



SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA CUENCA DEL PAPALOAPAN

**EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS EN GERMINACIÓN
Y MANEJO AGRONÓMICO DE CACAHUATE EN LA
CUENCA DEL PAPALOAPAN**

Tesis que presenta:

**CISNEROS DE LOS ANGELES JOSÉ GUADALUPE
SANTIAGO LUCAS MARISOL**

Como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERÍA EN AGRONOMÍA

Tuxtepec, Oaxaca.
Marzo de 2019





INSTITUTO TECNOLÓGICO DE
LA CUENCA DEL PAPALOAPAN



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE
LA CUENCA DEL PAPALOAPAN

EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS EN GERMINACIÓN Y MANEJO AGRONÓMICO DE CACAHUATE EN LA CUENCA DEL PAPALOAPAN

CISNEROS DE LOS ANGELES JOSÉ GUADALUPE

No. de control: 14810084

ASESOR INTERNO:

ING. EMANUEL PÉREZ LÓPEZ

ASESOR EXTERNO:

DR. ROBERTO PANUNCIO MORA SOLÍS

PERIODO DE REALIZACIÓN

JULIO- DICIEMBRE DE 2018.

SAN BARTOLO, TUXTEPEC, OAX. MARZO 2019



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE
LA CUENCA DEL PAPALOAPAN



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE
LA CUENCA DEL PAPALOAPAN

EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS EN GERMINACIÓN Y MANEJO AGRONÓMICO DE CACAHUATE EN LA CUENCA DEL PAPALOAPAN

SANTIAGO LUCAS MARISOL

No. de control: 14810057

ASESOR INTERNO:

ING. EMANUEL PÉREZ LÓPEZ

ASESOR EXTERNO:

DR. ROBERTO PANUNCIO MORA SOLIS

PERIODO DE REALIZACIÓN

JULIO- DICIEMBRE DE 2018.

SAN BARTOLO, TUXTEPEC, OAX. MARZO 2019

El Presente Trabajo de tesis, del C. José Guadalupe Cisneros De los Ángeles, denominado: **EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS EN GERMINACIÓN Y MANEJO AGRONÓMICO DE CACAHUATE EN LA CUENCA DEL PAPALOAPAN**, que se desarrolló en el Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan, ubicado en la población de San Bartolo, Tuxtepec, Oaxaca, fue revisado y aprobado por el:

DIRECTOR INTERNO DE TESIS

ING. EMANUEL PÉREZ LÓPEZ



DIRECTOR EXTERNO DE TESIS

DR. ROBERTO PANUNCIO MORA SOLÍS



MARZO DEL 2019

El Presente Trabajo de tesis, de la C. Marisol Santiago Lucas, denominado: **EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS EN GERMINACIÓN Y MANEJO AGRONÓMICO DE CACAHUATE EN LA CUENCA DEL PAPALOAPAN** que se desarrolló en el Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan, ubicado en la población de San Bartolo, Tuxtepec, Oaxaca, fue revisado y aprobado por el:

DIRECTOR INTERNO DE TESIS

ING. EMANUEL PÉREZ LÓPEZ



ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
S.E.P. S.E.S.
T.N.M.
INSTITUTO TECNOLÓGICO
DE LA CUENCA DEL PAPALOAPAN
CLAVE: 20DIT0008H
SAN BARTOLO, TUXTEPEC, OAX.

(Handwritten signature)

DIRECTOR EXTERNO DE TESIS

DR. ROBERTO PANUNCIO MORA SOLIS



ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
S.E.P. S.E.S.
T.N.M.
INSTITUTO TECNOLÓGICO
DE LA CUENCA DEL PAPALOAPAN
CLAVE: 20DIT0008H
SAN BARTOLO, TUXTEPEC, OAX.

(Handwritten signature)

MARZO DEL 2019

La Presente tesis, del C. Cisneros De los Ángeles José Guadalupe, denominado **EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS EN GERMINACIÓN Y MANEJO AGRONÓMICO DE CACAHUATE EN LA CUENCA DEL PAPALOAPAN**, que se desarrolló en el Instituto Tecnológico de la cuenca del Papaloapan, ubicado en la población de San Bartolo, Tuxtepec, Oaxaca, fue revisado y aprobado para su impresión por el Honorable jurado integrado por:

DIRECTOR

ING. EMANUEL PÉREZ LÓPEZ



SECRETARIO

Dr. ROBERTO PANUNCIO MORA SOLÍS



VOCAL

ING. HUGO ORTEGA ESTRADA



MARZO DEL 2019

La Presente tesis, de la C. Santiago Lucas Marisol, denominado: **EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS EN GERMINACIÓN Y MANEJO AGRONÓMICO DE CACAHUATE EN LA CUENCA DEL PAPALOAPAN.** que se desarrolló en el Instituto Tecnológico de la cuenca del Papaloapan, ubicado en la población de San Bartolo, Tuxtepec, Oaxaca, fue revisado y aprobado para su impresión por el Honorable jurado integrado por:

DIRECTOR

ING. EMANUEL PÉREZ LÓPEZ



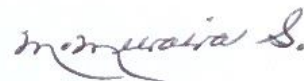
SECRETARIO

Dr. ROBERTO PANUNCIO MORA SOLÍS



VOCAL

M.A.E. MERCEDES MURAIRA SOTO



MARZO DEL 2019



Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan

"2019, Año del Caudillo del Sur, Emiliano Zapata"

San Bartolo, San Juan Bautista Tuxtepec, Oaxaca, a 14 de marzo de 2019


ASUNTO: Dictamen de tesis aprobada

ING. ANTELMO PRADO LEAL

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERIAS

P R E S E N T E

El comité de revisión de tesis del C. Cisneros de los Ángeles José Guadalupe, asignado por la Academia del Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan de San Bartolo, San Juan Bautista, Tuxtepec, Oaxaca, integrado por los C.C. ING. Emanuel Pérez López, Dr. Roberto Panuncio Mora Solís e ING. Hugo Ortega Estrada, habiéndose reunido a fin de evaluar la tesis titulada "**EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS EN GERMINACIÓN Y MANEJO AGRONÓMICO DE CACAHUATE EN LA CUENCA DEL PAPALOAPAN**", que se presenta como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero en Agronomía, de acuerdo con las normas de elaboración de tesis de licenciatura y posgrado vigentes en el instituto; dictamino su **AUTORIZACIÓN** para ser presentado en el Examen Profesional correspondiente.


ATENTAMENTE
ING. EMANUEL PÉREZ
LÓPEZ
DIRECTOR


Dr. ROBERTO PANUNCIO
MORA SOLÍS
SECRETARIO


ING. HUGO ORTEGA
ESTRADA
VOCAL



Av. Tecnológico No. 21, San Bartolo Tuxtepec, Oax.
Tel. 01 (297) 3753926, 3754015, e-mail: dir.cpnalapan@tecna.mx
www.tecna.mx | www.itcuencap.edu.mx



SEP

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



INSTITUTO TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan

"2019, Año del Caudillo del Sur, Emiliano Zapata"

San Bartolo, San Juan Bautista Tuxtepec, Oaxaca, a 14 de marzo de 2019


ASUNTO: Dictamen de tesis aprobada


ING. ANTELMO PRADO LEAL

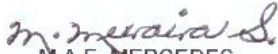
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERIAS

P R E S E N T E

El comité de revisión de tesis del C. Santiago Lucas Marisol, asignado por la Academia del Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan de San Bartolo, San Juan Bautista, Tuxtepec, Oaxaca, integrado por los C.C. ING. Emanuel Pérez López, Dr. Roberto Panuncio Mora Solís Y M.A.E. Mercedes Muraira Soto, habiéndose reunido a fin de evaluar la tesis titulada **"EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS EN GERMINACIÓN Y MANEJO AGRONÓMICO DE CACAHUATE EN LA CUENCA DEL PAPALOAPAN"**, que se presenta como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero en Agronomía, de acuerdo con las normas de elaboración de tesis de licenciatura y posgrado vigentes en el instituto; dictaminamos su **AUTORIZACIÓN** para ser presentado en el Examen Profesional correspondiente.


Dr. ROBERTO PANUNCIO
MORA SOLÍS
SECRETARIO


AFENTAMENTE
ING. EMANUEL PÉREZ
LÓPEZ
DIRECTOR


M.A.E. MERCEDES
MURAIRA SOTO
VOCAL



Av. Tecnológico No. 31, San Bartolo Tuxtepec, Oax.
Tel. 01 (287) 2753926, 2754015, e-mail: ica@papalocapadtepec.mx
www.tecnm.mx | www.itcuencap.edu.mx

DEDICATORIA

Esta Tesis Profesional va dedicado en primer lugar a Dios nuestro señor quien me dio la fuerza y fortaleza para seguir adelante por hacer que no perdiera la fe y la esperanza porque tuve momentos en que me estaba dando por vencido y a pesar de esos momentos difíciles seguí adelante.

