterias solubilizadoras de fósforo. Es así como podemos decir que es posible reducir la fertilización química hasta en un 50% (Gómez y Núñez, 2014).

Por lo que en este trabajo de investigación se determinó el siguiente objetivo e hipótesis:

#### **Objetivo**

Determinar el efecto de las rizobacterias en el cultivo, la producción y calidad de Goldenberry en invernadero.

#### **Hipótesis**

Al menos uno de los tratamientos con rizobacterias en combinación química induce diferente respuesta en la producción de Goldenberry en invernadero.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Origen del Cultivo

La planta de Goldenberry (*Physalis peruviana L.*) es originaria de Perú, existen indicios de que proviene de Brasil y fue aclimatada en los altiplanos de Perú y Chile. Entre Colombia y Chile crece como planta silvestre y semisilvestre en altitudes entre los 1,500 y 3,000 msnm, fue introducida por los españoles a Sudáfrica hace más de 200 años, como fruto antiescorbuto. De ahí se distribuyó a Kenia, Zimbabwe, Australia, Nueva Zelanda, Hawái y la India. Hoy en día se encuentra en casi todos los altiplanos de los trópicos y en otras partes de los subtrópicos incluyendo Malasia, China y el Caribe (Fischer *et al.*, 2000).

### Taxonomía del Goldenberry

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Orden: *Solanales*

Familia: *Solanaceae*

Género: *Physalis*

Especie: *Physalis peruviana L.*

Base de datos de USDA (2013).

## **Importancia Económica**

Internacionalmente el fruto se comercializa fresco y procesado como mermelada, pasas y confites cubiertos de chocolate y por sus características puede ser procesado para obtener jugo, néctar, pulpa, y otros productos (MADR, 2002).

Colombia se ha situado cómo el mayor productor y exportador a nivel mundial lo que hace que el cultivo de Goldenberry se destaque como un potencial de desarrollo, esto se debe a los excelentes precios del mercado extranjero (Gitan, 2018).

Actualmente existe una mayor diversificación de productos nuevos contemplados en Colombia, entre los cuales se destaca el aguacate con un crecimiento de 41%, Goldenberry (27%), mangos preparados o conservados (81%), entre otros. Así que el gran reto para los productores es apropiarse de la necesidad y aprovechar la demanda creciente del mundo por alimentos con una mentalidad exportadora (MDER, 2017).

En Colombia, el valor de las exportaciones del Goldenberry creció en el último año, para el 2017 las ventas extranjeras fueron de 27.8 millones de dólares, mientras que para 2018 se registraron ventas por un valor de 32.4 millones de dólares, con un volumen de 6,333.45 y 7,271.34 toneladas respectivamente, es decir que se incrementó en un 16.61%. Los principales

países importadores son: Alemania, Estados Unidos, Reino Unido, Canadá y Bélgica con una representación del 57.75% en 2018 (AnalDEX, 2018).

En la actualidad, en el continente americano este cultivo ha extendido su producción tanto a los altiplanos de los países tropicales y subtropicales, como países del Caribe. Actualmente en Sudamérica, en países como Ecuador, Perú, Chile y Brasil aumenta su área de cultivo (Fisher y Miranda, 2012).

El cultivo de Golden Berry, es una alternativa de producción para la economía de muchos países, debido a que presenta buenas perspectivas e interés en los mercados internacionales, lo cual se deriva de las características nutricionales y propiedades medicinales que posee el fruto (Gastelum, 2012). En éste sentido Estados Unidos se ha consolidado como un destino importante, ocupando el tercer lugar de los países importadores en 2018, así mismo ha demostrado ser un mercado con alto potencial para las compañías colombianas que exportan esta fruta (AnalDEX 2018). Morton (1987) menciona que este cultivo de producirse en México tiene una excelente oportunidad de mercado.

### **Características Botánicas**

El GoldenBerry crece inicialmente en forma herbácea, a partir del segundo año forma un arbusto perenne y semileñoso y sus hojas son simples, alternas, acorazonadas y pubescentes con un tamaño entre 5 y 15 cm de largo y 4 a 10 cm de ancho. Sin tutorado la planta puede llegar hasta una altura de 1.0 a 1.5 m, ramificándose en forma simpodial y, en muchos casos, genera

cuatro ramas reproductivas principales, mientras tutorado puede alcanzar hasta 2 m o más de altura (Fischer *et al.*, 2012).

El Goldenberry pertenece a la familia *Solanaceae* e incluye 100 especies conocidas entre anuales y perennes, de estas, tres son cultivadas como hortalizas:

***Physalis ixocarpa***. Conocido como tomatillo, tiene bayas grandes, bastantes pegajosas, verdes o violáceas que pueden llenar completamente el cáliz, esta especie es una forma antigua cultivada en México y Guatemala.

***Physalis pruinosa***. Es de crecimiento menos vigoroso que *P. peruviana* pero por otra parte similar, salvo por el color de la flor y dulzor, no es pegajoso, baya amarillenta de aproximadamente 12 mm de diámetro.

***Physalis peruviana***. Conocido como grosello silvestre, es caracterizado por su crecimiento alto, hojas pubescentes y grandes, bayas dulces, aproximadamente de 3 cm de largo y 4 cm de ancho, esta es consumida cruda (SARH-DGA, 1984). Este último tiene un valor nutricional muy alto, ya que este fruto es una excelente fuente de vitamina A y C, también presenta cantidades importantes de vitaminas del complejo B, como tiamina, niacina y vitamina B12. Los niveles de proteína y fósforo son excepcionalmente altos, mientras que el contenido de calcio es bajo (Ligarreto *et al.*, 2005).

**Raíces.** La mayoría de las raíces son fibrosas y se encuentran entre los 10 y 15 cm de profundidad; el sistema radical es ramificado y profundiza con sus raíces principales hasta unos 50 y 80 cm. El desarrollo de raíces está relacionado con el tipo y textura del suelo y especialmente de la aireación, la temperatura y la humedad del mismo.

**Tallo.** Es herbáceo, cubierto de vellosidades suaves, color enteramente verde, con nudos y entre nudos. En cada uno de los nudos nace una hoja que protege un buen número de yemas que dan origen a ramas, a otras hojas o a flores. En la base del tallo se presentan un gran número de yemas que cuando se desarrollan dan origen a ramas o tallos principales. Crece sin tutorado hasta una altura de 1.5 m con poda y espaldera supera 2.5 m, terminado su desarrollo vegetativo con la formación de una inflorescencia. El tallo principal se bifurca naturalmente después de 8 a 12 nudos, dando origen a las ramas productivas en forma dicotómica. Normalmente en las plantas que se desarrollan con un tallo principal se encuentran de cuatro a cinco ramas productivas dominantes.

