

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**UNIDAD LAGUNA**  
**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**Evaluación en la calidad de cinco genotipos de calabacita (*Cucurbita pepo* L)  
con inoculación de rizobacterias bajo condiciones de invernadero.**

**POR**

**JOSÉ SALVADOR FAJARDO MADRUEÑO**

**TESIS**

**Presentada como requisito parcial  
para obtener el título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**TORREÓN, COAHUILA MÉXICO.**

**DICIEMBRE, 2017**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Evaluación en la calidad de cinco genotipos de calabacita (*Cucurbita pepo* L.)  
con inoculación de rizobacterias bajo condiciones de invernadero.

POR

JOSÉ SALVADOR FAJARDO MADRUEÑO

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO  
DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR

PRESIDENTE:

  
Ph. D. PEDRO CANO RIOS

VOCAL:

  
ING. JESÚS MANUEL LUNA DÁVILA

VOCAL:

  
ING. JUAN DE DIOS RUIZ DE LA ROSA

VOCAL SUPLENTE:

  
DR. JORGE SAENZ MATA

  
M.E VICTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA

DICIEMBRE, 2017



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Evaluación en la calidad de cinco genotipos de calabacita (*Cucurbita pepo* L)  
con inoculación de rizobacterias bajo condiciones de invernadero.

POR

JOSÉ SALVADOR FAJARDO MADRUEÑO

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:

Ph. D. PEDRO CANO RIOS

ASESOR:

ING. JESÚS MANUEL LUNA DÁVILA

ASESOR:

DR. LUCIO LEOS ESCOBEDO

ASESOR:

DR. JORGE SÁENZ MATA



M.E VICTOR MARTÍNEZ CUETO  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICA

TORREÓN, COAHUILA

DICIEMBRE, 2017

## AGRADECIMIENTOS

**A Dios.** Por una bendición más en los años de vida que tengo, con darme la oportunidad de mejorar mi vida personal obteniendo una licenciatura y que nunca me dejó solo.

**A la universidad.** Por compartir conmigo todos los elementos, herramientas, experiencias, conocimientos, y todas esas cosas de cierta manera formaron mi tiempo como estudiante y que forman parte de mi vida personal.

**Dr. Pedro cano Ríos** por darme la oportunidad de aprovechar su conocimiento y un poco de su experiencia durante mi tiempo como estudiante, y acompañarme en mi trabajo de investigación, dando de usted, su mayor comprensión, amabilidad, paciencia. Muchas gracias.

**Ing. Jesús Manuel Luna Dávila.** Gracias por todo el tiempo, su dedicación, la experiencia como profesor y como amigo durante toda mi estancia como estudiante. Muchas gracias.

**Dr. Jorge Sáenz Mata,** por compartir su tiempo necesario, su comprensión, paciencia, pero dejando en claro que me hubiera gustado que durante más tiempo me hubiera compartido su experiencia como investigador y como docente.

**Dr. Lucio Leos Escobedo.** Agradezco, que el tiempo que lo conocí como docente, su experiencia compartida fue de gran utilidad para la formación de estudiante y como profesional. Muchas gracias.

**A todos y cada uno de los maestros.** Gracias por aportar ese granito de arena en mi persona que durante todo mi tiempo como estudiante fueron guía firme para formarme como profesional y aparte de ser mis maestros fueron unos amigos.

**A mis amigos.** Gracias. Raymundo Canales Parra por compartir esa amistad durante todo el tiempo como estudiantes, por el gran apoyo en los momentos que lo necesite. Gracias a Limber Pérez Vázquez, Flor Laurent Corona Ramos, Vianey

Fernanda, Daniela Rodríguez Castro, por su amistad y por el apoyo durante mi investigación de tesis.

## **DEDICATORIAS**

### **A MIS PADRES**

**María Teresa Madrueño Cárdenas y José Manuel Fajardo López**

Gracias por ese amor incondicional, esa paciencia, por ese cariño, por todo el apoyo moral, económico para que yo pudiera tener una oportunidad de estudiar algo en lo que yo estoy orgulloso. Muchas gracias PADRES

### **A MIS HERMANOS**

**Yahir Emmanuel Fajardo Madrueño y Noelia Lizeth Fajardo Madrueño.**

Gracias por brindarme ese cariño y por pasar momentos muy felices y que a pesar ser unas personas menores de edad, siempre me apoyaron y siempre me dieron motivo para yo ser la persona que ahora soy

### **A MIS FAMILIARES**

Muchas gracias por compartir sus experiencias que de cierta manera influyeron para poder tomar decisiones durante mi tiempo como estudiante y por sus palabras de aliento y de motivación para continuar con mi carrera. Muchas gracias.

## INDICE GENERAL

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>I</b>
<b>DEDICATORIAS</b> .....	<b>II</b>
<b>INDICE GENERAL</b> .....	<b>III</b>
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	<b>VII</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>VIII</b>
<b>INDICE DE APENDICE</b> .....	<b>IX</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>X</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
Objetivo general .....	3
Objetivos específicos.....	3
Hipótesis.....	3
<b>REVISION DE LITERATURA</b> .....	<b>4</b>
Generalidades del cultivo de la calabacita .....	4
Importancia económica de la calabaza.....	5
Clasificación taxonómica de la calabacita .....	7
Raíz.....	8
Tallo .....	8
Hoja.....	8
Flores.....	8
Fruto .....	9
Semillas .....	9
Valor nutricional.....	9
Requerimientos edafoclimaticos.....	10
Humedad .....	10
Temperatura .....	11
Luminosidad .....	11
Condiciones para la polinización y la fecundación .....	11
Suelo.....	12
Siembra .....	12

Marco de plantación .....	12
Prácticas culturales de la calabacita .....	12
Aclareo de plantas .....	12
Aporque .....	13
Tutorado .....	13
Deshojado.....	13
Riego.....	13
Fertilización.....	13
Limpieza de flores .....	14
Raleo de frutos .....	14
Plagas y enfermedades.....	14
Cosecha.....	14
Índice de cosecha.....	15
Calidad de postcosecha de frutas y hortalizas .....	15
Índices de calidad.....	15
Característica de la norma mexicana de calidad: NMX-FF-020-1982. ....	16
Clasificación y designación del producto .....	16
Características de calidad .....	17
Diámetro polar y ecuatorial .....	17
Firmeza.....	17
Sólidos solubles totales (°Brix).....	18
Genotipos .....	19
Tipos.....	20
Tipo Luciana .....	20
Tipo Obscura zucchini.....	20
Tipo Gray zucchini (Huracan F1) .....	20
Tipo Green zucchini.....	20
Bacterias .....	20
Tipos de bacterias según el género .....	21
Bacterias promotoras de crecimiento en la rizosfera .....	22
El género <i>Bacillus</i> en la rizosfera.....	22

Competencia por nutrientes, antibiosis.....	23
Características de acción.....	23
<b>MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>23</b>
Localización del sitio de estudio .....	23
Localización del área de evaluación.....	24
Clima.....	24
Diseño experimental y tratamientos .....	24
Marco de plantación.....	24
Acondicionamiento del área de estudio. ....	25
Desinfección del área .....	25
Siembra directa de forma manual.....	25
Eliminación de plántulas de calabacita .....	25
Inoculación de rizobacterias a la planta.....	25
Riego.....	25
Tutorio de plantas.....	26
Poda.....	26
Nutrición.....	26
Plagas y enfermedades.....	26
Variables evaluadas.....	27
Peso de frutos .....	27
Diámetro ecuatorial .....	27
Diámetro polar .....	27
Firmeza.....	27
Solidos solubles (°Brix) .....	27
Peso.....	27
Calibración de refractómetro.....	27
Calibración de penetrometro.....	28
<b>RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>28</b>
Diámetro ecuatorial.....	28
Diámetro polar.....	29
Firmeza.....	29



Solidos solubles totales (°Brix).....	30
Peso.....	31
Bacterias.....	31
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>33</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>34</b>
<b>APENDICE.....</b>	<b>43</b>

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Principales países productores de calabaza y calabacín .....	6
Cuadro 2. Valor nutricional por 100 gr de calabacín .....	10
Cuadro 3. Tamaño para calabacita italiana .....	16
Cuadro 4. Tolerancias de tamaño para frutos de calabacita .....	17
Cuadro 5. Valores promedio para la variable diámetro ecuatorial de los cinco genotipos de calabacita tipos zucchini con dos rizobacterias. UAAAN-UL. 2017...	28
Cuadro 6. Valores promedio para la variable diámetro polar de los cinco genotipos de calabacita tipos zucchini con dos rizobacterias. UAAAN-UL. 2017. ....	29
Cuadro 7. Valores promedio para la variable de firmeza de los cinco genotipos de calabacita tipos zucchini con dos rizobacterias. UAAAN-UL. 2017 .....	30
Cuadro 8. Valores promedio para la variable diámetro ecuatorial de los cinco genotipos de calabacita tipos zucchini con dos rizobacterias. UAAAN-UL. 2017...	30
Cuadro 9. Valores promedio para la variable diámetro ecuatorial de los cinco genotipos de calabacita tipos zucchini con dos rizobacterias. UAAAN-UL. 2017...	31
Cuadro 10. Valores promedio para la variable diámetro ecuatorial de las dos bacterias del genero Bacillus y del genero Pseudomonas con cinco genotipos de calabacita tipos zucchini UAAAN-UL. 2017.....	32

## **INDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Superficie sembrada y producción de calabacita en México. ....	7
--	---

## INDICE DE APENDICE

<b>Cuadro 1A.</b> 7Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial de los cinco genotipos de calabacita tipo zucchini, inoculados con dos rizobacterias bajo invernadero. UAAAN. UL 2017 .....	43
<b>Cuadro 2A.</b> Análisis de varianza para la variable firmeza de los cinco genotipos de calabacita tipo zucchini, inoculados con dos rizobacterias bajo invernadero. UAAAN. UL 2017 .....	43
<b>Cuadro 3A.</b> Análisis de varianza para la variable solidos solubles totales de los cinco genotipos de calabacita tipo zucchini, inoculados con dos rizobacterias bajo invernadero. UAAAN. UL 2017 .....	44
<b>Cuadro 4A.</b> . Análisis de varianza para la variable peso de fruto de los cinco genotipos de calabacita tipo zucchini, inoculados con dos rizobacterias bajo invernadero. UAAAN. UL 2017.....	44

## RESUMEN

Las rizobacterias, son un grupo heterogéneo de bacterias que se pueden encontrar en la rizosfera, y en asociación con raíces, que puede mejorar la calidad de los frutos directa o indirectamente. La calabacita se está tomando auge en la producción no solo en las demandas de los consumidores, sino por la alta productividad generada en la producción bajo cubierta. El objetivo de esta investigación fue evaluar la respuesta de cinco genotipos de calabacita Gray zucchini, Zucchini gray, obscura zucchini, zucchini Green y Luciana gray con la inoculación de dos bacterias (*Bacillus paralicheniformis*), (*Pseudomonas lini*). Los genotipos mostraron diferencias significativas en el diámetro ecuatorial inoculadas únicamente con la rizobacterias (*Bacillus paralicheniformis*). Para la calidad de los frutos se evaluaron las variables físicas como firmeza (Nw), diámetro ecuatorial (cm), diámetro polar (cm), y en las variables químicas se analizó los sólidos solubles totales (°Brix) por cada cosecha realizada. Durante la evaluación se observó que el diámetro ecuatorial Gray zucchini fue la que presentó el valor más alto, observando una media de 3.16 cm, respectivamente, mas sin embargo el genotipo Zucchini Green presentó el valor más bajo con una media de 2.2 cm. Con respecto a los valores de diámetro ecuatorial no se observó ninguna diferencia significativa en relación a los genotipos y rizobacterias. La firmeza en el cuadro 3 se presentan las medias donde se puede observar que el genotipo Gray zucchini ocupó el valor más alto con una media de 3.67 Nw o kg/cm<sup>2</sup>, mientras que los demás genotipos no hay diferencia significativa. Los sólidos solubles totales solo se detectaron diferencias significativas en los bloques, siendo evidente que no tiene ningún efecto con la inoculación de bacterias e interacción con los genotipos. En general se puede observar que Gray zucchini significativamente ocupó el lugar más alto con una media de 108.27 g, respectivamente, mientras obscura zucchini mostro una media con el valor más bajo de 54.68 g

**Palabras Clave:** agricultura protegida, rizobacterias, genotipos de calabacita

## INTRODUCCIÓN

La calabaza es la primera planta cultivada en Mesoamérica, cuya fecha más antigua es de hace unos 10,000 años. Donde los principales países latinoamericanos dedicados al cultivo de calabacita son: México, Argentina, Chile, Bolivia, Perú y Ecuador. (Cortes, 2013).