Le doy las gracias a Dios por la fuerza, paciencia y más que nada la fortaleza para permitirme concluir con mi Tesis Profesional, también a mi madre, mi esposa y mis hijos gracias por la ayuda, y los consejos, así como también el apoyo que me dieron en los momentos más difíciles y estuvieron siempre ahí conmigo apoyándome en los días de desvelos que gracias a ellos soy hoy en día quien soy.

Quiero darles las gracias también a mis amigos y compañeros por estar siempre conmigo apoyándome en las buenas y en las malas y aún más cuando lo necesitamos en esos días de consuelo y desesperación gracias sin ellos esto no sería un grupo unido.

También va dedicado de corazón a mi madre esposa e hijos a mis amigos y compañeros, Hoy con orgullo les digo ¡**LO LOGRAMOS!**

Por su apoyo moral y económico dedicados a ellos con mucho amor.

DEDICATORIA

Esta Tesis Profesional va dedicado en primer lugar a dios nuestro señor quien me dio la fuerza y fortaleza para no decaer en este camino.

Por otro lado, no puedo dejar pasar a mis docentes Ing. Emanuel Pérez López y el Dr. Roberto Panuncio Mora Solís, quienes fueron de gran ayuda y apoyo durante el transcurso de mi estancia en esta institución brindándome de sus conocimientos y experiencias.

También va dedicado a dos personitas que me llenan de alegría y hacen mis días más entretenidos a mis sobrinas Kailani y Merary espero en un futuro ser un ejemplo para ustedes

A mi familia, a mis hermanos , a mis amigos por estar presentes.Por su apoyo moral y económico dedicados a ellos con mucho cariño.

AGRADECIMIENTO

A mis maestros Emanuel Pérez López y Roberto Panuncio Mora Solís gracias por compartir sus conocimientos conmigo, pero sobre todo gracias por permitirme poner en práctica lo adquirido en las aulas, gracias por su confianza y sobre todo gracias por el tiempo que dedica a esta hermosa profesión, en el cual, por su dedicación, por sus esfuerzos, por su paciencia y compromiso, es base fundamental de mi desarrollo como profesionista, gracias por sus consejos, enseñanza y sabiduría. Gracias por hacer que me enamorara de esta hermosa profesión que es la agronomía.

Quiero agradecerles a mis maestros que me brindaron su apoyo y sabios consejos en especial a mis maestros Emanuel Pérez López, Roberto Panuncio Mora Solís y Hugo Ortega Estrada, gracias Maestros por brindarme su atención, paciencia y comprensión sobre todo su tiempo y apoyo quienes fueron de gran ayuda durante el transcurso de mi Tesis Profesional porque ellos me dieron los conocimientos necesarios para así poder sacar mi Tesis Profesional adelante.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a Dios por la vida, por las bendiciones que día a día me da por su amor y por la fortaleza que me has dado en todos estos años.

A mis padres Hesiquio † y Hortencia por su apoyo incondicional a ti padre porque me enseñaste a valerme por mi misma y más que nada a aprender que no siempre se puede confiar en las personas ni porque sean familia, gracias porque lo poquito o mucho que me ayudaste me ayudó en este sendero de la vida sé que hubieras querido hacer más por mi lamentablemente las cosas no fueron así. A ti madre que desde pequeña estuviste conmigo en cada etapa de mi vida que aunque las pruebas fueron muy difíciles me hiciste saber que el esfuerzo que uno le pone siempre es recompensado, gracias por nunca hacer que me rindiera.

A mis hermanos por ser mis segundos padres, Jorge a ti por cuidarme y preocuparte a tu manera, agradezco el cariño que me tienes que aunque a veces nuestras opiniones difieren nos mantenemos estable, que decir de ti belén haz sido mi hermana, mi confidente, mi cómplice tengo tanto que agradecer que no sé por dónde empezar desde apoyarme en cada elección de mi vida y jamás dudar de mí, tu total y plena confianza, tus palabras de aliento gracias por estar tan orgullosa de mi. Gracias a ambos por enseñarme que la vida es mejor si tienes con quien compartirla.

A mi mejor amiga G. Abril en verdad gracias por ser parte importante de mi vida por estar en todo momento por alentarme y apoyarme, por celebrar mis triunfos pero también permanecer en mis derrotas. Gracias por estar presente en cada momento.

Gracias a todos los docentes que formaron parte de mi formación profesional, por compartir sus conocimientos y experiencias con su servidora.

CONTENIDO

DEDICATORIA	x
AGRADECIMIENTO	xii
ÍNDICE DE CUADROS	xvii
ÍNDICE DE FIGURAS	xviii
RESUMEN	1
ABSTRACT.....	3
1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. JUSTIFICACIÓN	8
2.1. Objetivos	9
2.1.1. Objetivo general.....	9
3. HIPÓTESIS.....	11
4. REVISIÓN DE LITERATURA.....	12
4.1. Origen y distribución.....	12
4.2. Taxonomía.....	12
4.3. Descripción botánica.....	13
4.3.1. Raíz.....	13
4.3.2. Hojas.....	14
4.3.3. Inflorescencia	15
4.3.4. Flores.....	15
4.3.5. Frutos	17
4.3.6. Semillas	18
4.3.7. Tallo.....	18
4.3.8. Raíz	19
4.4. Requerimientos edafoclimáticos	20
4.4.1. Suelos	20
4.4.2. Latitud y altitud	21

4.4.3.	Luz solar	22
4.4.4.	Precipitación	22
4.4.5.	Temperatura	23
4.4.6.	Clima	24
4.5.	Fenología.....	24
4.5.1.	Etapa vegetativa.....	24
4.5.2.	Etapa reproductiva.....	25
4.6.	Reproducción de cacahuete.....	26
4.6.1.	Sexual	26
4.7.	Plagas y enfermedades	28
4.7.1.	Plagas	28
4.7.2.	Enfermedades	31
4.8.	Contenido nutricional	33
4.9.	Manejo de cultivo	34
4.10.	Usos del cacahuete	43
4.10.1.	Comestibles.....	43
4.10.2.	Medicinal.....	43
4.10.3.	Comercial	44
4.10.4.	Industrial	44
4.11.	Sustratos	45
4.11.1.	Propiedades físicas, químicas y biológicas de los sustratos.....	45
4.11.2.	Composta	49
5.	MATERIALES Y MÉTODO	51
5.1.	Materiales	53
5.2.	Métodos.....	53
5.2.1.	Obtención de la semilla.....	53
5.2.2.	Diseño experimental	54
5.2.3.	Desinfección de charolas	56
5.2.4.	Sustratos	57
5.2.5.	Llenado de charolas	59

5.2.6.	Siembra en Charola	60
5.2.7.	Riego	61
5.2.8.	Registro de la germinación y variables	62
5.2.9.	Almácigo para parcela demostrativa	64
5.2.10.	Prueba de campo	64
5.2.11.	Acolchado de camas y aplicación de sustrato.....	66
5.2.12.	Trasplante	66
5.2.13.	Toma de datos.....	66
5.2.14.	Colocación de trampas amarillas	67
5.2.15.	Abertura de camas acolchadas	68
5.2.16.	Cosecha	68
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	70
6.1.	Obtención de plántulas.....	70
6.2.	Resultados en campo	72
6.3.	Discusión	74
7.	CONCLUSIONES	76
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	77
9.	APENDICES	82

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición química promedio de semilla de cacahuate.	19
Cuadro 2. Valor nutricional por cada 100g de cacahuate.	33
Cuadro 3. Características fisicoquímicas de la composta.	50
Cuadro 4. Porcentaje de germinación de semillas.	70
Cuadro 5. Media de altura de plántulas de cacahuate.	71
Cuadro 6. Media del diámetro del tallo de plántulas de cacahuate.	71
Cuadro 7. Media de altura de plántulas de cacahuate.	72
Cuadro 8. Media del diámetro del tallo.	73
Cuadro 9. Media de peso del fruto.	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Macro localización.	52
Figura 2. Micro localización.	52
Figura 3. Selección de semillas.	55
Figura 4. Diseño germinación en charolas.	55
Figura 5. Diseño en campo.	56
Figura 6. Sustratos utilizados. fibra de coco (FC), composta de cachaza (CC) y sustrato suelo lombricomposta 50/50 (SL).	57
Figura 7. Llenado de charolas.	59
Figura 8. Siembra en charola.	60
Figura 9. Riego manual.	61
Figura 10. Germinación de semillas.	63
Figura 11. Medición del diámetro del tallo de plántulas.	63
Figura 12. Limpieza del terreno.	65

RESUMEN

La presente investigación del cultivo de Cacahuete (*Arachis hypogaea* L.) se realizó con la finalidad de evaluar el sustrato ideal para la germinación, producción y su manejo agronómico, en la Cuenca del Papaloapan. Se desarrolló en el semillero del Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan. Las semillas fueron colectadas en la comunidad de San Antonio Abad, Oaxaca y San Andrés Tuxtla, Veracruz. Las variables a medir fueron: porcentaje de germinación en cada sustrato a los 7 días después de la siembra (dds) donde mostraron 100% germinación en la semilla de San Andrés Tuxtla, Veracruz y 45% de germinación de la comunidad de San Antonio Abad, Oaxaca. En la fase vegetativa las variables medidas fueron altura y diámetro del tallo de las plántulas en los tratamientos a los 7, 14 y 21 dds. En donde presentaron diferencias significativas, calculados en la prueba Diferencia Media Significativa (DMS) en el software InfoStat® versión 2016.