**Hojas.** Son simples, enteras y acorazonadas, dispuestas en forma alterna en la planta. El limbo es entero y presenta vellosidades que las hacen suaves al tacto, muy pecioladas y de tamaño variable. En la parte basal del tallo, antes de la primera bifurcación se desarrolla solo una hoja por nudo. En condiciones muy favorables puede llegar a formar más de mil hojas y el tamaño de la hoja hasta 25 a 30 cm<sup>2</sup>. Después de la maduración del fruto las hojas se amarillan y caen.

**Flores.** Son solitarias, pedunculadas y hermafroditas, se originan en las axilas y esta constituidas de una corola amarilla en forma tubular, originada en cinco pétalos soldados con unos cinco puntos morados en su base. Las flores son fácilmente polinizadas por insectos, por el viento o por autopolinización. El cáliz gamosépalo está formado por cinco sépalos persistentes, es veloso con venas salientes y una longitud de 4 a 5 cm que cubre al fruto durante todo su desarrollo. Los primeros 4 a 45 días es de color verde, pero con la maduración va perdiendo clorofila, tornándose de color amarillo y volviéndose pergaminoso al final. El cáliz protege al fruto contra insectos, pájaros, enfermedades y situaciones climáticas extremas como el sobrecalentamiento causado por la alta radiación solar; además, sirve como fuente de carbohidratos durante los primeros 20 días de crecimiento del fruto.

**El fruto.** Es una baya jugosa en forma de globo u ovoide con un diámetro entre 1.25 y 2.15 cm, con peso de 4 a 10 gramos, que contienen unas 100 a 300 semillas. La baya varía de color amarillo a ocre o amarillo naranja cuando madura, su piel es delgada y lustrosa y está recubierta con un cáliz. Su sabor varía desde ácido hasta muy amargo. Su fruto es muy rico en vitaminas especialmente A y C, complejo B, la concentración de proteína, fósforo y hierro es alta, mientras que la de calcio es baja.

**Semillas.** Son numerosas, aplanadas, de 1.5 a 2 mm de diámetro, amarillas o de color café dorado. Tiene una germinación entre el 80 y el 95% (Patiño *et al.* 2014).

## **Variedades de Goldenberry**

No se conocen variedades o cultivares del este fruto, sólo ecotipos o clones procedentes de diferentes regiones, las que han sido seleccionadas por el tamaño, color, sabor y forma del cáliz. Los más comunes son los ecotipos denominados “Colombia”, “Sudáfrica”, y “Kenia”, procedentes de Colombia y África respectivamente (Cruzat *et al.*, 2010). Estos tienen frutos más grandes (Fischer, 1995), debido a un mayor número de cromosomas (“Sudáfrica”  $2n=48$ , “Kenia”  $2n=48$ , “Colombia”  $2n=32$ ), aunque estas últimas tienen concentraciones de sólidos solubles totales y ácido cítrico menores a la colombiana. (Rodríguez y Bueno, 2006).

Existen numerosas accesiones del género *Physalis* en Colombia en los bancos de germoplasma de Corpoica y de varias universidades. En América Latina y el Caribe se establecieron colecciones en Brasil, Chile, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, México y el Perú. En estas regiones se encuentran variedades tradicionales y silvestres con mucha variabilidad genética (Ligarreto *et al.*, 2005).

## **Densidad de Población**

La distancia entre plantas depende del sistema de conducción, de ciertas características de la planta como su arquitectura, lignificación y crecimiento, además de su proyección comercial que se tiene del cultivo. Para *Physalis peruviana* L. las distancias varían entre 1.0 y 3.0 metros entre plantas y de 2.5 a 3.5 metros entre hileras, obteniendo baja, mediana y alta densidad.

Las densidades de población varían según el sitio agroecológico, del ecotipo, y del manejo del cultivo, por razones de fitosanidad y del manejo, se recomiendan distancias entre plantas e hileras de 2.0 a 3.0 metros para una densidad de 1,600 plantas por hectárea en campo abierto (Fischer y Miranda, 2012).

Las distancias de siembra más utilizadas en Colombia son de 2.5 x 2.5 m y hasta 3.0 x 3.0 m, siempre teniendo en cuenta que en sitios con una mayor humedad las distancias altas favorecen la sanidad del cultivo (Angulo, 2011).

### **Método de Siembra**

La forma más común de reproducción es por semilla, se ha observado que presenta un alto porcentaje de germinación entre el 85 y 90% y tarda entre 10 a 15 días, a los dos meses la plántula esta lista para trasplante. También se puede propagar por estaca, pero esto se recomienda cuando se desea mantener la calidad genética del ecotipo y en general, el tamaño de la planta es más bajo, florecen más temprano y tienen buenos rendimientos, pero son menos vigorosas que las provenientes de semillas. Se trasplanta cuando las plántulas alcanzan una altura de 10 a 15 cm, deben de tener buena apariencia y raíces abundantes (Almanza, 2000).

Almanza (2000) menciona que el Goldenberry prospera bien en suelos de estructura granular y en una textura franco-arenosa o franco arcillosa rica en

materia orgánica, con pH de 5.5 a 6.5 y que no presentan resistencia mecánica a la penetración de raíces.

Es recomendable utilizar sustratos adecuados y desinfectados para obtener alta germinación y adecuado desarrollo de las plántulas, el sustrato más recomendado es la de turba, por ser un material inerte libre de plagas y en el que se ha presentado mejores resultados, también se puede utilizar un sustrato que se prepara con una mezcla de dos partes de tierra, una de arena y una de materia orgánica bien compostada, esta mezcla debe ser desinfectada para evitar problemas fitosanitarios (Zapata *et al.*, 2002).

### **Plagas y Enfermedades**

Se han encontrado tres enfermedades económicamente importantes:

***Fusarium oxysporum***. El marchitamiento vascular causa daño más severo y en consecuencia la producción se reduce. El micelio del hongo penetra las raíces de manera directa, o entra a través de heridas o en el punto de formación de raíces laterales (Fischer y Miranda, 2012).