La producción de calabacita en invernadero es una alternativa económica importante y factible de desarrollarse. (Schwabe y Mills., 1981). La calabaza (*Cucúrbita* spp.) es una especie alógama de polinización entomófila. La producción de calabacita bajo cubierta enfrenta dificultades derivadas de la mala polinización por los abejorros (*Bombus terrestres*) que tienen hábito de vuelo elevado, y las temperaturas en el interior del invernadero. (Méndez, *et al.*, 2010b).

Las rizobacterias, son un grupo heterogéneo de bacterias que se pueden encontrar en la rizosfera, en superficies de la raíz y en asociación con raíces, que puede mejorar la medida o la calidad de crecimiento de la planta directamente o indirectamente. Desde hace algunas décadas una gran variedad de bacterias son incluidas tales especies como *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Burkholderia*, *Bacillus* y *Serratia* (Kloepper. *et al.*, 1989).

El modo de acción de las Rpcv es que actúan como biofertilizantes proporcionando nutrimentos a la planta huésped o influyendo positivamente en el crecimiento y morfología o ayudando a otras relaciones simbióticas. (Vessey, 2003).

La forma de aprovechamiento más importante en el cultivo de calabacita en México es como verdura, tanto para el consumo nacional como para su exportación.

La interacción entre etapa de crecimiento, método de aplicación de fertilizantes, lámina de riego y nitrógeno disponible, afecta significativamente el índice de área foliar, los sólidos solubles totales, la producción de biomasa seca, y al número y peso de frutos. (Rodas. *et al.*, 2012).

El manejo agrícola de la calabacita es conocido, pero no la fisiología relacionada con su crecimiento y rendimiento. Un método conveniente para estudiar tales aspectos es el análisis del crecimiento, el cual requiere primordialmente de dos tipos de mediciones: el peso seco de la planta y el área foliar. (Castro, *et al.*, 2011).

Las variedades de Zucchini que se cultivan en la actualidad son híbridos mejorados en Estados Unidos durante los últimos 50 años, procedentes de variedades italianas, en su mayoría de fruto verde oscuro o amarillo, habiéndose convertido en la calabaza de verano más importante desde el punto de vista económico. (Casado, 2016).

Las rizobacterias promotoras del crecimiento de las plantas (Rpcv) son bacterias benéficas que se presentan como una alternativa a los fertilizantes químicos y plaguicidas. (Reyes *et al.*, 2008a). En diversos cultivos, la aplicación de Rpcv en estadios tempranos de desarrollo ha incrementado la producción de la biomasa por un mayor crecimiento de raíces y tallos. (Reyes *et al.*, 2008b).

### Objetivo general

Evaluar la respuesta de cinco genotipos de calabacita en la interacción con dos rizobacterias (*Bacillus paralicheniformis*), (*Pseudomonas lini*) bajo condiciones de invernadero.

### Objetivos específicos

Evaluar el comportamiento de las variables físicas de calidad: peso (g) firmeza (Nw), largo (cm) y ancho (cm) en frutos de calabacita Zucchini (Gray zucchini, Luciana Gray (hibrido comercial), Zucchini Green – 407512, Oscura zucchini- 408112, Yellow zucchini- 441912, Gray zucchini- 91904).

Evaluar como variable química de calidad: °Brix (%)

### Hipótesis

La aplicación de rizobacterias en los cinco genotipos de calabacita modifica la respuesta de calidad de fruto.



## REVISION DE LITERATURA

### Generalidades del cultivo de la calabacita

La calabaza pertenece al género de *Cucúrbita*, es uno de los vegetales de mayor importancia en México. Generalmente se utiliza como alimento, tanto en Latinoamérica como en muchas otras partes del mundo en las que ha sido introducida. El género consta de un total de 20 especies o subespecies, cinco de las cuales son cultivadas, como el grupo de cultivos de *Cucúrbita pepo*, es decir el llamado “Zucchini” mejor conocido como calabacita o calabacín y que corresponde a uno de los tipos cultivados más ampliamente distribuidos en todo el mundo en la actualidad. (Lira, 1995).

El cultivo de la calabaza ha sido importante desde las épocas prehispánicas en el desarrollo de las primeras civilizaciones en América. Ha sido un elemento común y parte fundamental en la agricultura tradicional de subsistencia que se practica en Latinoamérica. (Hernández., 2013)

En México el cultivo y consumo de la calabaza es muy popular, atribuible a la variedad de tipos criollos que existen en las diferentes regiones del país. (González, 2010).

Las calabacitas son los frutos inmaduros de *Cucúrbita pepo* L., especie de la familia cucurbitácea, son plantas fáciles de cultivar, de corto periodo de vida y adaptadas a regiones templadas y subtropicales. (Gallardo, 2009). La familia *Cucurbitaceae* engloba a varias plantas especializadas ya que cuenta con 90 géneros y 750 especies, el cucúrbita es del nuevo mundo con su centro de distribución es en el sur de México. (Puente, *et al.*, 2010).

### Origen

Durante un largo tiempo, el origen de la calabaza y calabacita fue un tema controvertido, hasta que restos arqueobotánicos mostraron la evidencia abrumadora de que todas las variedades del genero cucúrbita fueron originarias de América.

La *cucúrbita pepo* fue una especie ampliamente distribuida en el norte de México y al suroeste de los EE. UU. Desde el año 7000 a. C. La *Cucúrbita*

*moschata* ha estado presente desde México hasta Perú, desde hace miles de años, en gran multitud de formas y variantes. En nuestro país se han encontrado evidencias arqueológicas que datan del años 1440 al 440 a.C. La *Cucúrbita máxima* se supone que esta especie es de origen sudamericano y que su distribución estaba limitada a este continente, a la llegada de los españoles. (Robles & Trucha, 2000).

El calabacín posee un origen incierto, ya que no se sabe con seguridad si procede de Asia meridional o de América central. Si se sabe que es una planta cultivada en todas las regiones cálidas de la tierra desde tiempo. Existen pruebas que esta hortaliza era ya consumida por los egipcios y, más tarde, por griegos y romanos. Sin embargo fueron los árabes quienes extendieron su cultivo por las regiones mediterráneas, donde se convirtió en un alimento de consumo habitual en la edad media. (Casado, 2016).

### **Importancia económica de la calabaza**

A nivel mundial se cultivan un gran número de productos hortofrutícolas, estos se desarrollan de acuerdo a ciertas condiciones específicas de clima y suelos. (Hernández- Miguel. P. J., 2013).

Es difícil obtener datos de superficie y producción de calabacita por países productores, ya que la mayor parte de ellos incluyen en las estadísticas oficiales calabazas y calabacines conjuntamente. Los principales países productores de calabaza y calabacín, en el año 2004 son China, India, Ucrania, Estados Unidos y Egipto, ocupando España la duodécima posición con 300,000 toneladas de la producción mundial y una superficie cultivada de alrededor de 7,000 hectáreas. No obstante, en España casi el 90% de la producción total corresponde a calabacín, siendo el tercer productor entre los países del Mediterráneo, detrás de Italia 430,000 toneladas y Turquía 340,000 (CTA, 2006).

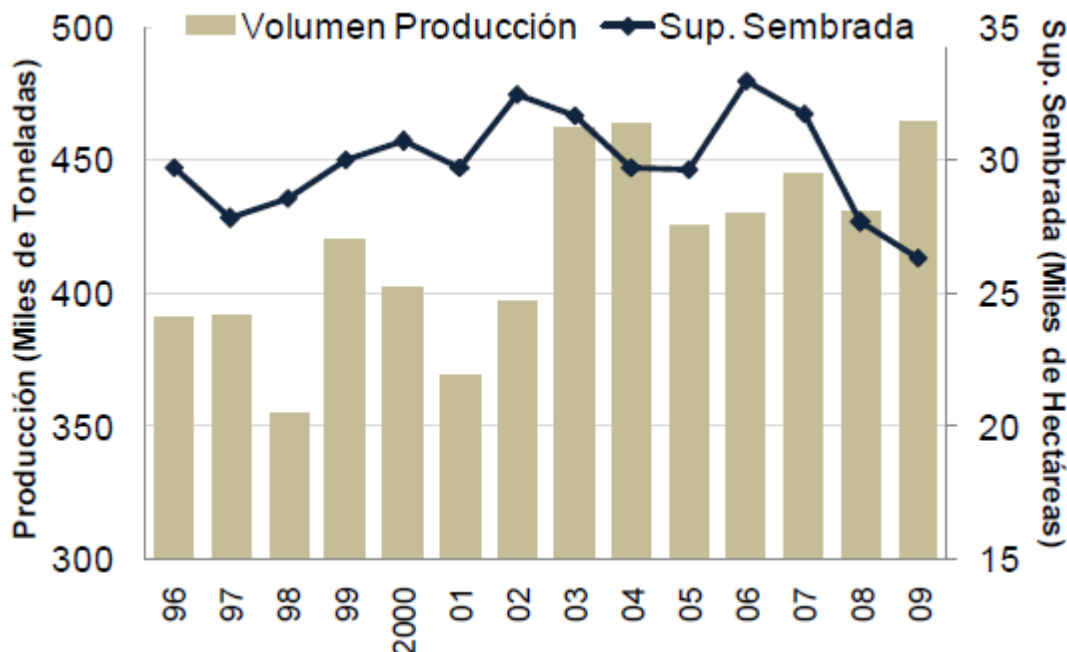
Cuadro 1. Principales países productores de calabaza y calabacín

Calabazas, todas clases. Año 2004	Superficie (ha)	Producción (Tm)
China	303.505	5.674.200
India	360.000	3.500.000
Ucrania	50.000	1.100.000
Estados Unidos de América	39.540	804.260
Egipto	39.200	710.000
México	39.000	560.000
República Islámica de Irán	40.000	505.000
Italia	16.834	494.087
Cuba	69.000	480.000
Turquía	22.000	368.000
Sudáfrica	18.000	366.643
España	7.000	300.000
<b>TOTAL</b>	<b>1.004.079</b>	<b>14.862.190</b>
<b>TOTAL MUNDO</b>	<b>1.496.889</b>	<b>19.697.111</b>

CTA (Centro de transferencia Agroalimentaria, 2006).

Algunos cultivos importantes en la alimentación y con aportación significativa en millones de pesos al valor de la cosecha, en orden descendente son: chile (7410 millones, integrados por chile verde 5244 y chile seco 2166), tomate verde (2059 millones) calabaza (1801 millones, integrados por calabacita 1466 y calabaza 335) y algodón hueso (1231 millones). (Moreno-Molina. J. C. & Téllez, 2006).

La calabacita es considerada como uno de los cultivos más rentables en invernadero. Generalmente, en las regiones del centro del país: Michoacán, San Luis Potosí, Hidalgo y Puebla. El cultivo se realiza a campo abierto durante el ciclo de primavera – verano, mientras que para los mercados de exportación se cultivan en invierno en los estados de Sonora, Baja California y Sinaloa. En el sistema de invernadero se puede producir de 70 a 80 toneladas por hectárea y se puede producir todo el año siempre y cuando se utilice el sistema de tutoreo. (Zamora-Aguilar. A. A., 2014). En 2010 la producción nacional fue de 444 520 toneladas, de las cuales el estado de Sinaloa fue el principal productor con el 18%. (Orona., *et al.* 2012).