Los resultados muestran que las compostas son mejores para la germinación que la fibra de coco y sustrato suelo lombricomposta 50/50; donde presentaron diferencias significativas en porcentaje de germinación de la planta, para el cultivo de cacahuate se evaluó altura y diámetro del tallo y peso del fruto en cuatro tratamientos que son: acolchado con sustrato, acolchado sin sustrato, sin acolchado con sustrato y sin acolchado sin sustrato. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar y, como método de análisis la prueba DMS, con un nivel de significancia del 0.05%, calculado en el software InfoStat® versión 2016.

ABSTRACT

The present investigation of the cultivation of peanuts (*Arachis hypogaea* L.) was carried out with the purpose of evaluating the ideal substrate for the germination, production and agronomic management, in the Papaloapan Basin. It was developed in the seedbed of the Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan . The seeds were collected in the community of San Antonio Abad, Oaxaca and San Andrés Tuxtla, Veracruz. The variables to be measured were: percentage of germination in each substrate 7 days after sowing (dds) where they showed 100% germination in the seed of San Andrés Tuxtla Veracruz and 45% germination of the community of San Antonio Abad Oaxaca. In the vegetative phase, the variables measured were height and diameter of the stem of the seedlings in the treatments at 7, 14 and 21 dds. Where they presented significant differences, calculated in the Mean Significant Difference (DMS) test in the InfoStat® software version 2016.

The results show that compost is better for germination than coconut fiber and soil substrate composted 50/50; where they presented significant differences in the percentage of germination of the plant, for the peanut crop height, stem diameter and fruit weight were evaluated, in four treatments that are: padded with substrate, padded without substrate, without padding with substrate and without padding without substrate. a completely randomized experimental design was used and, as a method of analysis, the DMS test, with a level of significance of 0.05%, calculated in the InfoStat® software version 2016

1. INTRODUCCIÓN

El cacahuate (*Arachis hypogaea L.*) es la leguminosa de grano más cultivada en el mundo para consumo humano y por su utilidad en la elaboración de gran variedad de productos. La importancia del cacahuate como materia prima y como subproducto ha crecido de manera integral. El cacahuate es utilizado para la elaboración de dulces, preparación de ricos postres como el pastel, galletas entre otros, también se emplea en la industria cosmética, farmacéutica y culinaria. Las semillas se demandan para consumo humano directo, ya sea tostado, como fruto seco, frito o garapiñado. Sin importar la forma en que se consume, el cacahuate aporta diferentes nutrientes minerales, vitaminas, proteínas y grasas. Por lo que tiene gran importancia económica.

El cacahuate es cultivado y consumido en todo el planeta. Proporciona beneficios al agricultor ya que es una planta resistente a la sequía, se produce en suelos de baja fertilidad, fija nitrógeno del aire al suelo,

opción para la rotación de cultivos y genera más ingresos que otros cultivos.

En México, la superficie total nacional, abarca las 75,152.93 hectáreas, destacando el estado de Puebla con la mayor superficie, seguido del estado de Sinaloa y Guerrero. La mayor parte de cacahuete es producido en condiciones de temporal (aproximadamente 85%) y en menor medida de riego (15%). En el estado de Puebla se cuenta con una superficie sembrada de 19,342 hectáreas de las cuales 709 son de riego y 18,633 de temporal, con una producción total obtenida de 960 toneladas (INEGI, 2010).

Este cultivo se produce en diferentes estados del mundo, sin embargo, a pesar de su gran importancia económica la superficie cosechada por hectáreas ha disminuido.

La problemática específica del cultivo se debe principalmente a que la producción de cacahuete se enfrenta aun sin números de problemas de diferentes índoles. Entre ellos escasa mano de obra, poca organización para la comercialización, mal manejo de plagas y enfermedades. Todo

esto hace que cada día, este cultivo sea menos atractivo para los productores.

En el estado de Oaxaca no hay registro de producción de cultivares endémicos de cacahuate, por lo que la Región del Papaloapan promovió el cultivo de cacahuate, principalmente porque es una planta de fácil adaptación en suelos relativamente pobres, lo cual representa una alternativa para el aprovechamiento de esos suelos, haciéndolos productivos.

Considerando la importancia de este cultivo a nivel mundial, nacional, e incluso estatal, el objetivo del presente estudio fue evaluar el sustrato ideal para su germinación, crecimiento y desarrollo de la planta. Así mismo buscar alternativas para aumentar la producción y productividad reduciendo costos de cultivo.

2. JUSTIFICACIÓN

En la región del Papaloapan no hay registro de producción de cultivares endémicos de cacahuete, por lo que este proyecto de investigación permitirá obtener algunos datos agronómicos y de producción de los cultivares endémicos.

El Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan ubicado en la población de San Bartolo Tuxtepec, Oaxaca, promueve el cultivo de cacahuete, principalmente porque es una planta de fácil adaptación en suelos relativamente pobres, lo cual representa una alternativa para el aprovechamiento de esos suelos, haciéndolos productivos.

Antes de iniciar la producción de cacahuete se debe determinar un sustrato ideal para su germinación, crecimiento y desarrollo de la planta, punto inicial del presente trabajo de investigación, es la **fase de**

germinación para lo cual se estableció un diseño experimental de tres tratamientos en bloques estratificados, con cinco repeticiones y en la **etapa vegetativa** se utilizó un diseño de bloques completamente al azar siendo dos bloques con cinco repeticiones.

2.1. Objetivos

2.1.1. Objetivo general

Evaluar tres sustratos como alternativa para aumentar la germinación y producción reduciendo costos de cultivo.

2.1.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos planteados para el desarrollo de la presente investigación fueron:

- Evaluar el tiempo y porcentaje de germinación y desarrollo de plántulas en los tres tratamientos.

- Evaluar las variables: Altura de la planta, diámetro del tallo y producción en los diferentes tratamientos.
- Evaluar la producción del fruto en los diferentes tratamientos.

3. HIPÓTESIS

Todos los tratamientos mostrarán medias similares en germinación y producción.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Origen y distribución

Es probable que se haya originado en América del Sur, en Perú y se haya prolongado por el nuevo mundo cuando los exploradores españoles descubrieron su gran versatilidad en la elaboración de diferentes productos, más tarde los mercaderes difundieron el cultivo del cacahuate en Asia y África. Por otra parte, en México ya era conocido por los nativos desde antes de la fundación de Tenochtitlán. El cacahuate se cultiva en climas tropicales y subtropicales de Asia, Australia, África y América, donde destacan por su producción (Sánchez, 1992:26).

4.2. Taxonomía

Reino	Plantae
Subreino	Embriophyta

División	Anthophyta
Subdivisión	Angiospermae
Clase	Dicotyledoneas
Orden	Rosales
Suborden	Rosineas
Familia	Leguminosae
Subfamilia	Papilionoideae
Género	<i>Arachis</i>
Especie	<i>hipogaea</i> L.
Nombre científico	<i>Arachis hipogea</i> L.
(Cowan, 1983:27)	

4.3. Descripción botánica

La planta del cacahuate pertenece a la familia *Leguminosae*, autógama, anual y cuyo grano o almendra es oleaginoso.

4.3.1. Raíz

Sánchez (1992:27) menciona que la planta está constituida por una raíz principal que es pivotante, la cual puede alcanzar hasta 1.30 metros de

profundidad, de la que a su vez se originan numerosas raíces secundarias y terciarias que forman una densa red radical; en algunas ocasiones puede producir raíces adventicias, las cuales se originan del hipocotilo de las ramificaciones que llegan al suelo y ocasionalmente del ginóforo.

El cacahuete es rico en proteínas, fibras, carbohidratos, vitaminas, sales minerales y ácidos grasos no saturados, de esta forma garantiza un buen aporte de energía y proteínas a sus consumidores.