***Phoma sp.*** Conocida como “muerte regresiva” es una enfermedad muy frecuente en ambientes que presentan alta humedad relativa y baja temperatura, manifestando síntomas sobre tallos, ramas, peciolos, cáliz, y frutos como lesiones de color amarillo a cobrizo (Fischer y Miranda, 2012).

***Cercospora physalidis***. Conocida como la mancha de la hoja, se presenta frecuentemente en áreas de menor altitud, en épocas de verano (Galindo y Pardo, 2010), además en climas en los que se alternan periodos cortos de lluvia y días secos, los principales síntomas se manifiestan en las hojas como pequeñas áreas necróticas, principalmente en forma angular (Angulo, 2011), mientras que en el cáliz la mancha tiene un borde más definido y centros grisáceos (Fischer y Miranda, 2012).

Otras enfermedades reportadas que se presentan pero con menor incidencia son: Pudrición algodonosa (*Sclerotinia sclerotiorum*), Damping off (*Phythium sp.*), Alternaria (*Alternaria sp.*), Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*), Moho gris (*Botrytis cinérea*) y las bacterias *Xanthomonas sp.*, *Ralstonia solanacearum* y diversos virus como por ejemplo el del enrollamiento de las hojas.

Dentro de las plagas económicamente importantes se encuentran:

***Epitrix cucumeris***. Llamada comúnmente “pulguilla” que ataca más en clima seco y se alimentan de los brotes tiernos y en las hojas causan perforaciones de diferente tamaño (Fisher y Miranda 2012).

***Heliothis sp.*** Conocido como gusano del fruto, es una larva de lepidóptera, pueden inicialmente alimentarse de los cogollos, pero el daño más grave es perforando el Fruto.

***Aculops lycopersic.*** entre los ácaros es una especie que ataca más las plantas de Goldenberry, especialmente en la fase reproductiva, cuando los ácaros atacan al cáliz, se presenta una coloración rojiza y un arrugamiento que afecta la calidad del fruto, las temperaturas elevadas y la escasa humedad relativa favorecen al desarrollo de esta plaga (Jerez, 2005).

### **Agricultura Protegida en México**

Los avances en la actividad agrícola, ha contribuido a la degradación de ambiente y en los próximos 30 años las necesidades de alimentos se duplicaran, el desafío del hombre será satisfacer las demandas de una mayor población con menos tierra agrícola y agua (Armendáriz, 2007).

Una de las alternativas de producción es la agricultura protegida, un sistema de producción que permite modificar el ambiente natural en el que se desarrollan los cultivos hortícolas, con el propósito de alcanzar un crecimiento óptimo y con ello, un alto rendimiento. Este sistema permite ofrecer productos de alta calidad, mejores precios de venta y con mayores niveles de inocuidad. La horticultura protegida contribuye a sustentar y fomentar el desarrollo agroindustrial y generar divisas y empleo para el país, y una vida más digna entre la gente del medio rural (Sánchez, 2008).

En México se tiene una superficie total de 51,179 hectáreas de agricultura protegida, de las cuales a los Sistemas de Macrotúnel le corresponden a 14,771 ha, Invernaderos 12,694 ha, Casas sombra 11,919 ha, y

de Mallas sombra 11,794 ha (SIAP, 2015). Eso significa que, en los últimos años, esta práctica ha crecido casi siete veces en número de hectáreas, pues en 2010 eran 6 mil 328 hectáreas bajo este esquema agrícola.

### **Importancia de las Rizobacterias**

En respuesta a la necesidad de generar cultivos limpios, con residuos mínimos o nulos de agroquímicos que afectan la salud humana a largo plazo, se ha venido implementando el uso de microorganismos benéficos del suelo, que pueden promover el crecimiento de las plantas y también evitar la infección del tejido vegetal por patógenos, como son las denominadas rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGRR). Estos microorganismos pueden encontrarse en asociaciones simbióticas o de vida libre. Estos últimos están asociados a las partículas del suelo generando interacciones con las raíces de las plantas, en la zona de la rizósfera (Peña y Reyes, 2007).

El uso de rizobacterias promueve un desarrollo radical más ramificado, teniendo un papel fundamental en la absorción del agua y en el mejoramiento de la nutrición al aumentar el acceso de nutriente en el suelo (Riveros, 2008).

Las PGPR pueden promover el crecimiento vegetal mejorando la disponibilidad de nutrientes en el suelo mediante la solubilización del fósforo, y fijación de nitrógeno (Bobadilla y Rincón, 2008).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación del Sitio Experimental

El presente trabajo se realizó en un invernadero del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. Localizada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Cuyas coordenadas son 25° 23´ Latitud Norte y 101° 00´ Longitud Oeste, con una altitud de 1742 m.s.n.m.

### Clima

Con una temperatura media anual que oscila en los 18.3°C y una humedad relativa media de 49%, precipitación de 443.5 mm, clima templado semiseco, y un invierno extremoso. (Agro meteorología UAAAN, 2001).

### Material utilizado

**Charolas.** Se utilizaron charolas de poliestireno (unicel) de 200 cavidades. Las charolas fueron nuevas, por lo tanto no hubo necesidad de realizar desinfección de las mismas.

**Sustratos.** Se utilizó una mezcla comercial, con un contenido de peat moss, vermiculita y lima dolomita para la germinación.

**Material vegetal.** El material biológico utilizado en la presente investigación estuvo constituido por el ecotipo Colombia (*Physalis peruviana L.*) que se caracteriza por tener numerosas hojas pequeñas, una mejor coloración y

un mayor contenido de azúcares que los ecotipos africanos, cualidad que lo hace aceptable en el mercado.

**Descripción de los Tratamientos.** En el experimento se establecieron 11 tratamientos y tres repeticiones, donde la unidad experimental consistió en 4 plantas por repetición, de las cuales 2 plantas sirvieron como parcela útil, para la toma de datos correspondientes. Se utilizaron dos cepas de rizobacterias nativas de General Cepeda, Coahuila (A1 y A2) aplicadas en dosis de  $1 \times 10^6$ , y la cepa comercial (CC) *Azospirillum brasilense* de la empresa Biofábrica siglo XXI de nombre “Azofer”, y su combinación con distintas concentraciones de fertilización química (FQ), 0, 50, y 100%, y un testigo absoluto sin nutrición química y otro con el 100% de fertilización química.

Cuadro 1. Tratamientos aplicados en el cultivo de *Physalis peruviana* en invernadero.