**Figura 1. Superficie sembrada y producción de calabacita en México. (Cortes-Savín. V. M., 2013).**

### Clasificación taxonómica de la calabacita

Reino: **Vegetal**

División: **Magnoliophyta**

Clase: **Magnoliopsida**

Grupo: **Ovariflorae**

Orden: **Cucurbitales**

Familia: **Cucurbitaceae**

Género: **Cucurbita**

Especie: **pepo**

Nombre científico: **Cucúrbita pepo**

Fuente: (Cortes, 2013).

### Características morfológicas de la calabacita

Son plantas anuales o perennes cultivadas comercialmente como anuales, sensibles a heladas y daño por enfriamiento. (Hernández- Ibarra. J. L & Munguía. C. F., 2001). Su variabilidad en morfología y tamaño de frutos y semillas es amplia, así como en los patrones de coloración, tipos y sabor del mesocarpio (Ku.

C.j., *et al.* 2005). El calabacín es una planta de vegetación compacta y de crecimiento indeterminado.

### **Raíz.**

Presenta una raíz principal de las que salen otras secundarias. (Mármol. R. J., 1997). Son de tipo fibroso, extenso y profundo; presenta una raíz pivotante muy desarrollada en relación a sus raíces secundarias, las cuales se desarrollan de manera superficial. Puede existir la posibilidad de la aparición de raíces adventicias en los entrenudos de los tallos cuando hay contacto con una superficie húmeda. En terrenos desnudos y cultivos no protegidos, el desarrollo del sistema radicular es de 50 – 80 cm. (Martínez & García, 1998).

### **Tallo**

El tallo es rígido herbáceo, cubiertos de pequeñas espinas, redondo con cinco bordes a lo largo, pueden alcanzar hasta 15 cm de longitud, con una longitud de entrenudos de 6.55 – 3.02 cm. En el Zucchini el tallo presenta un crecimiento en forma sinuosa. Es cilíndrico, grueso, de superficie pelosa, áspero al tacto y con entrenudos cortos, de los que salen las hojas, flores, frutos y zarcillos (Infoagro, 2003).

### **Hoja**

La calabacita tiene grandes hojas, de consistencia herbácea, ovaladas, sostenidas por fuertes y alargados peciolo de 20 a 30cm de largo; estos parten directamente del tallo y márgenes denticulados a aserraderos. En la Zucchini las hojas son de limbo grande con 5 lóbulos pronunciados de margen dentado. Pueden tener manchas blancas dependiendo la variedad. El haz es glabro y el envés es áspero y están recubiertos de fuertes pelos cortos y puntiagudos a lo largo de las nervaduras (UPV, 2006).

### **Flores**

Las flores son unisexuales, monoicas, es decir los órganos masculinos y los femeninos se presentan en la misma planta, pero en distintas flores, estas se encuentran en las axilas de las hojas y son grandes y amarillas. Las flores femeninas tienen un ovario ínfero, tricarpelar, trilobular y con muchos óvulos sobre tres placentas parentales que al crecer se juntan en el centro del ovario formando

una masa carnosas; Las flores masculinas tienen 5 estambres unidos, formando una columna donde se sueltan formando fascículos, cada uno con dos estambres quedando uno libre que termina en una antera unilocular. (Martínez y García 1998a)

El patrón de producción de flores que sigue la calabacita, es la de producir primeramente flores masculinas y posteriormente la producción de flores femeninas. En condiciones normales, la relación de flores femeninas es de 1:9 (Martínez & García, 1998b).

### **Fruto**

En las calabacitas Zucchini el fruto es una pepónide carnosas que presenta una cavidad central de forma alargada y cilíndrica. Su superficie es lisa aunque también existen frutos verrugosos. El color es variable, puede ser verde, blanco y/o amarillo. Los frutos nacen de las axilas de las hojas, estando unidos a un pedúnculo grueso y corto. (Barahona, 2003).

### **Semillas**

Son de color crema uniforme, lo que las diferencia del resto de las especies (Decker-Walters. *et al.*, 2002). Son ovals, alargadas, puntiagudas, lisas, con un surco longitudinal paralelo al borde exterior, de 1.5 cm de longitud, 0.6 a 0.7 cm de anchura y 0.1 a 0.2 cm de grosor. (Reche, 1997).

### **Valor nutricional**

El fruto de la calabacita es apreciado porque contiene pocas calorías, es rico en vitaminas (C, E, B1, B2, y  $\beta$ -caroteno) y minerales (K, Ca, Fe, Zn, Mn, Mg, P, B, Cu y N) (Sedano., *et al.* 2011). La calabacita presenta cualidades nutricionales notables. Basándose en el contenido calórico y de nutrientes del alimento. El primer componente del calabacín es el agua, seguido de los hidratos de carbono y muy pequeñas cantidades de grasas y proteínas.

Cuadro 2. Valor nutricional por 100 gr de calabacín

Energía (Kcal)	17	Fósforo (mg)	31
Agua (g)	94	Potasio (mg)	230
Proteínas (g)	1,8	Calcio (mg)	19
Glúcidos disponibles (g)	2	Hierro (mg)	0,4
Glúcidos disponibles (g mono)	2	B caroteno (µg)	320
Azúcares (g)	1,9	Vitamina E (mg)	trazas
Almidón (g)	0,1	Ácido ascórbico (mg)	20
Fibras (g)	1	Tiamina (mg)	0,05
Lípidos (g)	0,2	Riboflavina (mg)	0,04
Ácidos grasos saturados (g)	0,04	Niacina (mg)	0,042
AG. Monoinsaturados (g)	0,02	Ácido pantoténico (mg)	0,07
AG. Poliinsaturados (g)	0,09	Vitamina B6 (mg)	0,07
Sodio (mg)	3	Folatos (µg)	24
Magnesio (mg)	18	Porción comestible %	85

Fuente: (Infoagro, 2003)

### Requerimientos edafoclimaticos

Este cultivo no es muy exigente en cuanto al tipo de suelo, sin embargo prefiere suelos orgánicos, francos, profundos y bien drenados. La temperatura de germinación varía entre 20 a 25°C. Una vez en campo, durante la fase vegetativa, la planta requiere de 25 a 30°C, mientras que en la floración la temperatura debe de ser de 20 a 25°C. Los valores de pH deben de oscilar entre 5.5-6.8, mientras que la conductividad eléctrica debe de ser de 4-6 mm/hos. (Lema, 2015).

### Humedad

La humedad óptima para el cultivo de la calabacita o Zucchini en invernadero oscila entre 65 y 80%, valores muy próximos a los registrados en invernadero, en primavera, pero por debajo de los porcentajes la humedad típica del invierno, que con frecuencia están muy cerca del 90%. El Zucchini posee gran cantidad de agua (alrededor del 95%) lo que significa que debe existir una disponibilidad suficiente de agua; sin embargo, humedades muy altas ocasionan problemas fitosanitarios. (Mármol, 2004).

No obstante los excesos de humedad en el suelo impiden la germinación y pueden ocasionar asfixia radicular, y una escasa humedad puede provocar la deshidratación de los tejidos, la reducción del desarrollo vegetativo, una deficiente

fecundación, se caen las flores y como consecuencia se puede llegar a comprometer seriamente la producción. (Infoagro, 2003).

### **Temperatura**

Es una hortaliza de clima cálido, por lo cual no tolera las heladas, es insensible al fotoperiodo. La temperatura para la germinación de semillas debe de ser mayor de 15°C, siendo el rango óptimo de 22 a 25°C; la temperatura para su desarrollo tiene un rango de 18 a 35°C. Se ha comprobado que temperaturas altas (35°C) y días largos con alta luminosidad tienden a formar flores masculinas y con temperaturas frescas y días cortos hay mayor formación de flores femeninas (López. A. V. 1989). La temperatura ideal para la floración gira en torno a los 20-25 °C (Hernández, 2013a).

### **Luminosidad**

Es una planta muy exigente en luminosidad, por lo que una mayor insolación repercutirá directamente en un aumento de la cosecha (Hernández-Morales. C. G., 2006). A pesar de ello, siempre es necesario tener en cuenta el efecto positivo que la luz tiene sobre la fotosíntesis, la floración o la precocidad de los frutos, lo que sin duda repercutirá de manera directa en el incremento de la producción (Hernández, 2013b).

### **Condiciones para la polinización y la fecundación**

La calabaza (*Cucúrbita pepo* L) es una especie alógama de polinización entomófila. La producción de calabacita bajo invernadero enfrenta dificultades derivadas de la mala polinización por los abejorros (*Bombus terrestris*) que tienen hábito de vuelo elevado, y las condiciones desfavorables de temperatura en el interior del invernadero (Méndez., *et al.* 2010).

Cuando se cultiva calabacita en invernadero uno de los problemas que se presentan es el deficiente cuajado de los frutos. La causa, entre otras, es la no coincidencia en el desarrollo y apertura de las flores masculinas y femeninas, pues, generalmente, las flores masculinas aparecen antes que las femeninas. Además de otros mecanismos muy complejos debidos a factores climáticos. Al ser el calabacín una planta entomófila, la polinización se realiza principalmente por medio de insectos. Aunque el calabacín no este excesivamente influenciado por



las condiciones ambientales adversas, como ocurre en otras cucurbitáceas, no obstante, con estas condiciones climáticas se recurre a la utilización de medios químicos-fitohormonas, que van a favorecer e inducir la consecución de dicho proceso (Mármol, 1997).

### **Suelo**

La calabacita prospera en cualquier tipo de suelo, prefiriendo los ricos en materias orgánicas y profundas. En cuanto al pH, está catalogada como una hortaliza moderadamente tolerante a la acidez, siendo su pH de 6.8 a 5.5; en lo que refiere a la salinidad, se reporta como medianamente tolerante, alcanzando valores de 3840 a 2560 ppm (6 a 4 mS/ cm<sup>-1</sup>) (López, 1989)

### **Siembra**

La calabacita es una planta de propagación sexual. Se siembra de forma directa a pesar que también se lo puede hacer de manera indirecta a través de charolas de poliestireno para posteriormente ser trasplantadas; esto cuando la plántula alcanza una altura de 12 cm o cuando posee de 3 a 4 hojas verdaderas (Sotomayor y Arroyo, 2005).

### **Marco de plantación**

En sistema de invernadero se recomienda de 1.5 a 1.7 plantas por m<sup>2</sup>. La densidad de población también puede aumentar a 2.5 plantas por m<sup>2</sup> aunque el tamaño de los frutos disminuye. (Zamora, 2014). La densidad recomendada para calabacita en tutorada se sitúa en torno a 1 planta por m<sup>2</sup>, que equivale a una separación de 1.50 – 1.70 m entre líneas y de 60 – 70 cm entre plantas (Díaz. y Illumbe, 1998).

## **Prácticas culturales de la calabacita**

### **Aclareo de plantas**

Cuando se realiza el aclareo de plantas, en estado de que la siembra fue de 2- 3 semillas por golpe, estando 2-3 hojas dejando las más vigorosa y eliminando las restantes. En caso de que se realice un segundo aclareo, es aconsejable eliminar plantas, realizando un corte en la parte de la base del tallo, para no dañar a la otra que se dejara como vigorosa (CONABIO, 2005).

**Aporque**

El aporque consiste en cubrir con suelo en la parte de la base de la planta, con el fin de reforzarla y favorecer el desarrollo radicular (Lira & Montes, 2002).

**Tutorado**

La calabacita al ser una planta rastrera, y si además el crecimiento es rápido no permitiendo el endurecimiento del tallo realizándolo en las primeras etapas y cuando el tallo comienza a inclinarse con el objeto de restablecer su verticalidad mediante la colocación de un hilo, generalmente de polietileno que se sujeta por un extremo al tallo y por el otro al emparrillado del invernadero. De este modo se aprovecha mejor la iluminación, se mejora la ventilación, reduciendo el ataque de enfermedades y se facilita las labores y prácticas culturales (Infoagro, 2005).