4.3.2. Hojas

Las hojas son compuestas con dos pares de folíolos, aunque hay variedades que tienen cinco folíolos, su tamaño va de 4 a 8 cm y son de forma ovalada con márgenes lisos. Estos folíolos están insertados en un peciolo de más o menos 10 cm de largo canaliculado y ocasionalmente cubierto por una capa cerosa pubescente, en la base de estos se insertan dos hojuelas o estipulas angostas alargadas y puntiagudas (Barrera *et al.*, 2002:31).

4.3.3. Inflorescencia

Las inflorescencias del cacahuate se presentan como unas espigas de tres a cinco flores. Nacen en las ramillas vegetales, en la axila de una flor completa o rudimentaria, y ostentan en cada uno de sus nudos una hoja rudimentaria (catafila) en cuya axila se desarrolla una rama floral muy corta que, a su vez, lleva una hoja rudimentaria y a menudo bífida. En la axila de esta última se encuentra la yema floral. Las ramas florales describen en el eje de la inflorescencia un modo filotáxico de 2/5. Por lo tanto, la inflorescencia se presenta como una ramilla vegetativa, generalmente de dimensiones muy reducidas. El punto de crecimiento del eje de la inflorescencia puede tomar en ciertos casos, vegetativo, y cabe la posibilidad de que formen nuevas inflorescencias en la axila de las nuevas hojas producida (Gillier y Silvestre, 1970 citado por Sarmiento, 2013).

4.3.4. Flores

Cornejo y García (1973 citado por Sarmiento, 2013) mencionan que las flores son amarillas, papilionáceas, hermafroditas, de corola

amariposada, axilares, con brácteas en su inserción, son sentadas, aunque posteriormente, por alargamiento del cáliz parecen pedunculadas.

Gillier y Silvestre (1970 citado por Sarmiento, 2013) describen que el cáliz está compuesto por cinco sépalos soldados por sus bases en un tubo calicinal pubescente, confundido a veces con un pedúnculo floral. En su parte superior, cuatro sépalos permanecen soldados, casi hasta su extremo, para formar un labio superior detrás del estandarte. El quinto, estrecho, forma un espolón debajo de la quilla.

Las flores son más abundantes en los nudos más bajos, y aunque continúen produciéndose a mayor altura, las últimas no llegan a formar el órgano acicular dotado de geotropismo positivo o, formándolo, no llega este a penetrar en el suelo, requisito indispensable para que se desarrollen los frutos. El cacahuate puede producir también flores subterráneas, fértiles, situadas en la base de los tallos inferiores que dan lugar a frutos (Cornejo y García 1973 citado por Sarmiento, 2013).

Los estambres son diez, soldados en una columna estaminal, en la mitad o los dos tercios de la longitud. Dos de ellos están reducidos al estado de filamento, y los ocho restantes son, alternamente, largos o cortos. Los cuatro largos ostentan unas anteras oblongas, tres de las cuales son biloculadas y la cuarta, adherida a los filamentos estériles, es uniloculada. Los cuatro estambres cortos tienen unas anteras redondas y uniloculadas. El pistilo comprende un carpelo simple, sentado y de 0.5 a 1.5 mm de longitud, coronado por un estilo muy largo y terminado por encima de las anteras, por un estigma en forma de maza (Gillier y Silvestre 1970 citado por Sarmiento, 2013).

4.3.5. Frutos

Cornejo y García (1973 citado por Sarmiento, 2013) mencionan que el fruto es una legumbre más o menos alargada, indehiscente, conteniendo generalmente de dos a cuatro granos o semillas, más raramente una, por quedar otra abortada o rudimentariamente constituida, y excepcionalmente hasta cinco. Las vainas o cáscaras se encuentran exteriormente reticuladas y con estrechamente o estrangulaciones entre los espacios ocupados por las semillas. Éstas se encuentran recubiertas

por una película blanco amarillenta o rojiza y son comestibles, destinándose también, debido a la elevada riqueza en materia grasa de los cotiledones, a la extracción de aceite. Los granos están formados por un tegumento seminal delgado y apergaminado, por un embrión formado por dos cotiledones y por un eje erecto

4.3.6. Semillas

El tamaño de la semilla es variable pudiendo llegar a los 2 cm de longitud por 1 cm de ancho, el color de su cutícula puede ser blanco, rosa, rojo e incluso negro. La composición química promedio de la almendra se muestra en el Cuadro 1 (Barrera *et al.*, 2002: 8-9).

4.3.7. Tallo

El tallo puede ser erecto o rastrero, dependiendo de la variedad; la altura oscila de 15 a 70 cm y las hojas pueden ser ligeramente pubescente. El tallo y las ramas son herbáceos de color verde claro hasta verde oscuro, dependiendo de la variedad; son de sección angulosa en su juventud y se

toman cilíndricas al envejecer, la médula central desaparece con el tiempo, y los tallos de cierta edad son huecos (Barrera *et al.*, 2002:32).

Cuadro 1. Composición química promedio de semilla de cacahuate.

Composición	Porcentaje (%)
Humedad	5.0
Proteínas	28.5
Lípidos	46.3
Fibra cruda	2.8
Extracto libre de N	13.3
Cenizas	2.9
Azúcares reducidos	0.2
Azúcares disacáridos	4.5
Almidón	4.0

Fuente: Barrera *et al.*, 2002

4.3.8. Raíz

La raíz principal que es pivotante, la cual puede alcanzar hasta 1.30 metros de profundidad, de la que a su vez se originan numerosas raíces secundarias y terciarias que forman una densa red radical; en algunas ocasiones puede producir raíces adventicias, las cuales se originan del

hipocotilo de las ramificaciones que llegan al suelo y ocasionalmente del ginoforo (Barrera *et al.*, 2002:32).

4.4. Requerimientos edafoclimáticos

4.4.1. Suelos

El cacahuete crece en una amplia variedad de suelos, incluso los extremadamente arcillosos, de preferencia planos o ligeramente ondulados; los mejores son los que tiene un buen drenaje, como los arenosos, areno-arcillosos y francos, en los cuales se facilita la cosecha y se evita la pérdida de frutos que se queden en el suelo. Los mayores rendimientos del cultivo se obtienen en suelos con un nivel de fertilidad de medio a alto, aunque en los suelos marginados por precipitación pluvial escasa, pendiente, profundidad y fertilidad, esta planta produce cosechas rentables, en relación a otros cultivos como maíz y sorgo (Durán, 2002:26).

La profundidad del suelo para el adecuado desarrollo de las raíces y de los frutos debe ser de 20 a 50 cm y de 50 a 90 cm de subsuelo bien drenado.

El suelo debe estar provisto de compuestos químicos de calcio y de una moderada cantidad de materia orgánica para su desarrollo. El cacahuete es susceptible a salinidad, pero debido a sus requerimientos de calcio, los suelos con pH menores de 6.0 no son adecuados para esta especie, debido a que son perjudiciales para el establecimiento de las bacterias que fijan nitrógeno en las raíces. En este caso es necesario encalar el suelo, para incrementar su contenido de calcio, ya que este elemento es muy importante para la fructificación de esta especie, el pH óptimo oscila entre 7 y 7.5 (Martínez y Barrera, 1987:32)

4.4.2. Latitud y altitud

En general el cacahuete se cultiva entre la franja comprendida entre los 45° de latitud norte y 30° de latitud sur. En altitudes desde casi al nivel del mar hasta los 1,200 m. de altura, su rango de temperatura varía entre los 20° y 40° C siendo a óptima entre 25° y 30° C. (Barrera *et al.*, 2002:14).

4.4.3. Luz solar

La adecuada intensidad de la luz contribuye al incremento del fenómeno de la fotosíntesis y nutrición por la planta, lo que se refleja en una mayor producción de fotosintatos; la planta de cacahuete requiere 10 a 13 hrs. de luz diarias, aspecto que incide en el aumento del contenido de aceite en la almendra, por esta razón debe evitarse el crecimiento de otras plantas, ya sean de malezas o de otras especies vegetales que produzcan sombras al cultivo. La planta de cacahuete por lo general, es insensible al fotoperiodo (Barrera *et al.*, 2002:14).

4.4.4. Precipitación

El cultivo de cacahuete en condiciones óptimas expresa un buen desarrollo cuando las lluvias ocurren a intervalos frecuentes las cuales tienen efectos benéficos en su desarrollo vegetativo, por lo general esta especie solo requiere de una precipitación de entre 400 y 600 mm de lluvia bien distribuida durante su ciclo vegetativo de vida. Por otra parte, si las lluvias ocurren en la etapa final del cultivo, el exceso de agua puede causar pudriciones del tallo, frutos y raíz. Durante la etapa de

floración (30 a 40 días) se requiere una humedad moderada y de la floración a la maduración inicial (desarrollo de ginoforos) que ocurren en los 40 y 60 días, se requiere mayor humedad, y durante la etapa final de maduración que comprende de 20 a 30 días, la planta necesita muy poca humedad, lo que coincide con la terminación de la temporada de lluvias en el mes de octubre y después de esto solo ocurre lluvias muy esporádicas que ayudan a mantener suficiente humedad del suelo para poder llevar a cabo la cosecha (Barrera *et al.*, 2002:4).