Tratamiento	Tipo de Fertilización	Tratamiento	Tipo de Fertilización
1	Testigo absoluto	7	A2+100% FQ
2	A1	8	CC
3	A1+50% FQ	9	CC+50% FQ
4	A1+100% FQ	10	CC+100% FQ
5	A2	11	100% FQ
6	A2+50% FQ		

*A1 y A2 = Azospirillum sp. De Gral. Cepeda, CC= cepa comercial Azospirillum brasilense, FQ= fertilización química.*

## **Diseño Experimental**

Los tratamientos diseñados fueron distribuidos bajo un diseño experimental de bloques completos al azar, con tres repeticiones, y cuatro plantas por tratamiento. Para el análisis de los datos obtenidos (ANVA) se utilizó software SAS versión 9.0. En aquellas variables donde se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, se procedió a realizar una comparación de medias mediante la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05\%$ ), a fin de agrupar los tratamientos con medias estadísticamente iguales y/o diferentes.

## **Conducción del Experimento**

**Preparación del terreno.** Se realizó el 02 de marzo del 2019, el cual consistió en preparar 4 camas de 14 metros de longitud por 1 metro de ancho donde se establecieron los tratamientos. Se colocó un sistema de riego por goteo localizado, junto con un acolchado de polietileno color negro.

**Siembra en Charola.** Esta se efectuó manualmente el día 8 de febrero del 2019, en charolas de 200 cavidades y usando un sustrato ya indicado anteriormente, se depositó de dos a tres semillas por cavidad para garantizar la germinación completa y uniforme.

Una vez que se realizó la siembra se tapó con una fina capa de sustrato húmedo y se aplicó un riego a saturación para posteriormente apilarlas y cubrirlas completamente con un polietileno negro para inducir una temperatura

adecuada para la germinación de la semilla, se cuidó que la cubierta de plástico sellara totalmente, para evitar evaporación del agua y facilitar humedad más o menos constante durante el proceso de germinación.

**Densidad de población manejada.** Se manejó una densidad de población de 26,666 plantas por hectárea, teniendo una distancia entre surcos de 1.5 m y 0.50 entre plantas, se estableció a doble hilera con un arreglo a tres bolillo, teniendo 2.66 plantas por m<sup>2</sup>. Las plántulas de Goldenberry se trasplantaron en invernadero el día 30 de abril.

**Fertilización.** Durante los primeros 30 días se mantuvo una fertilización completa a base de la solución de Steiner (1981) considerada como el 100% vía fertirriego con la siguientes dosis, apoyada en un análisis del agua.

Cuadro 2. Solución Steiner aplicada en el cultivo de *Physalis peruviana* L., en invernadero.

Fertilizante	1,100 L de solución
Fosfato de amonio (MAP)	250 g
Nitrato de potasio + azufre (NKS)	780 g
Nitrato de calcio [Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ]	625 g
Nitrato de magnesio [Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ]	115 g
Micronutrientes	50 g
Ácido sulfúrico	175 ml

Después de los 30 días del trasplante se aplicaron soluciones nutritivas con respecto a los tratamientos establecidos (Tabla 3). Se realizaron tres aplicaciones de las cepas de rizobacterias durante el experimento a una concentración de  $1 \times 10^6$ , considerando 20 ml por planta.

Cuadro 3. Concentraciones de Solución nutritiva Steiner aplicada al cultivo de *Physalis peruviana* L., en invernadero.

Fertilizante	Solución (100%)	Solución (50%)
Fosfato de amonio (MAP)	250 g	125 g
Nitrato de potasio + azufre (NKS)	780 g	390 g
Nitrato de calcio $[Ca(NO_3)_2]$	625 g	312.5 g
Nitrato de magnesio $[Mg(NO_3)_2]$	115 g	57.5 g
Micronutrientes	50 g	25 g
Ácido sulfúrico	175 ml	87.5 ml

**Podas.** Las plantas fueron manejadas a 4 tallos principales, por lo cual fue necesario eliminar los brotes laterales y hojas viejas que se fueron presentando, se utilizó un tutorado tipo holandés para evitar que los tallos estuvieran en contacto con el suelo.

**Control de Plagas y Enfermedades.** Durante el desarrollo del ciclo del cultivo se presentó la mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum*), paratrioza (*Bacterizera cockerellii*) y gusano del fruto *Heliothis* sp., para su control se utilizaron los siguientes productos comerciales;

New Leverage (imidacoprit+deltametrina), Delta Yuddo (lambda cyhalotrina), Abamectina (abamectina), y Agro Met 600 (metamidofos), a una dosis de 1.5 L•ha<sup>-1</sup>, 0.5 L•ha<sup>-1</sup>, 0.7 L•ha<sup>-1</sup>, y 1.0 L•ha<sup>-1</sup> respectivamente.

### **Variables Evaluadas**

**Altura de planta.** Esta variable se midió 30 días después del trasplante con la ayuda de una cinta métrica, el cual se tomó desde la superficie del suelo hasta la parte más alta de la planta. Se tomaron 2 plantas con competencia completa por cada repetición, 6 plantas por tratamiento, en total fueron 66 plantas.

**Diámetro de tallo.** Esta variable se tomó a los 30 días después del trasplante, se midió con la ayuda de un vernier por debajo de la primera bifurcación del tallo a 30 cm de altura, la secuencia de toma de datos fue en el mismo lugar, expresada en milímetros (mm).

**Longitud de entrenudos.** Esta variable se midió 30 días después del trasplante con ayuda de una regla graduada de 30 cm, se midió un entrenudo por tallo que comprende la distancia entre dos nudos, u punto de origen de una nueva ramificación.

**Número de frutos por planta por corte.** Esta variable es el resultado del conteo de frutos cosechados a lo largo del ciclo del cultivo y dividido entre el número de cortes, en cada tratamiento y sus respectivas repeticiones.

**Peso promedio de frutos.** Este dato se obtuvo mediante el la suma de los pesos obtenidos hasta el día 85 y dividido entre el número total de frutos obtenidos en el mismo periodo.

**Sólidos solubles totales.** Este dato se obtuvo manualmente con ayuda de un refractómetro con escala de °Brix, para esto se tomó 2 frutos al azar por cada repetición en cada corte.