**Deshojado**

Se afecta cuando las hojas bajas se encuentran muy envejecidas o cuando se presentan problemas a causa de falta de luminosidad o aireación. No se debe eliminar demasiadas hojas pues podría influir considerablemente en la producción. (Lira & Montes, 2002).

**Riego**

Según Marín en el 2014, debido a que la calabacita está compuesta cerca del 95% de agua, debido a ello existe una gran demanda de agua exigiendo riegos periódicos con bastante continuidad, aunque no de caudal abundante, Se sugiere que se den de 2 a 3 riegos semanales localizado, estimándose un volumen total medio de agua usada por ciclo de cultivo de unos 4 m<sup>3</sup>/ha. Aunque este volumen medio dependerá de diversas condiciones, como la naturaleza del suelo, época de desarrollo del ciclo, etc. Y también de factores como semiforzados con los que se cuente el cultivo, si se hace siembra directa o trasplante, fase de crecimiento en la que se encuentre la planta.

**Fertilización**

Ha quedado demostrado que el cultivo de la calabacita tiene una respuesta muy favorable a la aplicación de materia orgánica días o semanas antes de

realizar la siembra, aplicada de manera (chorrillo) a razón de 6.80 kg por planta (11.5 ton/ha) (Roblero, 2014).

### **Limpieza de flores**

Las flores Zucchini caen cuando han cumplido su función y se descomponen rápidamente, por lo cual se debe realizar una limpieza ya que son una fuente potencial de inóculo de enfermedades. (Lira y Montes. 2002).

### **Raleo de frutos**

Consiste en suprimir los frutos que presenten daños de enfermedades, malformaciones o crecimiento excesivo, para eliminar posibles fuentes de inóculo y evitar el agotamiento de la planta (Infoagro, 2005).

### **Plagas y enfermedades**

Como cualquier otro cultivo, las calabazas son afectadas por plagas y enfermedades que disminuyen su rendimiento y calidad de los frutos. Entre las principales enfermedades fungosas se encuentra el tizón de las cucurbitáceas (*Alternaria cucumerina*), Mildiú (*Pseudoperonospora cubensis*), Cenicilla (*Erysiphe cichoracearum*) y Oidiopsis (*Leveillula taurica*), Antracnosis (*Colletotrichum lagenarium*), Pudrición radical y Marchitez (*Phytophthora infestans*), Ahogamiento y Pudrición de la raíz (*Pythium* spp), Marchitez (*Fusarium oxysporum*) y Pudrición de raíz y cuello (*Rhizoctonia solani*). Las bacterias que provocan daños al cultivo son las especies *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*, responsable de la Mancha angular (González, 2010).

Entre las principales plagas que atacan al cultivo de la calabacita se encuentra el Araña roja (*Tetranychus urticae*), Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*), Pulgón (*Aphis gossypii*), Trips (*Frankliniella occidentalis*), Minadores de hoja (*Liriomyza trifolii*), Orugas (*Spodoptera exigua*), Mayate rayado (*Diabrotica vitata*), Mayate punteado (*Diabrotica undecimpunctata*), Pulgón de las hojas (*Aphis gossypii*), Chinche de la calabaza (*Anasa tristis*), Barrenador de la guía de la calabaza (*Melittia cucurbitae*) (Arrenchu, 1998).

### **Cosecha**

La cosecha es manual y se realiza entre los 60 a 80 días después de la siembra prolongándose 1.5 meses aproximadamente (Zamora, 2014). Se realiza

con instrumentos muy cortantes, cuchillos o tijeras, que permitan realizar un corte muy limpio en el pedúnculo floral al cual se le deja unos 2 cm junto al fruto. El manejo debe de ser cuidadoso y deben tratarse con delicadeza y no jalarse debido a que se dañarían las plantas reduciendo el periodo de producción. (Marín, 2015).

### **Índice de cosecha**

Las calabacitas se consumen en diversos estados de madurez fisiológica pero se les define como frutos inmaduros dentro de la amplia familia de las Cucurbitáceas. La cosecha de Calabacita Amarilla se efectuara a los 45-50 días en verano y de 60 a 70 días en época de frió. Estas frutas tienen una vida de almacenamiento corta. La fruta es suave y la cáscara es muy sensible al daño mecánico de cosecha y manejo de postcosecha así que requiere un manejo delicado para evitar daños y que la fruta pierda su calidad de exportación por apariencia física o por pudriciones de postcosecha (Casaca, 2005).

### **Calidad de postcosecha de frutas y hortalizas**

El almacenamiento de Zucchini se realiza a temperaturas entre 8 y 9°C con humedades que bordean el 90%. El producto se puede conservar hasta 10 días sin que pierda sus cualidades.

### **Índices de calidad**

La calidad de las calabacitas se basa en la uniformidad de forma, en lo tierno de la piel y del tejido interno, en la firmeza global, en el brillo de la piel y en la buena apariencia del tallo residual (bien cortado e intacto). La forma (característica de cada tipo o variedad) uniforme es un importante factor de calidad así como la ausencia de frutos retorcidos o con otros defectos por crecimiento desproporcionado. El tamaño no está incluido en los grados de calidad de las normas estadounidenses pero en los contratos comerciales puede especificarse un diámetro o una longitud mínima, máxima o ambas. Otros factores de calidad son ausencia de defectos de crecimiento y manejo (manchado, cortaduras, magulladuras, abrasiones y picaduras), de pudriciones y de amurallamientos en las variedades verde oscuro (Casaca, 2005).

### Característica de la norma mexicana de calidad: NMX-FF-020-1982.

Esta Norma Mexicana establece las características de calidad que debe cumplir la calabacita tierna (*Cucúrbita pepo*) destinada al consumo humano (CONAFRUT, 1981).

### Clasificación y designación del producto

La calabacita se clasifica de acuerdo a sus especificaciones en tres grados de calidad en orden descendente (CONAFRUT, 1981).

- México Extra
- México No. 1
- México No. 2

#### México extra:

Las calabacitas dentro de esta calidad, se deben clasificar en los tamaños correspondientes a las letras B, C y D de los cuadros 1 y 2.

#### México No. 1

Las calabacitas dentro de esta calidad pueden clasificarse en cualquiera de los tamaños de los cuadros 5 y 6.

#### México No. 2

Las calabacitas dentro de esta calidad pueden clasificarse en cualquiera de los tamaños de los cuadros 5 y 6. (CONAFRUT, 1981).

Cuadro 3. Tamaño para calabacita italiana

TAMAÑO	DIAMETRO POLAR (Longitud- cm)
A	Menores de 8.5
B	8.5 – 10.0
C	10.1 – 11.5
D	11.6 – 13.0
E	Mayores de 13.0

**Figura. 5 (CONAFRUT, 1981)**

Tamaño para calabacita criolla	
TAMAÑO	DIAMETRO ECUATORIAL (Longitud- cm)
A	Menores de 4.0

<b>B</b>	4.0 – 5.0
<b>C</b>	5.1 – 6.0
<b>D</b>	6.1 – 7.0
<b>E</b>	Mayores de 7.0
Fuente: (CONAFRUT, 1981)	

Cuadro 4. Tolerancias de tamaño para frutos de calabacita

Calidad Tolerancia	México extra	México No. 1	México No. 2
	5%	10%	15%
Fuente: (CONAFRUT, 1981).			

### Características de calidad

La palabra «calidad» proviene del latín *qualitas*, que significa atributo, propiedad o naturaleza básica de un objeto. Sin embargo, en la actualidad y en sentido abstracto su significado es “grado de excelencia o superioridad”. Aceptando esta definición, se puede decir que un producto es de mejor calidad cuando es superior en uno o varios atributos que son valorados objetiva o subjetivamente (Camelo, 2003)

Hoy en día, al igual que en otros productos, la comercialización de frutas y hortalizas, tanto a nivel nacional como internacional, está reglamentada por estándares de calidad, los que proveen un lenguaje común entre los distintos participantes de la cadena producción-comercialización-consumo (Camelo- López. A. F., 2003).

### Diámetro polar y ecuatorial

Diámetro polar es la distancia recta que hay de un polo a otro, pasando por el medio, el diámetro ecuatorial es la distancia que hay desde un punto en la línea ecuatorial, hacia el punto opuesto al anterior (Velazquez, 2011).

### Firmeza

Se define como la consistencia dura o blanda de la fruta y hortaliza, según sea el caso. A medida que va alcanzando su madurez fisiológica y sensorial, la

fruta se va ablandando, por disolución de la lámina media y de las paredes celulares (Wills, 1998). Este ablandamiento puede valorarse subjetivamente, presionando con el dedo pulgar, pero también puede medirse objetivamente, obteniendo una expresión numérica de la consistencia mediante equipos electrónicos “penetrometros”.

Esta medida se relaciona con el nivel de madurez y puede estar influenciada por la variedad del producto y la región y condiciones de cultivo. El penetrometro se utiliza por productores, empacadores y distribuidores para contribuir a determinar la etapa de maduración de un fruto y por los vendedores al menudeo para establecer la presencia de un sabor agradable para el consumidor y la vida de anaquel para sus propios registros (Crisosto & Mitchell, 2007).

La firmeza es una de las principales características de la calidad de un fruto, de hecho una de las características más notables de la maduración es el ablandamiento del fruto que va acompañado de un incremento en la intensidad del color del fruto (Salmeron, 2002).

Es fundamental para la aceptabilidad de los frutos y para su posible almacenamiento. Depende del momento de recolección y de la temperatura de almacenamiento; puede relacionarse con el color externo. La firmeza de los frutos va disminuyendo con el tiempo, pero esta disminución es más causada cuanto más alta es la temperatura de almacenamiento. No todos los frutos evolucionan con igual velocidad, por lo que es fundamental el seguimiento de cada uno por separado (Hernández, 2013).

Urias- Orona. *et al.*, 2012. Reportan para calabacitas cv. Raven al momento del corte presentaron un valor inicial de dureza de 117 Nw; durante el almacenamiento a 10 y 20 °C la dureza del fruto disminuyó un 88 y 98 %, respectivamente. La diferencia en los valores de dureza se relacionó con la pérdida de peso y la presencia de plasmólisis celular del tejido en ambas temperaturas.

### **Solidos solubles totales (°Brix)**

Los grados Brix miden el cociente total de sacarosa disuelta en un líquido. Una solución de 25 °Brix tiene 25 gramos de azúcar (sacarosa) por 100 gramos de

líquido o, dicho de otro modo, hay 25 gramos de sacarosa y 75 gramos de agua en los 100 gramos de la solución (Pérez - Barragán. C. J., 2007).

La escala °Brix se utiliza en el sector de alimentos, para medir la cantidad aproximada de azúcares en zumos de fruta, vino o líquidos procesados dentro de la industria agroalimentaria ya que en realidad lo que se determina es el contenido de sólidos solubles totales. (CAJAMAR, 2014)

Dentro de los sólidos solubles, los componentes más abundantes son los azúcares y los ácidos orgánicos y dentro del fruto existe una diferencia de concentración en función de la parte del mismo por ejemplo en un fruto de tomate existe mayor cantidad de azúcares en el exocárpico y mayor acidez en la parte interna del fruto, en la sandía pasa lo mismo, existe un gradiente desde el exterior hacia dentro, en el contenido de °Brix, de esto se puede deducir que para definir un valor representativo del fruto y que se determina mediante un refractómetro. (CAJAMAR, 2014).

Según datos bibliográficos el rango de grados Brix de la calabaza va de 8 a 14, Los valores experimentales están dentro del rango por lo cual la fruta tiene características óptimas para la elaboración de compotas (Cordovilla. C & German. C., 2011).