4.4.5. Temperatura

El tiempo de crecimiento y ciclo vegetativo está determinado más de todo por la temperatura ambiental. El óptimo para la germinación es de 30-40° C (máx. 45° C, min 15° C). El poder germinativo, el crecimiento y desarrollo se deduce considerablemente con temperaturas debajo de 20° C y se detiene por completo con 14° C. Para el crecimiento vegetativo el óptimo es de 25° C-30° C. Temperaturas encima de 34° C son nocivas para la inducción floral. El óptimo de temperatura influye en la tasa fotosintética neta, la inducción floral y el desarrollo de las vainas y por lo tanto es determinante para mejores rendimientos fuera de las zonas

cálidas tropicales. Las temperaturas nocturnas no deben ser inferiores a 10° C durante la maduración del fruto. Heladas son siempre mortales para la planta (Martinez, 1985: 35).

4.4.6. Clima

El cacahuete prospera en climas cálidos, debido a que es una planta predominantemente tropical o subtropical, para su desarrollo adecuado requiere fundamentalmente de temperaturas altas, aunque también se adapta a las zonas alejadas del ecuador (Martinez, 1990: 44).

4.5. Fenología

4.5.1. Etapa vegetativa

El cacahuete de temporal se inicia con la emergencia de las plántulas después de la siembra, el cultivo se establece en el mes de junio, la etapa de desarrollo o crecimiento foliar ocurre en el mes de julio y para finales de este y principios de agosto, se inicia la etapa de floración la cual llega

al 50% a mediados del mismo mes y al 100% a principios de septiembre, que coincide con el enterrado de los ginóforos o clavos, la formación y desarrollo del fruto dentro de la tierra. En octubre se presenta la etapa de maduración del grano y cuando esta fase termina se realiza la cosecha, estas etapas fenológicas ocurren en un periodo de 120 a 130 días después de la siembra, según la variedad de la que se trate (Gillier y Silvestre, 1970 citado por Sarmiento, 2013).

4.5.2. Etapa reproductiva

Gillier y Silvestre, (1970 citado por Sarmiento, 2013) Mencionan que la etapa de reproducción de las plantas se inicia en la fase de floración, la cual ocurre entre los 30 y 40 días después de la siembra dependiendo de las variedades. Normalmente durante el mes de septiembre, los clavos o ginóforos se empieza a enterrar y enseguida se desarrollan hasta llegar a su madurez, la cual se presenta entre los 90 y 110 días después de la siembra, fechas que coinciden con la segunda quincena de octubre, época en la que la mayoría de los productos realizan un muestreo sobre las condiciones del fruto y si éstas son aceptables, inmediatamente realizan la cosecha de sus parcelas.

En las variedades de hábito de crecimiento erecto, la producción de frutos se concentra en un diámetro de aproximadamente 20 cm. alrededor del tallo. Los ginóforos que emergen en las partes más altas de las ramas tienden a tener mayor desarrollo que se manifiesta por un alargamiento que equivale a geotropismo positivo.

La variedad con plantas de hábito de crecimiento rastrero, se caracterizan porque produce flores y frutos en cada uno de los entrenudos, y por esta razón, el hábito de crecimiento de sus clavos o ginóforos no tiene ninguna dificultad para enterrarse y desarrollarse en el interior del suelo.

4.6. Reproducción de cacahuate

4.6.1. Sexual

Pedelini (2014) menciona que existen dos tipos de reproducción sexual en el cultivar de cacahuate, que son:

4.6.1.1. Por polinización. La polinización consiste en el transporte de los granos de polen desde los estambres hasta el gineceo. Generalmente, la polinización se produce entre flores que pertenecen a plantas separadas.

Puede ocurrir de dos maneras:

- ✓ Polinización por los insectos que llevan el polen de unas flores a otras.

- ✓ Polinización por el viento que arrastra los granos de polen de unas flores a otras.

4.6.1.2. La semilla y el fruto. Después de la polinización se producen cambios importantes en el gineceo de la flor: los óvulos se transforman en las semillas y el resto del gineceo en el fruto. El fruto contiene las semillas en su interior y las protege. La semilla tiene en su interior un embrión y las sustancias nutritivas para facilitar su crecimiento. Si la semilla llega a un lugar con la humedad y la temperatura adecuada, germina y da origen a una nueva planta.

4.7. Plagas y enfermedades

4.7.1. Plagas

El cultivo de cacahuete es atacado por diversos insectos plaga, tales como: gallina ciega, gusano de alambre, hormigas, termitas, gusano soldado, gusano falso medidor, gusano peludo y chicharritas, las cuales se alimentan de la semilla recién sembrada, de la raíz, del tallo, del follaje y del fruto. Las plagas deben controlarse mediante métodos químicos, biológicos o integrado, para que las áreas productoras de cacahuete sean económicamente rentables y ecológicamente sustentables; sin embargo, la resistencia de la planta al daño de estos insectos es sorprendente, y solo algunos pueden considerarse como importantes (Quiñones y Rodríguez, 2003:19).

Quiñones y Rodríguez (2003) describen las plagas que afectan el cultivo de cacahuete, con el fin de que puedan identificarse y realizar las medidas para su control.

4.7.1.1. Gallina ciega (*Phyllophaga spp.*). Las larvas o gusanos miden de 5 a 7cm de largo; son de color blanco o cremoso la cabeza es de color café rojizo, de cuerpo encorvado y con tendencia a enrollarse, se alimentan de las raíces de las plantas de cacahuate, ocasionando reducción en su desarrollo.

4.7.1.2. Gusano de alambre (*Agrotis sp.*). Las larvas o gusanos miden de 12 a 38 mm de largo; presentan coloraciones diferentes que varían del amarillo al rojizo. Las larvas se alimentan de las semillas y raíces de las plantas de cacahuate.

4.7.1.3. Hormiga arriera (*Atta spp.*). Estos insectos constituyen un gran problema, ya que se alimentan de la semilla inmediatamente después de sembrada, y reducen la población de plantas; además pueden presentarse durante todo el periodo de crecimiento del cacahuate, cortan las plántulas al nivel del suelo

4.7.1.4. Termitas o comejenes (*Microtermes spp.*, *Macrotermes spp.* y *Odontotermes spp.*). Existe diferentes especies de estos insectos, los

cuales miden de 8 a 10 mm. de longitud y forman galerías o túneles en la tierra de 0.5 a 1 cm de diámetro. Esta plaga destruye las raíces y tallos, y como consecuencia la planta adquiere una coloración amarillenta, se marchita, pierde las hojas y muere.

4.7.1.5. Gusano soldado (*Spodoptera sp.*), gusano falso medidor (*Pseudaletia includens*) y gusano peludo (*Anticarsia sp.*). Las poblaciones más altas de estos gusanos consumidores de hojas y tallos tiernos, se presentan en el periodo de intensa floración a madurez del fruto.

4.7.1.6. Chicharrita (*Empoasca kraemeri*). El adulto es pequeño, de aproximadamente 3 mm de longitud, de color verde con manchas blancas en la cabeza. Las poblaciones de chicharritas aumentan considerablemente en condiciones de alta temperatura y sequía, y pueden causar fuertes pérdidas de cosecha

4.7.2. Enfermedades

Barrera (1998) ha identificado las enfermedades que atacan al cultivo de cacahuate, y disminuyen la producción entre un 23% y 47% por hectárea. Las enfermedades de mayor importancia se describen a continuación.

4.7.2.1. Agotamiento o pudriciones de raíz (*Rhizoctonia solani*, *Macrophomina phaseolina*). La causan un complejo de hongos del suelo; los síntomas son amarillento y secamiento de las hojas, con pudrición de la raíz.

4.7.2.2. Mancha foliar temprana o “peca temprana” (*Cercospora arachidicola*). Esta enfermedad aparece entre los 30 y 35 días después de la siembra y se presenta en la superficie de las hojas como pequeños círculos amarillos y de color café rojizo y oscuro en la parte central.

4.7.2.3. Mancha foliar tardía o “peca tardía” (*Cercospora personnata*). Esta enfermedad aparece entre los 20 y 30 días después de la mancha temprana. Su apariencia es similar a la mancha temprana, pero sin círculo amarillento, y además en la mancha tardía, las lesiones son un poco más grande y causa mayores daños que la anterior.