**Rendimiento promedio por hectárea.** Este dato se obtuvo con el número por frutos por planta y el peso promedio de los frutos a 10 cortes, utilizando la fórmula:

$$\text{NFP} * \text{PPF} * 10 \text{ cortes} * \text{DP}$$

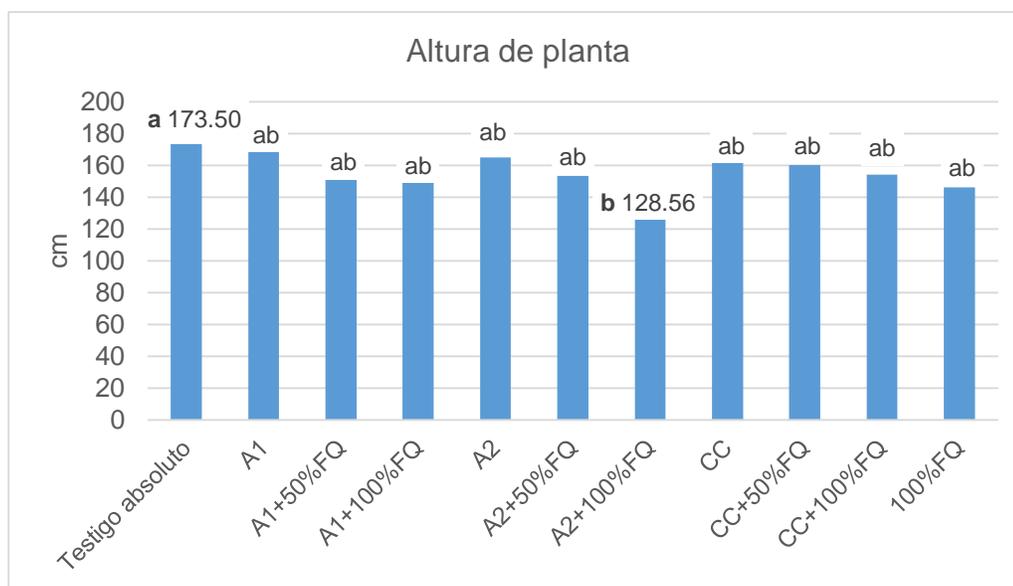
Dónde: NFP= número de frutos por planta, PPF= peso promedio de frutos, y DP= densidad de población.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Altura de Planta

Al analizar los datos de Altura de planta se encontraron diferencias significativas y en la pruebas de medias (Tukey  $P \leq 0.05\%$ ), se observó que la mayor altura de planta la presentó el testigo absoluto que fue un 25.90% superior, con respecto al tratamiento A2+100%FQ que fue donde se presentó menor altura y fue estadísticamente inferior al testigo (Figura 1).

Se observa al testigo absoluto estadísticamente igual a todos los tratamientos excepto al tratamiento que recibió 100% fertilización química. Los presentes resultados difieren de los obtenidos por Ramírez *et al.* (2008), en otro experimento realizado en *Physalis peruviana L.* ya que encontraron que en general, los tratamientos inoculados con una mezcla de microorganismos benéficos al suelo más fertilizantes químicos, presentaron mayores alturas de planta, superiores al testigo. Esto no concuerda con los resultados obtenidos y puede deberse al ambiente y condiciones en las cuales se manejó el presente cultivo.

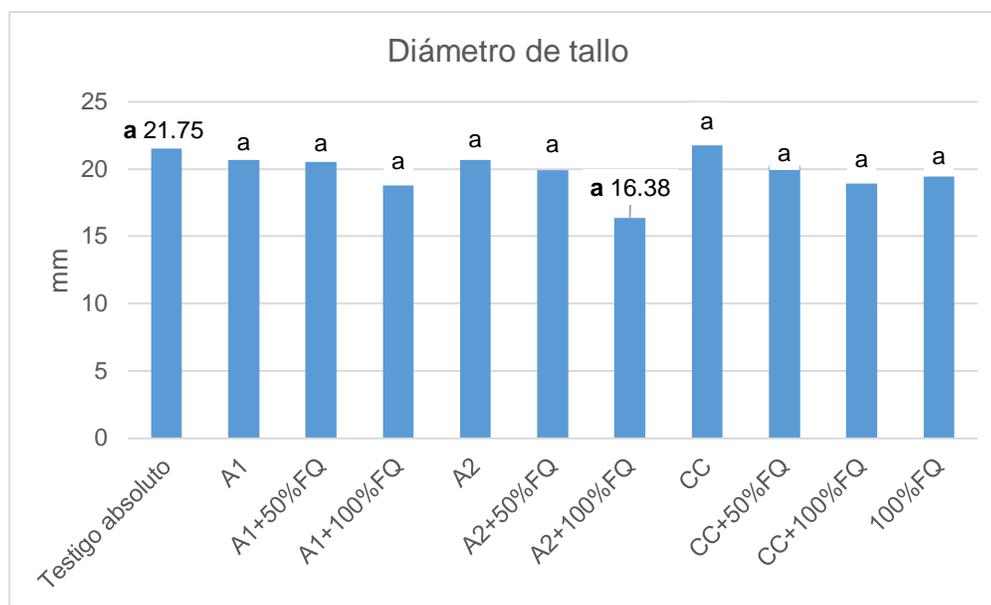


Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey  $P \leq 0.05$ ).

*Figura 1.* Valores medios para la variable ADP en el cultivo de *Physalis peruviana* L., en respuesta a la aplicación de distintas dosis de fertilización química en combinación con cepas de rizobacterias.

### **Diámetro de Tallo**

El análisis de varianza no exhibió diferencias significativas entre tratamientos, respecto a la variable DT, por lo tanto se puede concluir que el uso de nutrición química o rizobacterias no tuvieron efecto sobre la variable DT, como se muestra en la Figura 2, sin embargo el tratamiento CC es el que presenta una mayor respuesta, superando en 24.68%, al tratamiento A2+100%FQ que es el que presenta una menor valor (Figura 2).



Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey  $P \leq 0.05$ ).

Figura 2. Valores medios para la variable de DT en el cultivo de *Physalis peruviana* L., en respuesta a la aplicación de distintas dosis de fertilización química en combinación con cepas de rizobacterias.

### Longitud de Entrenudos

El análisis de varianza aplicado a los tratamientos bajo estudio respecto a la variable LEN, mostro diferencias significativas y al analizar los valores medios mediante una comparación de medias (Tukey  $P \leq 0.05\%$ ), se encontró que el testigo absoluto fue estadísticamente superior al tratamiento A2+100%FQ y exhibió un valor 23.61% superior al tratamiento antes citado, similar a la respuesta observada en la variable Altura de planta, por lo tanto se puede deducir que la mayor altura está determinada por una mayor longitud de entrenudos (Figura 3). En éste sentido, Ica (2004) menciona que al aplicarse

inoculantes biológicos al suelo se promueve el crecimiento vegetal y favorece el aprovechamiento de los nutrientes, en asociación con la rizósfera de la planta.