### **Genotipos**

El grupo de los calabacines fue seleccionado a partir del tipo “cocozele” en el sur de Europa, extendiéndose posteriormente a todas las regiones templadas del mundo. Ésta variabilidad se pone de manifiesto, sobre todo, en las diferencias en cuanto a tamaño y color del fruto, donde se pueden encontrar frutos verdes, amarillos, etc.; en el color de la pulpa, que puede ser blanca o naranja, y en cuanto a la forma, pudiendo encontrar frutos alargados, redondos, ovales, etc. (Lema, 2015).

Actualmente, conociendo la importancia de la partenocarpia para variedades de calabacita de invernadero, se realizan esfuerzos en la búsqueda de partenocarpia genéticamente determinada para variedades de calabaza para verdura (*Cucurbita pepo* L.) que no requieran del estímulo de la polinización a fin de que el fruto se desarrolle en forma normal hasta la madurez. México es centro



de origen y domesticación de cuatro especies de calabaza (*C. ficifolia*, *C. argyrosperma*, *C. moschata* y *C. pepo*), con una amplia biodiversidad intraespecífica, razón por la que se consideró que es posible encontrar fuentes de partenocarpia para generar variedades especiales de calabaza para la producción en invernadero (Méndez, 2010).

## **Tipos**

### **Tipo Luciana**

Es un híbrido que pertenece al grupo de las grey zucchini. Se caracteriza por su excelente resistencia a las enfermedades Zymv virus de la mancha de anillo en papaya.

### **Tipo Oscura zucchini**

Produce una gran cantidad de frutos uniformes con buen tamaño y calidad, de color verde oscuro, cilíndrica de aproximadamente 15- 18 cm (Gowan semillas, 2014).

### **Tipo Gray zucchini (Huracan F1)**

Un híbrido de Zucchini gris temprano y de alto rendimiento que tiene la forma y el color exigidos por los mercados locales. Posee una planta de hábito semi-abierto y vigor medio, amplia adaptabilidad y muy productiva. Es el estándar en el mercado de la calabacita gris, madurez relativa media-temprana. Fruto con ligero bulbo y forma recta, tamaños promedio 15.2 cm (6 in.) y color gris, larga vida de anaquel. Para el mercado fresco. Resistencias: Px (RI).

### **Tipo Green zucchini**

Es un calabacín verde de alto rendimiento (squash) con buena anticipación y una vigorosa plana, abierta para facilitar la cosecha. Produce una excelente calidad de fruta y una buena resistencia general a los virus (Harris moran, 2012).

## **Bacterias**

Las micorrizas son asociaciones simbióticas entre ciertos hongos que habitan en el suelo y las raíces de plantas vasculares. Las Rizobacterias son promotoras del crecimiento de las plantas (Rpcv) son bacterias benéficas que se presentan como una alternativa a los fertilizantes químicos y plaguicidas (Reyes *et*

*al.*, 2008a). Las micorrizas eran consideradas como excepciones; pero ahora se sabe que casi en su totalidad de las plantas verdes con algunas excepciones, viven en simbiosis con hongos.

La simbiosis supone una relación beneficiosa para los dos organismos implicados, y tanto el hongo como la planta se ven favorecidos por la asociación: el hongo coloniza la raíz de la planta y le proporciona nutrientes minerales y agua, que se extrae del suelo por medio sus red externa de hifas, mientras que la plantasumministra al hongo sustratos energéticos y carbohidratos que elabora a través de la fotosíntesis (Hernández, 1999). Las micorrizas cumplen una función clave en la agricultura sostenible, al reducir el uso de agro insumos químicos con el consecuente efecto favorable para el ambiente y la salud de los consumidores de los productos frescos; esto afianza la necesidad de trabajar con los hongos micorrizogenos para compensar la reducción de insumos. Esto coincide con el grado de empobrecimiento o desaparición del micro flora que es un indicador del descenso en la relación del sistema planta – suelo, de la misma forma que el nivel de estrés causado por las prácticas culturales que también afecta la sostenibilidad de la agricultura (Bentivega y Morton, 1994).

### **Tipos de bacterias según el género**

Actualmente los microorganismos empleados como biofertilizantes son a base de hongos micorrizicos de los géneros Acaulospora spp, Entrophospora spp, Gigaspora spp, Scutellospora spp, pertenientes a la familia Endogonaceae spp de la clase Zygomycetos spp, y especies de bacterias de géneros Rhizobium spp, Azotobacter spp y Azospirillum spp

Las bacterias diazotroficas perteneces a los géneros Rhizobium, Azotobacter y Azospirillum, han sido consideradas de importancia agrícola por su acción como RPCP al producir fitohormonas como las auxinas, citocininas, giberelinas y la enzima 1- aminociclopropano- 1 acido carboxílico (ACC)-deaminasa, sustancias que favorecen el desarrollo del sistema radical y el crecimiento de las plantas. (Reyes, *et al.*, 2008b)

## **Bacterias promotoras de crecimiento en la rizosfera**

Cada vez es mayor la aplicación de bacterias como fertilizantes, debido a que ha sido una opción viable ya que dichas bacterias son promotoras del crecimiento vegetal. Los microorganismos presentes en la rizosfera muestran efectos sobre el incremento en el desarrollo y rendimiento de las diversas especies de plantas ya que dichas bacterias tienen la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, además de metabolizar compuestos indólicos.

En la rizosfera se encuentran microorganismos como bacterias hongos los cuales interactúan entre sí con la planta y el suelo generan interacciones complejas que pueden resultar benéficas o dañinas para la planta, lo que se debe a existencia en esta zona de compuestos orgánicos como secreciones, mucigelos y lisados celulares y metabólicos

Al género *Azospirillum* lo conforman bacterias diazotróficas su nombre deriva de los términos *azo* que significa capacidad para fijar nitrógeno y *spirillum* que significa movimientos espirales de la célula. (Mendoza, *et al.*, 2007)

El género *Azospirillum* se encuentra ampliamente distribuido, es más abundante en regiones tropicales sin embargo se encuentra en regiones de climas templados, fríos y desérticos (Hernández y Chailloux, 2001). Especies de bacterias de *Azospirillum* spp se han aislado de una amplia variedad de plantas, en los estudios de interacción microorganismo-planta *Azospirillum* ha sido un organismo modelo, probablemente es el organismo más estudiado de los no simbióticos, algunas especies del género pueden penetrar y colonizar las raíces de plantas hospedero (Mendoza, *et al.*, 2007b).

### **El género *Bacillus* en la rizosfera**

Algunas bacterias del género *Bacillus* que se encuentran en la rizosfera son bacterias Gram positivos, presentan catalasa positiva, son bacterias aeróbicas (Sotelo *et al.*, 2012), son formadoras de esporas, se encuentran distribuidas en diversos ecosistemas, presentan capacidad de producir sustancias biológicas. Su capacidad para producir esporas les confiere capacidad de resistir los rayos ultravioleta, altas temperaturas y pH. Son relativamente fáciles de aislar, sometiéndolas en agua a 80 °C, de esta manera se eliminan las bacterias excepto

las pertenecientes al género *Bacillus* y otras bacterias esporuladas (Marziah *et al.*, 2013), características que confieren la capacidad importante en el control biológico (Airola, 2010a).

### **Competencia por nutrientes, antibiosis**

Algunas especies del género *Bacillus* tienen la capacidad de producir enzimas hidrolíticas que degradan polisacáridos, ácidos nucleicos y lípidos producen bacitracina, polimixina, gramicidina circuluna entre otras las cuales actúan como antibióticos (Airola, 2010b).

### **Características de acción**

Airola-Gallegos en 2010 señala como características de acción de las siguientes:

- Fijación de nitrógeno atmosférico, en consecuencia presenta un mayor rendimiento y menores costos en el cultivo.
- Producción de sustancias reguladoras de crecimiento de plantas.
- Solubilización de fosfatos.
- Producción de sideróforos incrementando la disponibilidad del Fe+3

*Bacillus subtilis* (Enrenberg), *Bacillus circulans* (Jordan) y *Bacillus polymyxa* (Prazmowski) son solubilizadores de nutrientes como Fósforo de esta manera este se incrementa en beneficio para las plantas (Armenta, *et al.*, 2010).

*Bacillus subtilis* presenta actividad antagonista con nematodos (Araújo & Poletto, 2009). Presenta beneficios en el empleo de la bacteria como antagonista ya que la bacteria aumento la biomasa de la parte aérea en plantas de tomate al emplearse como control de nematodos.

## **MATERIALES Y METODOS**

### **Localización del sitio de estudio**

El trabajo de investigación durante el ciclo determinado (junio-septiembre) bajo condiciones de ambiente controlado, en el área de invernaderos de la

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad-Laguna, localizada en periférico Raúl López Sánchez S/N Torreón Coahuila México.

### **Localización del área de evaluación**

Las evaluaciones del experimento se llevaron a cabo en las instalaciones de la Universidad, específicamente en ambiente protegido (invernadero), en el laboratorio del departamento de Horticultura que se encuentra dentro de la misma universidad, localizada geográficamente (25°32'40" N) y (103°26'30"O) a 1120 m. s. n.m.

### **Clima**

El clima de la región, es árido- semiárido, con fuertes variaciones estacionales y precipitaciones pluviales escasas, concentrada en los meses de julio, agosto y septiembre; variando desde los 200 mm anuales en la parte baja de cuenca, donde se localiza la mayor parte de la zona agrícola, hasta los 600 mm. En la parte alta de la cuenca, ubicada en la sierra madre Occidental, que es de donde ocurren las precipitaciones más significativas las cuales generan los escurrimientos superficiales que se utilizan para la sustentabilidad del riego agrícola en la Comarca Lagunera. Su rango de temperatura oscila entre los 14-22 °C; el promedio anual de temperatura es de 23.1 °C.

### **Diseño experimental y tratamientos**

Se evaluaron 12 tratamientos con cuatro bloques y 4 repeticiones por bloque utilizando un diseño experimental bloques al azar con dos factores a evaluar (genotipos y bacterias). Cada bloque consto de una cama, a doble hilera, cada hilera de 48 plantas a una distancia de 40 cm entre planta, 60 cm entre líneas y 1.70 m entre camas, teniendo un total de 192 plantas en 50 m<sup>2</sup> establecidas bajo condiciones de ambiente protegido.

### **Marco de plantación**

Dentro del invernadero se utilizó un marco de plantación de 1.70 m entre camas, .60 m entre líneas, .40 m entre plantas y 1.70 m entre líneas teniendo una densidad de plantas de 192 en aproximadamente en 50 m<sup>2</sup>.

### **Acondicionamiento del área de estudio.**

Para el establecimiento de la investigación se preparó una mezcla de tres distintos sustratos (50% compost, 40% arena y 10% perlita) donde se llenaron bolsas con capacidad de 15 kilos para posteriormente realizar el acomodo y siembra de los híbridos.

### **Desinfección del área**

La desinfección se realizó mediante la utilización de una mochila fumigadora motorizada con capacidad de 25 litros. El producto que se utilizó fue Hipoclorito de Sodio al 13%, en dosis de 0.019 litros de Hipoclorito de Sodio por litro de agua, dando con un total de 38 ml de Hipoclorito de Sodio al 13%, asperjado con una mochila motorizada de 20 lts.

### **Siembra directa de forma manual**

Se realizó a los 14 días del mes de junio, de forma manual se depositaron dos semillas por golpe teniendo una densidad de 192 plantas en 50 m<sup>2</sup>, en área experimental.

### **Eliminación de plántulas de calabacita**

Cuando la plántula tenía aproximadamente 6 días DDS y la plántula ya presentaba los dos cotiledones, se realizó el deshije, dejando solamente la plántula más vigorosa.

### **Inoculación de rizobacterias a la planta**

Esta se realizó cuando que la planta presentaba dos hojas verdaderas, utilizando una pipeta de precisión, colocando la solución a la parte basal de la planta, depositando 3 ml por planta.

### **Riego**

Los riegos se aplicaron de forma diaria, a razón de dos litros por día a cada planta, hasta los 12 días DDS. La aplicación de Té de compost aplicando a razón de dos litros por días. En total se aplicaron de 57,300 litros/ciclo de cultivo y resultando 298.43 litros/planta/ciclo. .