4.7.2.4. Roya o chahuixtle (*Puccinia arachidis*). Generalmente aparece al final del ciclo del cultivo, incide en la aceleración de la maduración y causa defoliación, lo que no repercute en la producción. Esta enfermedad se presenta en forma de pústulas en el envés de las hojas, las pústulas contienen una masa polvorienta de color anaranjado en la parte interior de las hojas, que son las teliosporas del patógeno.

4.7.2.5. Amarillamiento apical de la hoja. Las hojas se tornan amarillas en las puntas y presentan manchas de color café en la parte central, que aparentan quemaduras. Esta enfermedad se puede presentar en cualquier etapa del cultivo y es ocasionada por el hongo *Fusarium sp.*

4.8. Contenido nutricional

Olivares (1994) describe que los cacahuates proporcionan muchos e importantes nutrimentos minerales como: hierro, calcio, fósforo, magnesio, selenio y zinc, además de la vitamina E, B6, tiamina, riboflavina y niacina.(Cuadro 2). No contiene colesterol y proporciona un 25% de proteína y 40% de grasas. Son altamente nutritivos y en consecuencia tienen una parte de importancia en la dieta de millones de gentes que no pueden adquirir proteínas y grasas animales.

Cuadro 2. Valor nutricional por cada 100g de cacahuate.

Nutriente	Gramos
Carbohidratos	21 g
Azúcares	0 g
Fibra alimentaria	9 g
Grasas	48 g
Proteínas	25 g
Agua	4.26
Tiamina (vit. B ₁)	0.6 mg (46%)
Niacina (vit. B ₃)	12.9 mg (86%)
Ácido pantoténico (vit.B ₅)	1.8 mg (36%)
Vitamina B ₆	0.3 mg (23%)
Vitamina C	0 mg (0%)
Calcio	62 mg (6%)
Hierro	2 mg (16%)

Fuente: Olivares, 1994:31.

4.9. Manejo de cultivo

4.9.1. Preparación de las semillas

Las semillas deben ser descortezadas pocos antes de la siembra, puesto que su conservación en ésta sin cubierta es más delicada. Después del descortezado, los granos deben someterse a un tratamiento, de mezclas de insecticidas y fungicidas, que los protegerá durante el almacenado y en el transcurso de la germinación (Amaya, 2006:10).

4.9.2. Preparación del terreno

En suelos de textura pesada se recomienda realizar un barbecho y una cruz a la profundidad de 30 cm. En suelo de textura ligera, es necesario efectuar solo un barbecho procurando dejar el suelo totalmente suelto para facilitar la siembra y la germinación de las semillas. Con el barbecho es muy importante que se eliminen y al mismo tiempo se incorporen al suelo los residuos del cultivo anterior. Dependiendo de la textura y de la superficie del terreno se decidirá por utilizar tractor o yunta para estas labores (Amaya, 2006:10).

4.9.3. Época de siembra

Para cultivos de temporal se sugiere esperar a que se presenten las primeras lluvias del verano que generalmente ocurren de 1° al 15 de junio. Para cultivos bajo condiciones de riego se recomienda sembrar durante el periodo comprendido entre el 15 de febrero y el 15 de marzo, es necesario comentar que, si las siembras se adelantan, se corre el riesgo de que las plantas resientan los efectos de las bajas temperaturas las cuales retrasan tanto la germinación de la semilla (que puede tardar de 10 a 14 días para llegar al 100% según la variedad), como el desarrollo vegetativo de las plantas. Las siembras tardías, por lo general suelen coincidir con la temporada de lluvias, lo cual dificulta las labores de cosecha (Martínez, 1985:41).

4.9.4. Densidad de siembra

La densidad de semilla de cacahuate para siembra, tanto para condiciones de riego como de temporal, en los casos de variedades de grano pequeños, es de 50 kg de semillas/ha, mientras que para las

variedades de grano mediano y grande deben sembrarse de 50 a 60 kg de semillas/ha. Es importante que la semilla para siembra sea nueva y sana, que no tenga lesiones causadas por el descascarado con el fin de lograr un buen porcentaje de germinación y consecuentemente una aceptable población de plantas por ha, para así poder obtener aceptables rendimientos. Con estas densidades de semilla se obtienen de 60,000 a 75,000 plantas por ha, con 65,000 plantas por ha se pueden lograr resultados aceptables de cacahuete (Martínez, 1985:42).

4.9.5. Modalidad de siembra

4.9.5.1. Profundidad. No debe rebasar los 5 cm, la profundidad óptima es de 3 cm con la condición de que el terreno disponga de la humedad necesaria (Martínez, 1985:42).

4.9.5.2. Diseño de siembra. La siembra puede hacerse llana o sobre caballón, pero se prefiere que tenga lugar en hilera para facilitar el mantenimiento de los cultivos.

En el caso de variedades tardías, se emplearán las separaciones siguientes: 0.60 m entre las hileras por 0.15 m sobre la hilera. Para las

variedades tempranas se recomienda usar 0.40 m entre las hileras y 0.15 m sobre la hilera (Martínez, 1985:42).

4.9.5.3. Requerimientos nutricionales. La planta del cacahuate absorbe los elementos minerales a partir de las soluciones del suelo y a través de sus raíces y sus ginóforos; estos últimos desempeñan un papel particular en lo que se refiere a la absorción del calcio. También puede absorber ciertos elementos a través de las hojas (Amaya, 2006:11).

4.9.5.4. Riegos. No obstante que la planta de cacahuate es considerada como tolerante a la sequía, es necesario mantener una humedad óptima en el suelo, sobre todo en las etapas fenológicas de las plantas como la floración, desarrollo del ginóforo o “clavo” y formación y llenado del fruto: Por lo tanto, si se cuenta con agua, ésta deberá aprovecharse para abastecer de humedad al cultivo a través de uno o dos riegos.

El primero de estos riegos se realizará durante la siembra, y de 15 a 20 días después se efectuará otro riego. El tercero antes del inicio de la

floración y el cuarto, durante el desarrollo de ginóforo, así el quinto y último riego se dará en el llenado y formación del fruto.

En algunos casos suele suceder que, aunque se ha dado el primer riego, éste no ha sido suficiente para la germinación total de la semilla, entonces se dará otro riego ligero llamado “pasarriego”, el cual permite acumular más humedad en el suelo para que la semilla llegue al 100% de germinación, generalmente este riego de auxilio se realizará a los ocho días después de la siembra, según se observe la compactación del suelo la cual dificulta su germinación (Martínez, 1985:43).

4.9.6. Labores de cultivo

Las labores de cultivo tienen como objetivo controlar las malezas y aflojar el suelo para mejorar la aeración y facilitar la penetración de los ginóforos o “clavos”.

Debido a que el desarrollo de las plantas es lento en los primeros 10 días, las malezas presentes compiten con el cultivo con ventaja en cuanto al mayor aprovechamiento de los nutrimentos, agua y luz por esto es necesario realizar un paso de arado llamado “sobernal” para eliminar la maleza presente, así como levantar las plantas de cacahuete al lomo del surco, en aquellos casos en que la semilla ha sido sembrada en el fondo del mismo. Esto suele presentarse cuando se ha realizado una mala preparación del terreno.

La primera escarda se llevará a cabo entre los primeros 15 o 20 días después de la emergencia de las plantas, la segunda labor llamada “beneficio” se efectuará a los 20 días después de la primera escarda.

Son muy importantes las prácticas de cultivo a través de las escardas o beneficios, ya que éstos le dan aireación al suelo y además facilita la penetración de los ginóforos “clavos” a la tierra. A medida que las plantas crecen los espacios entre hileras se reducen, disminuyendo la infestación de la maleza no obstante es preferible realizar deshierbes manuales en este periodo para evitar desenterrar los “clavos”, ya que si esto sucede los frutos expuestos al sol se tornan de color verde lo que se traduce en que tanto el fruto como la almendra no logre su completo desarrollo (Martínez, 1988:21)

4.9.7. Fertilización

El cacahuete es uno de los cultivos que puede abastecer parcialmente sus propias necesidades de nitrógeno, por lo cual, se considera poco sensible a la fertilización (en particular en lo que concierne al rendimiento de frutos por unidad de superficie). Sin embargo, cada región productora tiene diferentes grados de deficiencia de nitrógeno y otros nutrimentos en el suelo, por lo que el productor debe atender las recomendaciones particulares de cada localidad (Joaquín *et al.*, 2002:27)

4.9.7.1. Biofertilización. Mediante el aprovechamiento de la capacidad que posee el cacahuete como planta leguminosa, de establecer la simbiosis entre sus raíces y las bacterias del género *Rhizobium* para autofertilizarse con el nitrógeno atmosférico del aire, es importantes emplear productos biológicos con base a estos microorganismos benéficos que contienen los biofertilizantes comerciales, para economizar el uso de fertilizantes químicos costosos y contaminantes del manto freático de los suelos.