Esto se observa en los tratamiento que se encuentran en los grupos estadísticos a y ab, mientras que el testigo absoluto supera ligeramente a los demás tratamientos, esto puede deberse a diversos factores como la temperatura, la humedad relativa, la humedad del suelo, que se presentaron en el desarrollo del experimento.

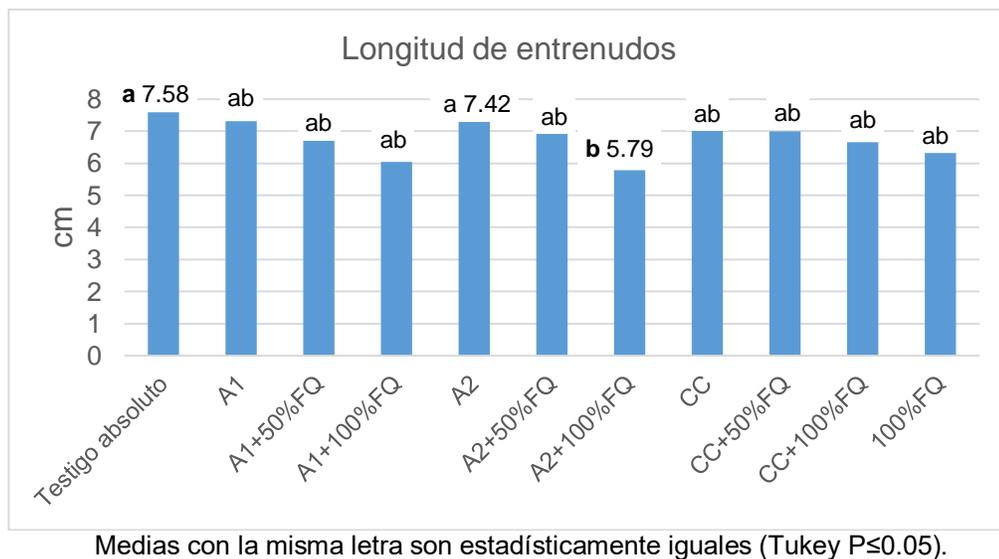
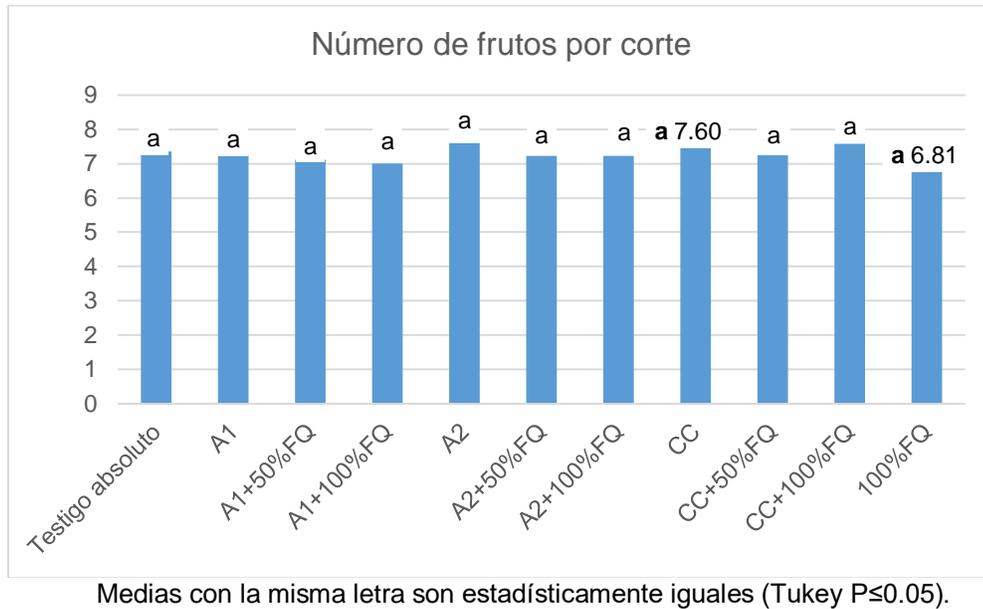


Figura 3. Valores medios para la variable LEN en el cultivo de *Physalis peruviana* L., en respuesta a la aplicación de distintas dosis de fertilización química en combinación con cepas de rizobacterias.

### Numero de Frutos por Planta por Corte

El análisis de varianza no exhibió diferencias significativas entre tratamientos respecto a la variable NFPP, aunque la prueba de medias muestra diferencias numéricas, estas no son significativas, se observa que los

tratamientos CC, A2, y CC+100%FQ son superiores en un 10.39% al tratamiento 100%FQ, aunque no significativamente (Figura 4).



*Figura 4.* Valores medios de la variable NFPP en el cultivo de *Physalis peruviana* L., en respuesta a la aplicación de distintas dosis de fertilización química en combinación con cepas de rizobacterias.

### Peso Promedio de Frutos

El ANVA aplicado a la variable PPF, muestra diferencias significativas entre tratamientos, indicando que al menos uno indujo respuestas significativamente diferentes al resto de tratamientos en el PPF. La prueba de medias muestra que el tratamiento A2, y CC fueron superior en un 26.24% al tratamiento con 100%FQ, mientras que el resto de los tratamientos se comportan de manera similar (Figura 5), a los tratamientos A2 y CC.

Esto es relativamente diferente a lo encontrado por Aguilar (2004) quien encontró que bajo un sistema de fertirriego e invernadero sin el uso de microorganismos benéficos los frutos alcanzaron un peso de 4.1 gramos, esto se debió a un manejo distinto del cultivo.