## **Tutoreo de plantas**

Esta actividad inicio de los 10 a 15 DDS, sujetando un hilo- rafia de polipropileno, a la parte basal de la plántula o también llamado cuello, uniendo a la parte fija del invernadero (espaldera).

## **Poda**

La poda en la planta se realizó cuando esta presento hojas senescentes y se hizo a los 40 0 50 DDS y sucesivamente conforme al crecimiento de la planta.

## **Nutrición**

La utilización del Te de Compost se empezó a suministrar cuando la planta presentaba 4 hojas verdaderas (10 a 15 DDS) elaborado de la siguiente forma.

1. Se colocaron aproximadamente de 7 a 8 kg de compost solido en una bolsa de malla tipo red se introdujo durante 2 minutos para disminuir el contenido de sales al interior de un tambo de 20 litros de agua de la llave con la cantidad de compost.
2. Una vez puesta la bolsa de malla tipo red, dentro del tambo se colocó una bomba tipo pecera la cual fue conectada a un tubo flexible y difusor de aire, colocándola en la parte inferior del tambo, con flui continuo de oxígeno para crear turbulencia durante 24 horas y con ello el crecimiento de la bacteria
3. Se agregaron 250 g de dulce piloncillo (Melaza solida) como fuente de alimento para algunos microorganismos aeróbicos originados en el Compost. Y se dejó fermentar durante 24 horas.

El Té de Compost se aplicó diariamente a razón de 2 litros por planta, un litro por la mañana y un litro por la tarde.

## **Plagas y enfermedades**

Para el control de ciertas plagas tales como: Mosquita blanca, Trips y algunos ácaros (Pulgones y Trips) se utilizó Cinna Neem CE (*A. indica* y *C. zeylanicum*) como concentrado emulsionante 55.0 % y 15.0 %, a razón de 2- 2.5 ml por lt de agua.

## **Variables evaluadas**

### **Peso de frutos**

La medición del peso de frutos se obtuvo en gramos, y se utilizó una báscula eléctrica de precisión con capacidad de 25 kg, pesando cada cada uno de los frutos en cada día de cosecha.

### **Diámetro ecuatorial**

Esta medición se hizo utilizando un vernier o pie de Rey, en el cual se colocó el fruto de manera vertical tomando la parte basal como referencia y mostrada en cm.

### **Diámetro polar**

Esta variable se determinó con un el apoyo de una flexometro (PRETUL-PRO3me) con capacidad de 3m, tomando los dos extremos siempre iniciando de la parte basal al pedúnculo mostrada en cm.

### **Firmeza**

La variable de firmeza se utilizó un penetrometro marca, EXTECH- Max: 20kg / 196 N / 44lb introduciendo el embolo a través de la medida del fruto donde se encuentra la parte más ancha de la calabacita el valor se obtuvo en Kg-fuerza

### **Solidos solubles (°Brix)**

Se determinó con el refractómetro manual tipo ocular, se limpió previamente para ponerle de dos a tres gotas de jugo obtenidas de la parte carnosa del fruto y posteriormente leer la lectura correspondiente en grados Brix.

### **Peso**

Los datos tomados fue con el apoyo de una báscula electrónica de marca (AND- FG- 30 KAM) con capacidad de 30 kg x 0.002 lb 60 lb x 0.005 lb, 960oz x 0.1oz donde cada cosecha, todos los frutos fueron pesados de manera unitaria.

## **Material de estudio**

### **Calibración de refractómetro**

Para calibrar el refractómetro ATAGO® Automatic Brix 0.0 – 33.0%, Good desing Aword. Este se debe de hacer de tal manera que se limpie la tapita y el



lente con agua destilada y secado con toallas esterilizadas, para posteriormente iniciar con las lecturas.

### **Calibración de penetrometro**

Para determinar la firmeza de los frutos esta se cuantificó mediante una fuerza de penetración expresada en Newton. Para lo cual se utilizó un penetrometro marca Chatillón DFSGS-100 con una base automática Chatillón modelo TCD200 adaptado con una puntilla de punción de 3 mm de diámetro.

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

### **Diámetro ecuatorial**

El análisis de varianza detecto diferencias significativas únicamente para genotipos (Cuadro 1A). En el cuadro 1 se presentan las medias de las medias de los genotipos estudiados y en él se puede observar que los genotipos Luciana gray y Gray zucchini ocuparon los dos primeros lugares con una media de 3.21 y 3.16 cm, respectivamente, mientras que el genotipo zucchini Green presento el menor diámetro ecuatorial con tan solo 2.2 cm. La diferencia encontrada entre genotipos fue de 1.01cm en diámetro ecuatorial, lo que represento el 45.90% de incremento. Así mismo, cuando se compararon los genotipos y los tamaños de los diferentes genotipos (Franco- Díaz. A *et al.*, 2013) los genotipos de pimiento presentan aumento en la calidad de ancho inoculados con rizobacterias y ubicados en estándares de calidad de exportación alcanzando grados 1 (>6.35 cm de diámetro) pero Bhattacharjee *et al.* 2015. Dice que la inoculación con RPCV y el compost generaron efectos positivos en la calidad y tamaño de los frutos. Al respecto, (Hochmuth, R. C., 2010) comenta que en la inoculación de micorrizas en plantas de pimiento existe un aumento de 8mm la longitud, 8.9 mm en el ancho y 40g en el peso, pero afirman que hubo mayor incremento en diámetro polar en el cultivo de pimiento utilizando *R. intraradices*.

Cuadro 5. Valores promedio para la variable diámetro ecuatorial de los cinco genotipos de calabacita tipos zucchini con dos rizobacterias. UAAAN-UL. 2017.

<b>D. ECUATORIAL (cm)</b>		
<b>Genotipo</b>	<b>Media</b>	<b>agrupamiento</b>

1- Lucina gray	3.21	A
5- Gray zucchini	3.16	A
4- Green zucchini	2.8	A B
3- obscura zucchini	2.52	BC
2- Zucchini Green	2.2	C

### Diámetro polar

En el análisis de varianza muestra que no hay diferencias significativas para todas las variables (Cuadro 2A) y en el cuadro 2 se observan las medias sin alguna diferencia

Cuadro 6. Valores promedio para la variable diámetro polar de los cinco genotipos de calabacita tipos zucchini con dos rizobacterias. UAAAN-UL. 2017.

D. POLAR (cm)		
Genotipo	Media	agrupamiento
4- Green zucchini	10.05	A
3- obscura zucchini	9.75	A
1- Lucina gray	9.43	A
5- Gray zucchini	9.39	A
2- Zucchini Green	9.33	A

### Firmeza

El análisis de varianza muestra y detecta diferencias significativas solo para los tratamientos y los genotipos (cuadro 3A) el cuadro 3 se presentan las medias donde se puede observar que el genotipo Gray zucchini ocupó el valor más alto con una media de 3.67 Nw o kg/cm<sup>2</sup>, teniendo diferencia con el genotipo Green zucchini que muestra un valor de 2.9 Nw o kg/cm<sup>2</sup>, mientras que los demás genotipos no hay diferencia. La diferencia encontrada entre genotipos fue de 1.31 kg/cm<sup>2</sup> en firmeza, lo que representó el 55.50% de incremento. (Texon, *et al.*, 2016) concluyeron que la calidad de los frutos en fresa afectan negativamente por inoculación de rizobacterias en pH mayor a 8. (Hasegawa *et al.*, 2000) describieron que la calidad química de estos solutos como compuestos orgánicos (azúcares y alcoholes, principalmente) no interfieren con las actividades enzimáticas celulares ni con la inoculación de bacterias. De acuerdo con Palomeque,

2016 los frutos más firmes podrían ser más resistentes al ataque de microorganismos causantes del decaimiento, por lo tanto, las plantas inoculadas con RPCV no solo incrementaron la firmeza, sino que además podrían disminuir la incidencia del deterioro del fruto.

Cuadro 7. Valores promedio para la variable de firmeza de los cinco genotipos de calabacita tipos zucchini con dos rizobacterias. UAAAN-UL. 2017.

<b>FIRMEZA (Nw)</b>		
<b>Genotipo</b>	<b>Media</b>	<b>agrupamiento</b>
<b>5- Gray zucchini</b>	3.67	A
<b>4- Green zucchini</b>	2.9	B
<b>1- Lucina gray</b>	2.87	B
<b>3- obscura zucchini</b>	2.59	B
<b>2- Zucchini Green</b>	2.36	B

### **Solidos solubles totales (°Brix)**

Martínez, 2014. Señala que en el cultivo de jitomate los factores que afectan la calidad de los frutos es el sabor, el cual resulta de los componentes volátiles y no volátiles y la interacción entre ellos. Por su parte (García, *et al.*, 2009) menciona que un buen sabor lo confiere un alto contenido solidos solubles y un alto contenido ácidos orgánicos. Al respecto con el análisis de varianza que detecto diferencias significativas solo en los bloques (Cuadro 4A) en el cuadro 4 se muestran las medias de todos los genotipos estudiados y en él se puede observar que el genotipo Luciana Gray ocupa significativamente el primer lugar con el valor más alto con una media de 3.16 %, respectivamente, mientras el genotipo Zucchini Green presento el valor más bajo de grados Brix con tan solo 2.59 %. La diferencia encontrada entre genotipos fue de 0.57 % en °Brix lo que represento el 22% de incremento.

Cuadro 8. Valores promedio para la variable diámetro ecuatorial de los cinco genotipos de calabacita tipos zucchini con dos rizobacterias. UAAAN-UL. 2017.

<b>BRIX (%)</b>		
<b>Genotipo</b>	<b>Media</b>	<b>agrupamiento</b>
<b>1- Lucina gray</b>	3.16	A
<b>4- Green zucchini</b>	3.1	AB
<b>5 Gray zucchini</b>	3.03	AB

<b>3- obscura zucchini</b>	2.9	AB
<b>2- Zucchini Green</b>	2.59	B

### Peso

En el análisis de varianza detecto diferencias significativas únicamente para genotipos (Cuadro 4A). En el cuadro 4 se presentan las medias de los genotipos estudiados y en él se puede observar que el genotipo Gray zucchini significativamente ocupó el lugar más alto con una media de 108.27 grs, respectivamente, mientras que el genotipo obscura zucchini presentó el valor más bajo con tan solo una media de 54.68 grs. La diferencia encontrada entre genotipos fue de 53.59 g en peso de fruto, lo que representó el 98% de incremento. Al respecto (Velazquez, 2011). Muestra que con la inoculación de *Azospirillum* en plantas de tomate produce hormonas de crecimiento que estimulan la función de absorción y/o fijación de nutrientes que se ve reflejado en el fruto y por lo cual en el peso del mismo. En un estudio sobre el rendimiento y peso del fruto de tomate Mayak *et al.* 2004, determinaron resultados significativamente mayor en plantas de tomate inoculadas con *A. piechaudii*.

Cuadro 9. Valores promedio para la variable diámetro ecuatorial de los cinco genotipos de calabacita tipos zucchini con dos rizobacterias. UAAAN-UL. 2017

<b>PESO (grs)</b>		
<b>Genotipo</b>	<b>Media</b>	<b>agrupamiento</b>
<b>5- Gray zucchini</b>	108.27	A
<b>1- Lucina gray</b>	87.74	AB
<b>4- Green zucchini</b>	65.58	BC
<b>2- Zucchini Green</b>	61.16	BC
<b>3- obscura zucchini</b>	54.68	C

### Bacterias

Urias, 2012 presentan que con la inoculación de *Bacillus subtilis* en cierto en el mes de noviembre los frutos de la variedad jaconá tuvieron un incremento del 18% en el diámetro ecuatorial. En el cuadro 6. Se presentan las medias de las

bacterias estudiadas y en él se puede observar que *Bacillus paralicheniformis* ocupando el primer lugar con una media de 2.95 cm, respectivamente, mientras que la bacteria *Pseudomonas lini* presento el menor diámetro ecuatorial con tan solo 2.6 cm.