4.9.7.2. *Rhizobium*: El cultivo de cacahuete requiere nitrógeno para su desarrollo, el cual puede fijar del aire mediante la bacteria *Rhizobium*, que se inocula en la semilla antes de la siembra, en dosis de 0.3 a 0.5 kg/ha, para formar nódulos en las raíces de la planta, dentro de los cuales el nitrógeno del aire se convierte en compuestos nitrogenados que la planta asimila y aprovecha eficientemente. Debido a esta cualidad del cacahuete, los fertilizantes nitrogenados minerales pueden sustituirse parcial o totalmente.

4.9.7.3. Fertilización química: Aunque la planta de cacahuete se considera impredecible en cuanto a su respuesta a la aplicación de fertilizantes químicos, en el estado de Veracruz se recomienda la dosis de fertilización 40-40-00 kilogramos por hectárea de nitrógeno, fósforo y potasio, respectivamente.

4.9.7.4. Cosecha. Cuando las hojas del tercio inferior empiecen a caerse, se realizará un muestreo de frutos en diferentes sitios del lote; este muestreo debe coincidir con el final del ciclo del cultivo, el cual ocurre a los cuatro meses aproximadamente y servirá para tener una idea de cuándo arrancar las plantas si la cáscara presenta un color café

y la cutícula que envuelve a la almendra ha adquirido un color rosa, entonces se procede a realizar la cosecha.

Es importante arrancar las plantas en su punto óptimo de cosecha, ya que si se hace antes de tiempo esto se traduce en una reducción de los rendimientos debidos a que puede haber frutos inmaduros (Martínez, 1985:45).

4.9.7.5. Secado. Es necesario exponer las plantas al sol por cuatro o cinco días, volteadas con las raíces hacia arriba, hasta que las vainas se sequen, pero cuidado que el tiempo de secado no se prolongue demasiado, porque puede producirse una deshidratación excesiva, y como consecuencia, un mal sabor del grano y pérdida de calidad. (Martínez, 1985:45).

4.10. Usos del cacahuete

4.10.1. Comestibles

Se usa en la elaboración de ricos platillos como la sopa de maní, papas a la huacaina, ensaladas y bebidas como el atole. También se utiliza para la preparación de ricos postres como pastel, pan, dulces, galletas entre otros. El follaje y la cáscara son utilizados como forraje para el ganado en forma de heno y pasta (Pérez, 1995: 47).

4.10.2. Medicinal

El cacahuete contiene muchos nutrimentos minerales, no contienen colesterol y proporciona un 25% de proteína, lo que es un económico sustituto de la carne. Si se consume regularmente, el cacahuete puede proteger contra enfermedades del corazón, la hipertensión, los depósitos de plaquetas de colesterol en las arterias y la formación de coágulos, ofrece protección contra cáncer de colon, próstata y mama (Joaquín, 2005:22).

4.10.3. Comercial

La importancia del cacahuete como materia prima y como subproducto ha crecido de manera integral. Las semillas se demandan para consumo humano directo, ya sea tostado, como fruto seco (con o sin cáscara), frito (salado o enchilado) y garapiñado. Consumido en diferentes formas como golosinas (dulces de palanquetas, chocolates rellenos de cacahuates, etc.) y botanas (cacahuates enchilados) entre otros (Olivares, 1994:38).

4.10.4. Industrial

En la industria se emplea para confeccionar aceite, harina, crema de cacahuete, mayonesa, mantequilla, tintes, lápices labiales, jabonería fina, entre otros. También se fabrican con estos adhesivos, pinturas, lubricantes especiales y se han incluido en la realización de productos farmacéuticos. El cacahuete también se utiliza como relleno insustituible de piñatas, como ingrediente principal de confitería manual o industrializada, en la elaboración de dulces y productos de diferentes presentaciones, también se emplea en la industria cosmética, farmacéutica y culinaria (Olivares, 1994:38).

4.11. Sustratos

Sustrato es un término que se aplica en horticultura, es todo material sólido distinto del suelo natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico que, colocado en un contenedor en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta (Abad y Noguera, 1998:287).

4.11.1. Propiedades físicas, químicas y biológicas de los sustratos

4.11.1.1. Densidad aparente. Corresponde al peso seco del sustrato por unidad de volumen, incluyendo todos los espacios ocupados por aire y materiales orgánicos (Abad, 1993:63). Esta característica se utiliza para estimar la capacidad total de almacenaje del sustrato y su grado de compactación.

4.11.1.2. Porosidad. La porosidad de un sustrato consiste en el volumen total que no está siendo ocupado por partículas sólidas, minerales u orgánicas (Bures, 1997:220).

Los regímenes de agua y aire dentro de un sustrato dependen del espacio poroso del medio, sin embargo, no es suficiente que el sustrato posea una elevada porosidad total, sino que ésta se encuentre compartida entre macroporos, que se hallan ocupados por el aire y microporos que alojan agua en su interior (Ansorena,1994:217).

4.11.1.3. Aireación. Según Calderón (2005:4), el tipo de material utilizado como sustrato, el tamaño y continuidad de sus poros, la temperatura, profundidad, humedad y actividad microbológica, son aspectos que deben ser considerados para comprender la dinámica de los gases dentro de un medio de cultivo, donde idealmente el intercambio gaseoso debe ser rápido. Además, la utilización de contenedores de volumen reducido, produce cambios en la aireación y retención de agua, afectando el desarrollo de las plantas.

4.11.1.4. Retención de agua. La cantidad total de agua retenida por un sustrato en un contenedor depende de la proporción de microporos y del volumen del contenedor, sin embargo, aunque la retención de agua sea elevada, puede ser adsorbida por las partículas del sustrato, por lo que no se encontrará disponible, esto dependerá del tamaño de los poros más pequeños y de la concentración de sales en la solución acuosa. Un sustrato adecuado corresponde a aquel que tiene un 20 ó 30 % de agua fácilmente disponible (Ansorena, 1994:217). Una baja retención de agua en un sustrato puede producirse por una baja porosidad total, alta proporción de macroporos o microporos, elevada concentración de sales en solución acuosa o una combinación de las situaciones anteriores (Abad, 1993:71).

4.11.1.5. Granulometría. La granulometría del sustrato debe ser mediana a gruesa, con tamaños de 0,25 a 2,6 mm, que produzcan poros de 30 a 300 μm para la producción de plántulas en vivero, permitiendo una buena aireación y retención de agua. También es importante que el tamaño de las partículas sea estable en el tiempo (Aguilar, 2002:46).

4.11.1.6. Relación carbono nitrógeno. Esta relación indica la fracción de carbono orgánico frente a la de nitrógeno. Prácticamente la

totalidad del nitrógeno orgánico presente en un sustrato es biodegradable y por tanto disponible. Con el carbono orgánico ocurre lo contrario ya que una gran parte se encuentra en compuestos no biodegradables que impiden su disponibilidad. El rango óptimo en los sustratos orgánicos es de 30 kg de N por 1 kg de C. Los excesos de cualquiera de los dos componentes conllevan a una situación de carencia. Si el sustrato es rico en carbono y pobre en nitrógeno, la fermentación será lenta, las temperaturas no serán altas y el carbono se perderá en forma de dióxido de carbono. Para el caso contrario, en altas concentraciones relativas de nitrógeno, éste se transformará en amoníaco, impidiendo la correcta actividad biológica (Ambientum, 2017).

4.11.1.7. pH. Corresponde a la medida de concentración de la acidez en la solución del sustrato y tiene la capacidad de controlar la disponibilidad de todos los nutrientes (Pastor, 2000:231). El pH del sustrato depende de la especie que se esté cultivando, la mayoría de las especies crecen bien en pH ligeramente ácido entre 6,2 a 6,8. Con valores inferiores a 5 pueden aparecer deficiencias de N, K, Ca, Mg y B. Con valores superiores a 6, se producen problemas en la disponibilidad de Fe, P, Zn, Mn y Cu (Abad, 1993:71).

4.11.1.8. Capacidad de intercambio catiónico (CIC). Es la capacidad que tiene el sustrato de retener e intercambiar cationes a un determinado pH. La fuerza de la carga positiva varía dependiendo del catión, permitiendo que uno reemplace a otro en una partícula de suelo cargada negativamente. Sustratos con alta capacidad de intercambio podrán almacenar mayores cantidades de N, P, K, elementos necesarios para el óptimo desarrollo de las plántulas. También existe menor riesgo de exceso de estos elementos, ya que el complejo de cambio puede absorber la abundancia de estos (Abad, 1993:71).