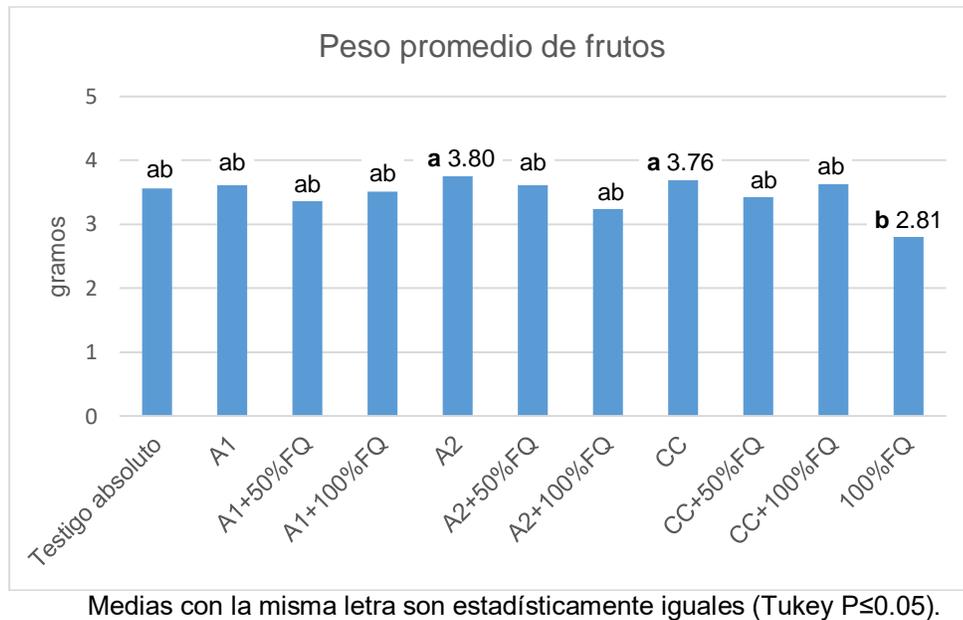


Figura 5. Valores medios de la variable PPF en frutos de *Physalis peruviana* L., en respuesta a la aplicación de diferentes dosis de fertilización química en combinación con cepas de rizobacterias.

### Sólidos Solubles Totales

En esta variable se encontraron diferencias significativas ( $P \leq 0.05\%$ ) entre los tratamientos estudiados. La comparación de medias muestra que el tratamiento A1+50%FQ fue significativamente superior en un 15.86% con respecto al tratamiento CC+100%FQ (Figura 6). Aguilar *et al.* (2004) encontró que la concentración de azúcares en los frutos en promedio, fue de 10 °Brix,

mientras que Vega *et al.* (1991) menciona que encontró una media de 12 a 15 °Brix. Sin embargo en éste trabajo se encontraron valores superiores a 15° Brix, teniendo por lo tanto frutos con mayor contenido de azúcares, probablemente por las características del suelo y la aplicación de los tratamientos bajo estudio. Aunque Fischer y Martínez (1991) mencionan que el máximo incremento en la calidad de sólidos solubles ocurre cuando los frutos se tienen de color naranja. Fue en este estado que se toma las lecturas para esta variable, lo cual indica que la aplicación de diferentes dosis de fertilización con la combinación de rizobacterias aumenta los sólidos solubles totales.

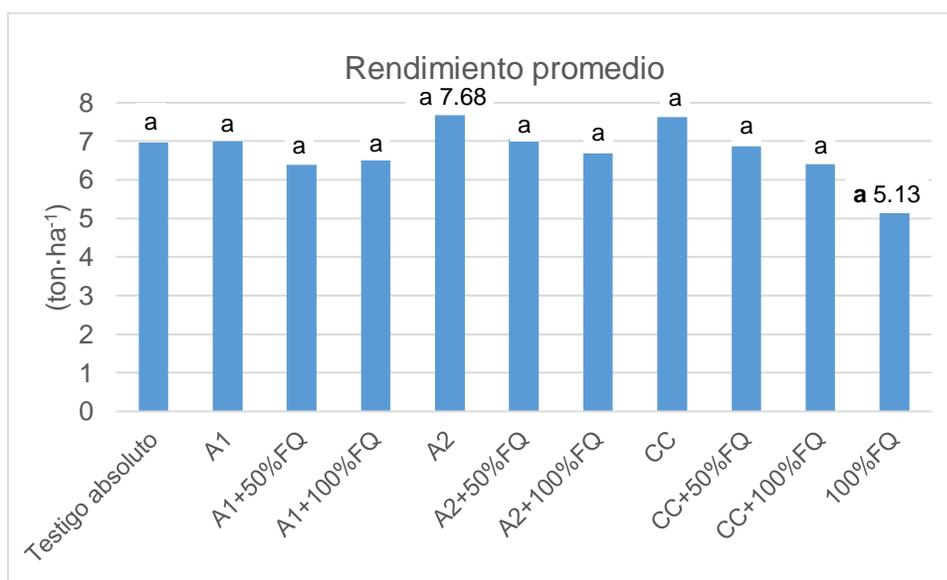


Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey  $P \leq 0.05$ ).

**Figura 6.** Valores medios para la variable SST en frutos de *Physalis peruviana* L., en respuesta a la aplicación de distintas dosis de fertilización química en combinación con cepas de rizobacterias.

## Rendimiento Promedio por Hectárea

El ANVA aplicado a la variable RPH no mostró diferencias significativas entre tratamientos. Aunque no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos las diferencias numéricas muestran que el tratamiento A2 y CC son superiores en 33.20% con respecto al tratamiento 100%FQ (Figura 7). Esto quiere decir que es posible reducir un 50% o más la fertilización química con el uso de rizobacterias, obteniendo un rendimiento igual o mayor, lo cual si se analiza desde el punto de vista económico, resulta ventajoso. Vassilev *et al.*, (2001), consideran que un inoculante biológico es una preparación de microorganismos que puede sustituir parcial o totalmente la fertilización química para este cultivo.



Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey  $P \leq 0.05$ ).

*Figura 7.* Valores medios para la variable RPH en el cultivo de *Physalis peruviana* L., en respuesta a la aplicación de distintas dosis de fertilización química en combinación con cepas de rizobacterias.

## CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos, es posible concluir que las plantas de Goldenberry en invernadero tienen una respuesta más favorable cuando son fertilizadas químicamente e inoculadas con rizobacterias.

Aplicaciones de rizobacterias pueden alcanzar rendimientos estadísticamente iguales a los tratamientos con fertilizantes químicos, resultando atractivos ya que los costos de la nutrición de cultivos se pueden reducir significativamente.

La aplicación de rizobacterias en combinación con dosis al 50% de la nutrición químicos estándar, pueden contribuir en la calidad de los frutos de Goldenberry, lo cual puede contribuir a una mejor comercialización de estos frutos.