Cuadro 10. Valores promedio para la variable diámetro ecuatorial de las dos bacterias del genero *Bacillus* y del genero *Pseudomonas* con cinco genotipos de calabacita tipos zucchini UAAAN-UL. 2017.

<b>D. ECUATORIAL (cm)</b>		
<b>Agrupación</b>	<b>Media</b>	<b>Bacteria</b>
<b>A</b>	2.95	B1- <i>Bacillus paralicheniformis</i>
<b>AB</b>	2.8	Testigo
<b>B</b>	2.6	B2- <i>Pseudomonas lini</i>

## CONCLUSIONES

El genotipo Gray zucchini se muestra muy superior a los demás genotipos resaltando en las variables de Peso, firmeza y diámetro ecuatorial, utilizando cierto mecanismo como es la inoculación de Rizobacterias, lo que indica puede ser una alternativa para ser utilizada como fuente de producción en el cultivo de calabacita en relación a la resistencia al daño mecánico como lo es la firmeza y el peso de los frutos.

La rizobacteria (*Bacillus paralicheniformis*) fue el inoculo que actuó y mostro diferencia antes el testigo con un aumento en el diámetro ecuatorial relacionándose con todos los genotipos.

## BIBLIOGRAFIA

- Airola-Gallegos, V. M. 2010. Compostas líquidas con bacterias promotoras de crecimiento en la nutrición del tomate (*Solanum lycopersicum*). Tesis de Maestría. Centro interdisciplinario de investigación para el desarrollo integral Regional. CIIDIR unidad Sinaloa. Guasave, Sinaloa, México. 83 pp.
- Arrenchu- Dominguez. C. J., 1998. Plagas y enfermedades de la calabacita (*Cucurbita pepo* L). Monografía. UAAAN. Departamento de agronomía. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Pág.
- Barahona, M. 2003. Manual de horticultura. Editorial Sangolquí. Quito. Ecuador. Pág. 108 – 112.
- Bentivega, S; Morton, J. 1994. Systematics of glom Alcan endomicorrhizal fungi. S.E. Minnesota, ES, APS press. p. 283 – 308.
- Bhattacharjee, R. B., Singh, A., & Mukhopadhyay, S. N. (2008). Use of nitrogen-fixing bacteria as biofertiliser for non-legumes: prospects and challenges. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 80(2), 199-209.
- CAJAMAR, 2014. Parametros de calidad interna de hortalizas y frutas en la industria agroalimentaria. Ficha técnica. No. 005. España.
- Camelo- López. A. F., 2003. Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas: del campo al mercado. FAO. Balcarce, Argentina. Pág. 8-12.
- Camelo, M., P. Vera & R. R. Bonilla., 2000. Plantas a las respuestas celulares y moleculares a la alta salinidad Revista. No. 42. Plantas fisiologicas. Planta Molecular Biol. 51: Pag. 463-499.
- Casaca. A. D., 2005. Guías tecnológicas de frutas y vegetales. ECAG. Escuela Centroamericana de Agricultura y ganadería. Costa Rica. Pág. 3-9.

- Casado- Ramirez. M.C. 2016. Tratamientos postcosecha para el control de los daños por frío en frutos climatéricos y no climatéricos. Escuela Politécnica Superior de Orihuela. Tesis Doctoral. Pág. 54- 61.
- Casado-Romero. M. del C., 2016. Tratamientos postcosecha para el control de los daños por frío en frutos Climatéricos y no climatéricos. Origen. Universidad de Murcia. Facultad de Química. Orihuela, provincia de Alicante, comunidad Valenciana, España. Pág. 68-69.
- Castro-Sowinski, S., Y. Herschkovitz, Y. Okony, and E. Jurkevitch. 2007. Effects of inoculation with plant growth-promoting rhizobacteria on resident rhizosphere microorganisms. FEMS Microbiol. Lett. 276: 1-11.
- CONABIO,2005,calabacita.[http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/20870\\_sg7.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/20870_sg7.pdf) (consultado: 01/06/17).
- CONAFRUT - D.G.E.A. – DGN. 1981. Informe General del Estudio para determinar los Cuadros de Especificaciones de 32 especies hortofrutícolas, México.
- Cordovilla. C & German. C., 2011. Estudio de la concentración de mezclas de harina de maíz (*Zea mays* L) y panela en la compota de calabaza (*Cucurbita ficifolia* Bouche). Facultad de ciencia e ingeniería en alimentos. Ambato, Ecuador. Pág. 1-104.
- Cortes-Savín. V. M., 2013. Densidad de siembra en el cultivo de calabacita (*Cucurbita pepo* L) con y sin acolchado, en el Valle de la Paz, B.C.S. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Tesis de Licenciatura. Baja California Sur, México. Pág. 9-10.
- Crisosto, C.H. & Mitchell, F.G. 2007. Factores precosecha que afectan la calidad de frutas y hortalizas. In Tecnología Poscosecha de Productos Hortofrutícolas. 3ª edición. Kader, A. (Ed.). University of California, Division.



- CTA (centro de transferencia Agroalimentaria). 2006. Estudio de variedades con destino industrial Cultivo de calabacín en Aragón. Dirección General de Desarrollo Rural. Ficha Técnica. No. 164. Unión Europea. Pág. 1-3.
- Decker-Walters, D.S.; STAUB, J.E.; CHUNG, S.M.; NAKATA, E.; QUEMADA, H.D. 2002., Diversidad de población de vida libre en *Cucurbita pepo* (Cucurbitaceae) como acceso aleatorio para la amplia polinización DNA. *Syst. Bot.*, 27(1): 19-28.
- Díaz. I. F, Olmo-Fueyo. M. A & Illumbe-Arrieta. A., 1998. Cultivo de calabacín en invernadero. Tecnología agropecuaria. Horticultura. CIATA. Pág. 6-7.
- Franco. A. D, Manuel. A. C, Flor. O. C y Oscar. G. C., 2013. Nutrición de la planta y calidad de fruto de pimiento asociado con micorriza arbuscular en invernadero. Campo experimental Rio Bravo. INIFAP. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Vol. No. 2. Rio Bravo Tamaulipas, México. Pág. 1-7
- Gallardo. M. I., 2009. Tamaños de partícula y tiempos de aplicación de la harina de pescado (*Plecostomus* spp) en la producción de calabacita. Centro interdisciplinario de investigación para el desarrollo integral regional CIIDIR Michoacán. Tesis de maestría. Jiquilpan, Michoacán. Pág. 1-2.
- González, C, L., 2010. Caracterización de calabazas (*Cucurbita* spp.) Mexicanas como fuente de resistencia al *Cucumber mosaic virus* (CMV). Departamento de Fitotecnia Instituto de Horticultura. Introducción general. Chapingo. México. Pág. 1-2.
- Gowan semillas (2014)  
<http://www.gowansemillas.com.mx/productosd.php?producto=142&idioma=3&categoria=37> (fecha consultada: 29/09/17).
- Harris Moran. 2012. [http://files.growingproduce.com/files/pdf/2012/avg/varieties-showcase/AVG\\_DEC\\_028.pdf](http://files.growingproduce.com/files/pdf/2012/avg/varieties-showcase/AVG_DEC_028.pdf) (Fecha de consulta:29/09/2017).

- Hernández- Ibarra. J. L & Munguía. C. F., 2001. Cubiertas flotantes, acolchado plástico y control de mosca blanca en el cultivo de calabacita. Revista Chapingo. Serie Horticultura. Vol. 7. Pág. 159-169.
- Hernández- Miguel. P. J., 2013. Cambios físicos-químicos en la calidad poscosecha de calabacita Zucchini (*Cucurbita pepo* L) bajo distintas condiciones de almacenamiento. Generalidades del cultivo de calabaza. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro- unidad laguna. Tesis. Torreón, Coahuila, México. Págs 18-19.
- Hernández- Morales. C. G., 2006. Reguladores de crecimiento de tipo orgánico en la producción de calabacita (*Cucurbita pepo* L): (Variedad Zucchini Grey) bajo invernadero. Universidad Autónoma Agraria Antonio narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Pág. 8-12.
- Hernández, J. 1999. Fijación de micorrizas. S.I. s.e. Formato ASCII. (En línea). (Última consulta: 19-10-16)  
<http://www.eez.csic.es/olivares/ciencia/fijacion/micorrizas.html>
- Hernández-Díaz, M. I. y Chailloux-Laffita, M. 2001. La nutrición mineral y la biofertilización en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Temas de ciencia y tecnología. Instituto de investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova". La Habana Cuba. 5 (13):11-27.
- Hochmuth, R. C.; Treadwell, D. D.; Simonne, H. E.; Landrum, B. L. and Davis, L. L. 2010. Growing bell peppers in soilless culture under open shade structures. University of Florida, IFAS Extension. Publ. HS-1113. 5 p.
- Infoagro, 2003.Cultivo de calabacin.  
<http://www.infoagro.com/hortalizas/calabacin.htm#3.%20IMPORTANCIA%20ECONÓMICA%20Y%20DISTRIBUCIÓN%20GEOGRÁFICA>. (fecha de consulta: 29/05/17).

- Infoagro, 2005. El cultivo de calabacín. [file:///C:/Users/karliot/Documents/trabajo%20de%20investigaci%C3%B3n%20\(tesis\)/TESIS/articulos%20descargados\(calabacita\)/aporque.pdf](file:///C:/Users/karliot/Documents/trabajo%20de%20investigaci%C3%B3n%20(tesis)/TESIS/articulos%20descargados(calabacita)/aporque.pdf). (Consultado: 01/06/17).
- Ku. C. J, Porfirio Ramírez Vallejo, Fernando Castillo González & José Luis Chávez Servía., 2005. Diversidad morfológica de calabaza cultivada en el centro-orientado de Yucatán, México. Instituto de Recursos Genéticos y Productividad. Colegio de postgraduados. Revista. Fitotecnia. Vol. 28. Montecillo, Texcoco, Edo, de México. Pág. 339-349.
- Lema- Gualle. A. A., 2015. Evaluación agronómica de dos híbridos de Zucchini (*Cucúrbita pepo* L) con dos tipos de fertilizantes orgánicos en la parroquia Licto de Chimborazo. Universidad estatal de Bolívar. Facultad de ciencias agropecuarias. Guaranda, Ecuador. Pág. 7-9.
- Lira S. R. 1995. Estudios Taxonomicos y Ecogeograficos de las cucurbitáceas Latinoamericanas de importancia económica. Systematic and Ecogeographic Studies on Crop. IPGRJ. Roma, Italia. Instituto de Biología, UNAM, Méx. P. 28.
- Lira. Lira R & Montes S. 2002. Cultivos Andinos. FAO. [http://www.fao.org/Regional/LAmerica/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdro m/contenido/libro09/Cap2\\_3.htm#28](http://www.fao.org/Regional/LAmerica/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdro m/contenido/libro09/Cap2_3.htm#28). (Consultado: 01/06/17).
- Lopez. A. V. 1989. Producción de hortalizas. Ed. LIMUSA, S.A de C. V. México, DF. Pág. 1-297.
- Marin. L. J. 2015. Calabacín. IMIDA. <http://www.publicacionescajamar.es/uploads/cultivos-hortícolas-al-aire-libre/22-cultivos-hortícolas-al-aire-libre.pdf> (Consultado: 02/06/17).
- Marmol. R. J., 1997. Cultivo del calabacín en invernadero. Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas. Almería, España. Pág. 4-6.

- Marmol. R. J., 2004. Cultivo intensivo del calabacín. Hojas divulgadoras. Num. 2105. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España. Pág. 2-48.
- Martínez- Díaz. O., 2014. Evaluación de rizobacterias promotoras del crecimiento autóctonas en el cultivo de tomate criollo (*Solanum lycopersicum* L). Instituto Politécnico Nacional. CIIDIR- IPN. Victoria Durango. Pag. 1-89.
- Martínez M. A., & García M. F. 1998. Descripción agronómica y morfológica de colectas de calabaza (Cucúrbita pepo, *C. moschata*, *C. angyrosperma*) criollas. Tesis profesional de licenciatura. Dpto. fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo México.
- Mayak, S., Tirosh, T., and Glick, B. R. (2004). Plant growth-promoting bacteria that confer resistance to water stress in tomatoes and peppers. *Plant Science*, 166(2): 525-530. doi:10.1016
- Méndez-López. A, C. Villanueva-Verduzco, J. Sahagún-Castellanos, E. Avitia García, T. Colinas-León, M. Jamilena-Quesada, R. I. Rojas Martínez., 2010. Obtención, caracterización y agrupamiento de genotipos partenocarpicos de calabaza (Cucúrbita pepo L) tipo "Round Zucchini". Departamento de fitotecnia. Revista Chapingo. Serie Horticultura. No. 16. Texcoco, Montecillo, Estado de México. Pág. 123-131.
- Mendoza-Herrera, A., Cruz-Hernández, M. A. y Jacques-Hernández, C. 2007. Aislamiento, selección, producción y evaluación de un inoculante basado en cepas nativas de *Azospirillum* en el norte de Tamaulipas, en: Díaz-Franco, A y Mayek-Pérez, N. (editores) La biofertilización como tecnología sostenible. Plaza y Valdés. México: 137-152.
- Moreno-Molina. J. C. & Téllez. C. L., 2006. Informe nacional sobre el estado de los recursos filogenéticos para la agricultura y la alimentación. SAGARPA. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A. C. Chapingo, Edo. De México. Pág. 17-18.

- Orona-Urias. V, Dolores Moy Rangel, Tomás Osuna Enciso, Adriana Sañudo Barajas, Manuel Báez Sañudo, Benigno Valdez Torres, Jorge Siller Cepeda y Juan Campos Sauce., 2012. Estado hídrico y cambios anatómicos en la calabacita (*Cucúrbita pepo* L). Centro de Investigación en Alimentos y Desarrollo. Vol. 35. Culiacán, Sinaloa, México. Pág. 221 – 228.
- Palomeque. E. B., 2016. Inoculación de rizobacteras promotoras del crecimiento vegetal en el cultivo de tomate (*Solanum Lycopersicum* L) bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL. Subdirección de postgrado. Torreón Coahuila. Pág. 1-69
- Pérez - Barragán. C. J., 2007. Recibo de frutas y hortalizas para un centro de distribución y guía de manejo de productos hortofrutícolas orientado a proveedores. UNAM. Cuautitlán Izcalli, Estado de México. Pág. 1-108.
- Pino. J. A & Leonel. C. F., 2007. Caracterización total de capcisina, color , olor y componentes del chile habanero (*Capsicum chinense* J) de plantas cultivadas en Yucatan. Universidad intercultural Maya de Quintana Roo.
- Puente-Manriquez. J. L. *et al.*, 2010. Rendimiento de calabaza (*Cucurbita mixta* Pang) en diferentes fechas de siembra y soluciones nutritivas en clima semiárido. Introducción. Libro científico anual. Agricultura, ganadería y ciencia forestal. Dirección de investigación. Primera edición. Torreón, Coahuila, México. Págs. 32-33.
- Reche, J., 1997. Cultivo de calabacín en invernadero. Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas de Almería.
- Reyes. I, Luimar Álvarez, Hind El-Ayoubi y Alexis Valery., 2008. Selección y evaluación de rizobacterias promotoras del crecimiento en pimentón y maíz. Bioagro. UNET (universidad nacional experimental del Táchira). Pág. 37-48.

- Roblero- Ruiz. U. H. 2014. Producción de calabacita (*Cucúrbita pepo* L) Variedad Grey Zucchini aplicando humus líquido de lombriz. UAAAN. Departamento de fitomejoramiento. Saltillo, Coahuila, México. Pág. 1-45.
- Robles – Sánchez. R. J & Trucha- Carrillo. A. L., 2000. La calabaza y la calabacita mexicana en el mercado norteamericano. <http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/076/ca076.pdf> (fecha de consulta:22/05/17).
- Rodas-Gaitán. A. H, Humberto Rodríguez, Fuentes, Ma. Del Carmen Ojeda-Zacarías, Juan A. Vidales Contreras y Alejandro I. Luna-Maldonado., 2012. Curvas de absorción de macronutrientes de calabacita italiana (*Cucúrbita pepo* L). Universidad Autónoma de Nuevo León. Revista Fitotecnia, México. Vol. 35. Pág. 57 – 60. Municipio General. Escobedo, Nuevo León, México.
- Salmeron. L. O. 2002. Aprovechamiento cíclico de los recursos vegetales, compostaje y cultivo bajo invernadero. Universidad de Almería. Pág. 34-47. Almería, España.
- Schwabe W., W.; Mills J. J. 1981 Hormones and parthenocarpic fruit. Set: a literature survey. Hort. Abstr. 51: 661-699.
- Sedano- Castro. G, Hernandez – Gonzalez. V. A, Saucedo- Veloz. C, Soto-Hernández. M, Sandoval- Villa. M, Carrillo-Salazar. J. A., 2011. Rendimiento y calidad de frutos de calabacita con altas dosis de N y K. Terra Latinoamericana. Revista. Vol. 29, núm 2. Sociedad Mexicana de la ciencia del suelo. Chapingo, México. Pág. 133-142.
- Sotelo D., L. I. Jiménez F. J. A. Tarsicio de zan, A. Cueto V. M. C. 2012. Efecto de inoculación de microorganismos en crecimiento de rábano (*Raphanus sativus*). Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial 10 (1):21-31.

- Sotomayor-Céspedes. P. K. & Arroyo-Puente. A. C., 2005. Evaluación de consorcios micorrizicos en tres sistemas de producción de Zucchini en la hacienda Greenlab, San Vicente de la Merced, Sangolqui. Escuela politécnica del ejército. Facultad de ciencias agropecuarias. Sangolqui, Ecuador. Pág. 6-79.
- Texon-Ortiz. J. A, Julian, D. M, Maria- de las nieves. R. M y Guillermo. C. Z., 2016. Inoculación bacteriana en el crecimiento y calidad del fruto de cinco variedades de fresa en suelos con pH contrastante. Colegio de postgraduados. Chapingo. Postgrado en fruticultura. Montecillo, Estado de México. Pág. 2- 10.
- UPV (universidad Politécnica de Valencia). 2006. Cucurbitáceas. <http://www.euita.upv.es/variados/biologia/temas%20angiospermas/Dil%C3%A9nidas/Cucurbit%C3%A1ceas/Cucurbit%C3%A1ceas.htm> (Fecha de consulta: 29/05/17).
- Urias- Gonzalez. M. A., 2012. *Bacillus subtilis* como promotora del rendimiento y calidad de fresa. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Michoacan. Jiquilpan, Michoacan, México. Pág. 1-139.
- Urias- Orona. V. R, Muy-Rangel D., Osuna-Enciso T., Sañudo-Barajas A., Báez-Sañudo M., Valdez-Torres B., Siller-Cepeda J., Campos-Sauceda J. 2012. Estado hídrico y cambios anatómicos durante el almacenamiento de calabacita (*Cucurbita pepo* L.). Rev. Fitotecnia. México. No.3. Pág. 221-228.
- Vessey. J. Kevin. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Department of Plant Science, University of Manitoba. Page. 571- 586. Canada.

Wills. R. G., 1998. Introducción a la fisiología y manipulación poscosecha de frutas, hortalizas y plantas ornamentales. Segunda Edición. Editorial Acribia, S. A Zaragoza, España Pag. 1-101.

Zamora-Aguilar. A. A., 2014. Evaluación de paquetes tecnológicos con manejo orgánico para la producción de calabacita en el Nor-oriente del Estado de México. INIFAP. Texcoco, Estado de México. Pág. 2-4.

## APENDICE

Cuadro 1A. Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial de los cinco genotipos de calabacita tipo zucchini, inoculados con dos rizobacterias bajo invernadero. UAAAN. UL 2017.

<b>C.V</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.Calculada</b>	<b>Significancia</b>
<b>Tratamiento</b>	17	23.22	1.36	2.2	0.0076 *
<b>Genotipo</b>	4	17.86	4.46	7.25	<.0001*
<b>Bacteria</b>	2	2.47	1.23	2.01	0.1389 NS
<b>Bloque</b>	3	0.28	0.09	0.16	0.9262 NS
<b>G*B</b>	8	2.59	0.32	0.53	0.8346 NS
<b>Error</b>	102	68.80	0.61		
<b>Total:</b>	<b>119</b>	86.02			
C.V = 28.18		Media=			
		2.78			

CV= Coeficiente de variación, NS= no significativo ( $P>0.05$ ), \* significativo ( $P<0.05$ ), \*\* altamente significativo ( $P<0.01$ ).

Cuadro 2A. Análisis de varianza para la variable firmeza de los cinco genotipos de calabacita tipo zucchini, inoculados con dos rizobacterias bajo invernadero. UAAAN. UL 2017.

<b>C.V</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.Calculada</b>	<b>Significancia</b>
<b>Tratamiento</b>	17	46.63	2.74	1.74	0.0476 *
<b>Genotipo</b>	4	23.58	5.89	3.73	0.0071*
<b>Bacteria</b>	2	5.18	2.59	1.64	0.1985 NS
<b>Bloque</b>	3	3.73	1.24	0.79	0.5033 NS
<b>G*B</b>	8	14.12	1.76	1.12	0.3575 NS
<b>Error</b>	102	161.06	1.57		
<b>Total:</b>	<b>119</b>	207.70			
C.V = 43.63		Media=2.88			



CV= Coeficiente de variación, NS= no significativo ( $P>0.05$ ), \* significativo ( $P<0.05$ ), \*\* altamente significativo ( $P<0.01$ ).

Cuadro 3A. Análisis de varianza para la variable solidos solubles totales de los cinco genotipos de calabacita tipo zucchini, inoculados con dos rizobacterias bajo invernadero. UAAAN. UL 2017.

<b>C.V</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.Calculada</b>	<b>Significancia</b>
<b>Tratamiento</b>	17	25.06	1.47	1.50	0.1107 NS
<b>Genotipo</b>	4	4.97	1.24	1.26	0.2899 NS
<b>Bacteria</b>	2	2.06	1.03	1.05	0.3543 NS
<b>Bloque</b>	3	13.99	4.66	4.74	0.0039 *
<b>G*B</b>	8	4.03	0.50	0.51	0.8453 NS
<b>Error</b>	102	100.45	0.98		
<b>Total:</b>	<b>119</b>	<b>125.52</b>			
C.V = 33.52		Media=2.96			

CV= Coeficiente de variación, NS= no significativo ( $P>0.05$ ), \* significativo ( $P<0.05$ ), \*\* altamente significativo ( $P<0.01$ ).

Cuadro 4A. Análisis de varianza para la variable peso de fruto de los cinco genotipos de calabacita tipo zucchini, inoculados con dos rizobacterias bajo invernadero. UAAAN. UL 2017.

<b>C.V</b>	<b>G.L</b>	<b>S.C</b>	<b>C.M</b>	<b>F.Calculada</b>	<b>Significancia</b>
<b>Tratamiento</b>	17	83138.06	4890	2.17	0.0097 NS
<b>Genotipo</b>	4		12034.83	5.33	0.0006 *
<b>Bacteria</b>	2		4849.88	2.15	0.1222 NS
<b>Bloque</b>	3		1898.21	0.84	0.4746 NS
<b>G*B</b>	8		2909.29	1.29	0.2583 NS
<b>Error</b>	96	216645.34	2256.72		
<b>Total:</b>	<b>113</b>	<b>299783.40</b>			
C.V = 62.82		Media=75.61			

CV= Coeficiente de variación, NS= no significativo ( $P>0.05$ ), \* significativo ( $P<0.05$ ), \*\* altamente significativo ( $P<0.01$ ).