En este trabajo se demuestra que con el uso de rizobacterias se puede reducir la aplicación de fertilizantes químicos, con lo cual se puede contribuir a una disminución de la contaminación de suelo y agua.

## LITERATURA CITADA

- Almanza, P.J. 2000. Propagación. Producción, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, P.27-40.
- Angulo, R. 2011. Uchuva *Physalis peruviana*. Bogotá: Bayer CropScience, Pp 60.
- Armendáriz. 2007. Desafíos y riesgos agrícolas ante el calentamiento global. En Oportunidades y retos de la Ingeniería Agrícola ante la globalización y el cambio Climático. UACH-URUZA. Pp. 73-79
- Asociación Nacional de Comercio Exterior (ANALDEX). 2018. Exportaciones de uchuva 2018. Dirección de asuntos Económicos. Bogotá D.C.Colombia. Pp1-3.
- Bobadilla, C.. S.C. Rincón. 2008. Aislamiento y producción de bacterias fosfatos solubilizadoras a partir de compost obtenido de residuos de plaza. Microbiologo Industrial. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Página 16.
- Budzikiewiez, H. 1997. Siderophores from Fluorescent Pseudomonas. Studies in Natural Products Chemistry. 19: 793 –835
- Criollo E., H.; V. Ibarra C. 1992. Germinación de la uvilla (*Physalis peruviana* L.) bajo diferentes grados de madurez y tiempo de almacenamiento. Acta Hort. 310: 183-187.
- Fischer, G. 2000. Crecimiento y desarrollo. In: Flórez ,V.J.; Fischer, H.; Sora, A.D. (Ed.). Producción, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, P.9-26.

- Fischer, G.; D. Miranda. 2012. Uchuva (*Physalis peruviana* L.). In: Fischer, G. (Ed.). Manual para el cultivo de frutales en el trópico. Bogotá: Produmedios. p.851-873.
- Fischer, G., D. Miranda, T.A.W Piedrahi. Y.J. Romero. 2005. Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en Colombia. Bogotá. Ed.) Universidad Nacional de Colombia. Pp.55-82.
- Fischer G., M. Sora. 2000. Producción. Poscosecha y exportación de la Uchuva (*Physalis peruviana* L.) Santa Fe de Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Unibiblos. Pp. 41-49.
- Flórez,V.J., G. Fischer, A.D. Sora. Producción, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). Bogotá: (Ed.).Universidad Nacional de Colombia, 2000. Pp.109-127.
- Gastelum, D. 2012. Demanda nutrimental y manejo agronómico de *Physalis peruvianum* L. 74 f. Tesis (Maestría en Ciencias). -Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, Texcoco.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), 2004. Resolución 00375 (Febrero 27 2004) Registro y Control de los Bioinsumos y Extractos Vegetales de uso agrícola en Colombia. Ministerio de Agricultura. Presidencia de la República
- Jerez, C.M. 2005. Reconocimiento de la entomofauna mayor presente en el cultivo de uchuva (*Physalis peruviana* L.) en el Departamento de Cundinamarca y Boyacá. Trabajo (Grado) Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2005.
- Ligarreto G.A., M. Lobo. y A. Correa.2005. Recursos genéticos del genero *Physalis* en Colombia Avances en cultivo, poscosecha y exportación de

la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en Colombia. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía, Pp. 9-28.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MDER).2018. Boletín Agroclimático nacional. Colombia.

Morton F., J. 1987. Cape Gooseberry, pp. 430-434. *In: Fruits of Warm Climates.* Morton F., J. (Edit). University of Miami. Media Incorporated. Miami, FL.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). 2002. Uchuva. Perfil de Producto No. 13. Sistema de Inteligencia de Mercados. Corporación Colombia Internacional. Bogotá, Colombia. 12 Pp.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). 2017.

Mora-Aguilar R., A. Peña-Lomelí; E. López-Gaytán; J. J. Ayala-Hernández; D. Ponce-Aguirre. 2003-2004. Agrofenología de *Physalis peruviana* L. En invernadero y fertirriego.

Patiño S.D.I., V. E. L. García., A.E. Barrera., R.O. Quejada. 2014. Manuel técnico de uchuva bajo buenas prácticas agrícolas. Pp. 11-16.

Palme, W. 2002. New cultivation systems for *Physalis peruviana* L.;Effects on quality, physiology, productivity and storage. HBLVA fur Gartenbau, pp. 340-343. *In: Forschungsprojekt. Versuchsjahere 2000-2002.* Wien, Germany

Peña, H., I. Reyes. 2007. Aislamiento y evaluación de bacterias fijadoras de nitrógeno y disolventes de fosfatos en la promoción del crecimiento de la lechuga (*Lactuca sativa* L.)Interciencia. 32.(8): .

Rodrigo Cruzat G. y Constanza Honorato. 2010. Resultados y Lecciones en cultivo de Goldenberry (*Physalis peruviana* L.) en la zona central de Chile. Serie Experiencias de la Innovación para el Emprendimiento Agrario.Pp. 5-6.

- Ruiz Gaitan, M., L. Castellanos González & C. Jair Villamizar. 2018. El cultivo de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(1): 46-53.
- Rodríguez, N.C.; M.L. Bueno. 2006. Estudio de la diversidad citogenética de *Physalis peruviana* L. (Solanaceae). *Acta Biológica Colombiana*, Bogotá. 11 (2):75-85.
- Rivieros, J.A. 2008. Evaluación de microorganismos con potencial en biofertilización para un cultivo de uchuva (*Physalis peruviana* L.) en etapas de semillero y vivero. Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. Página 11 –12
- SARH-DGEA. 1984. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos- Dirección General de Estadística Agrícola. Agenda de Información Estadística Agropecuaria y Forestal, México, D.F.
- Sánchez del C.F. 2008. Diseño agronómico de los invernaderos en México y en el mundo. *In*: Modulo II. Primer curso de especialización en horticultura protegida. Departamento de Fitotecnia, UACH.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2015.
- Vassilev, N., A.M. Vassilev., R. Azcon AND A. Medina. 2001. Application of free and Ca-alginate entrapped *Glomus deserticola* and *Yarrowia lypolitica* in a soil-plant System. *Journal of Biotechnology*. 91: 237-242
- Zapata, J.L., A. Saldarriaga, M. Londoño, C. Díaz. 2002. Manejo del cultivo de la uchuva en Colombia. Bogotá: Corpoica, Pp. 40 . (Boletín Técnico, 14).