4.11.2. Composta

La composta es un producto obtenido a partir de diferentes materiales de origen orgánico (estiércol, fracción orgánica de residuos sólidos residuos agropecuarios y otros), los cuales son sometidos a un proceso biológico controlado de oxidación denominado compostaje (Cuadro 3) y es empleado como abono de fondo y como sustituto parcial o total de fertilizantes químicos (Romero, 1999:10).

Cuadro 3. Características fisicoquímicas de la composta.

	Rango	
Nitrógeno	0.76	1.68%
Fósforo	1.33%	2.06%
Potasio	0.26%	1.48%
Azufre	0.384%	0.8%
Magnesio	0.11%	0.41%
Humedad	25-35%	25-35%
pH	6.91	7.24
C.E.	1.77ds7m	2.02ds7m

Fuente:(Black, 1982: 40).

5. MATERIALES Y MÉTODO

El presente proyecto denominado “Evaluación de tres sustratos en germinación y manejo agronómico de cacahuete en la Cuenca del Papaloapan se realizó durante el periodo comprendido del mes de julio a diciembre de 2018 en la localidad de San Bartolo, Tuxtepec, Oaxaca, localizada entre los paralelos 17°48’ y 18°19’ de latitud norte; los meridianos 95°51’ y 96°19’ de longitud oeste (Figura 1), en las áreas productivas y experimentales pertenecientes al Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan, ubicado en Avenida Tecnológico, N° 21.

El Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan se localiza en la población de San Bartolo del municipio de San Juan Bautista Tuxtepec, Oaxaca en las coordenadas 18°05'26.5"N 96°06'00.5"W (Figura 2).

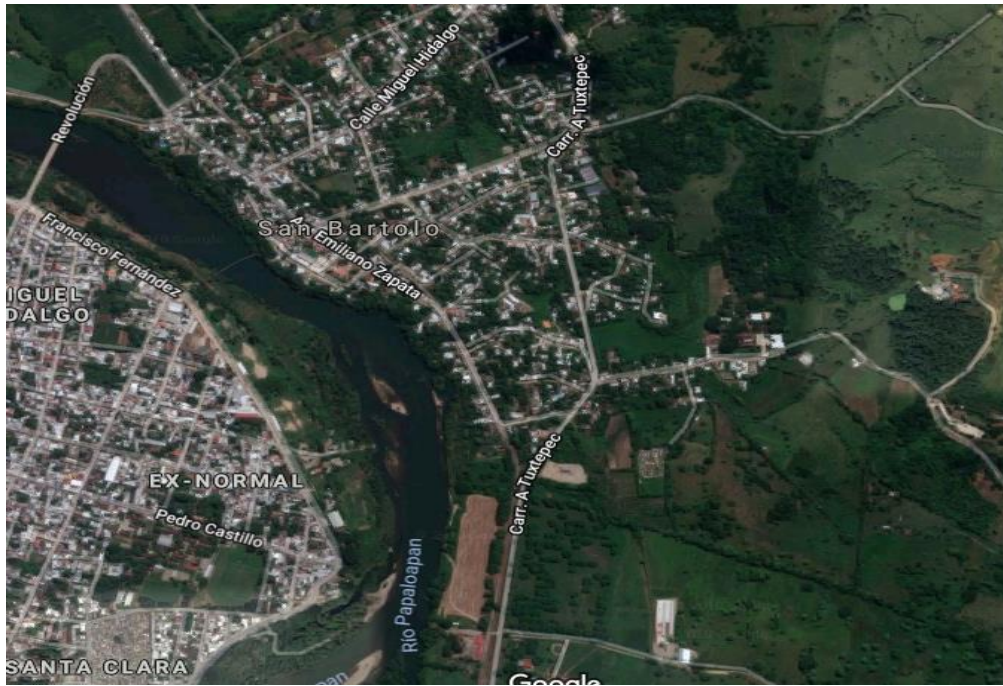


Figura 1. Macro localización.



Figura 2. Micro localización.

5.1. Materiales

- Machete.
- Lima.
- Cinta métrica.
- Vernier.
- Rafia.
- Cubetas.
- Cloro.
- Charolas copperblock.
- Fibra de coco.
- Sustrato esterilizado.
- Sustrato del IALM.
- Semillas de cacahuate.
- Cabahoyo.
- Azadón.
- Tarpala.
- Pala recta.
- Pico.
- Rastrillo.
- Estacas.
- Hule de polietileno para cama de siembra.
- Abono triple 17.
- Báscula.
- Trampas amarillas.
- Regadera.

5.2. Métodos

5.2.1. Obtención de la semilla

La semilla de cacahuate (*Arachis hypogaea* L.) utilizada para la siembra se consiguió de dos lugares diferentes siendo una de la comunidad de San Antonio Abad, Oaxaca (a) y la otra de la comunidad de San Andrés Tuxtla, Veracruz (t). Un mes previo a la siembra se descascaró manualmente. Posteriormente se hizo una selección de semilla destinada

para la siembra, cumpliendo con la siguiente característica semilla grande, con cutícula completa, entera y de buena calidad (Figura 3).

5.2.2. Diseño experimental

5.2.2.1. Fase germinación. El diseño que se utilizó para la fase de germinación fue bloques estratificados con cinco repeticiones en cada uno, puesto que se estudiaron los dos factores: 1. Procedencia de la semilla y, 2. Tipo de sustrato: Composta de cachaza (CC), fibra de coco (FC) y sustrato suelo-lombricomposta 50/50 (SL) (Figura 4).

5.2.2.2. Etapa vegetativa. Para la siembra en campo se utilizó un diseño de bloques completamente al azar siendo dos bloques con 5 repeticiones. Dicho experimento se llevó a cabo en una parcela de 20 metros de largo por 7 metros de ancho, se establecieron 10 camas de 0.8 m de ancho con 6 metros de largo (Figura 5).



Figura 3. Selección de semillas.

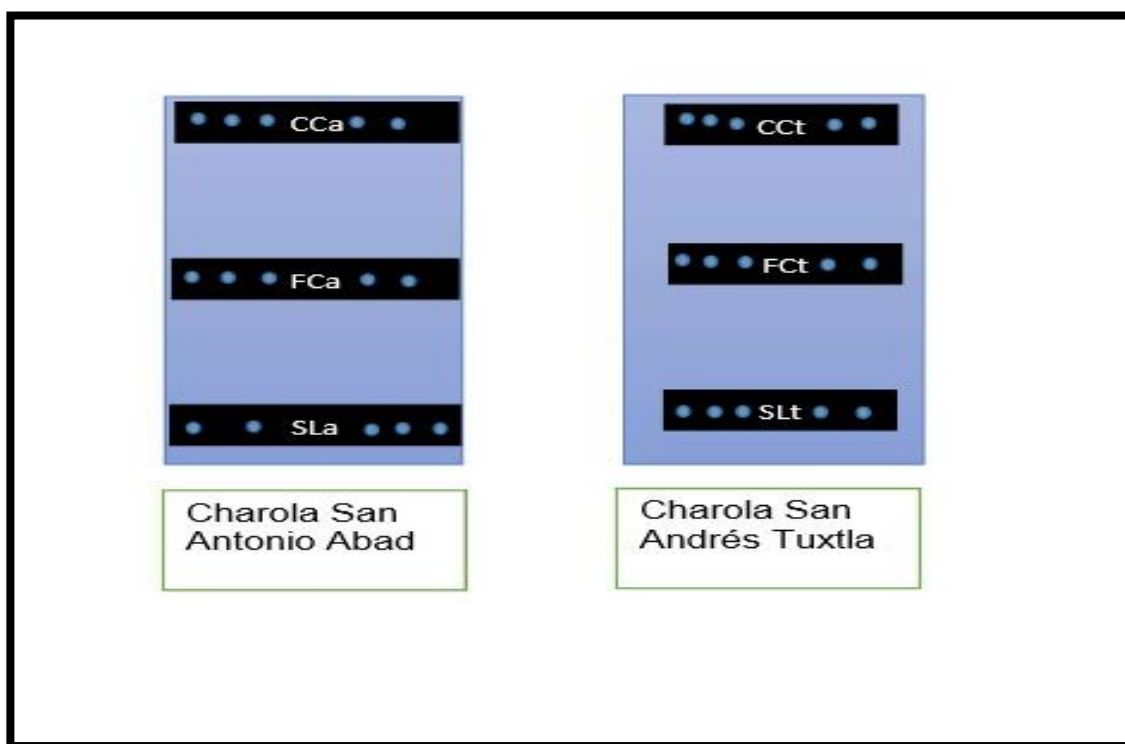


Figura 4. Diseño germinación en charolas.

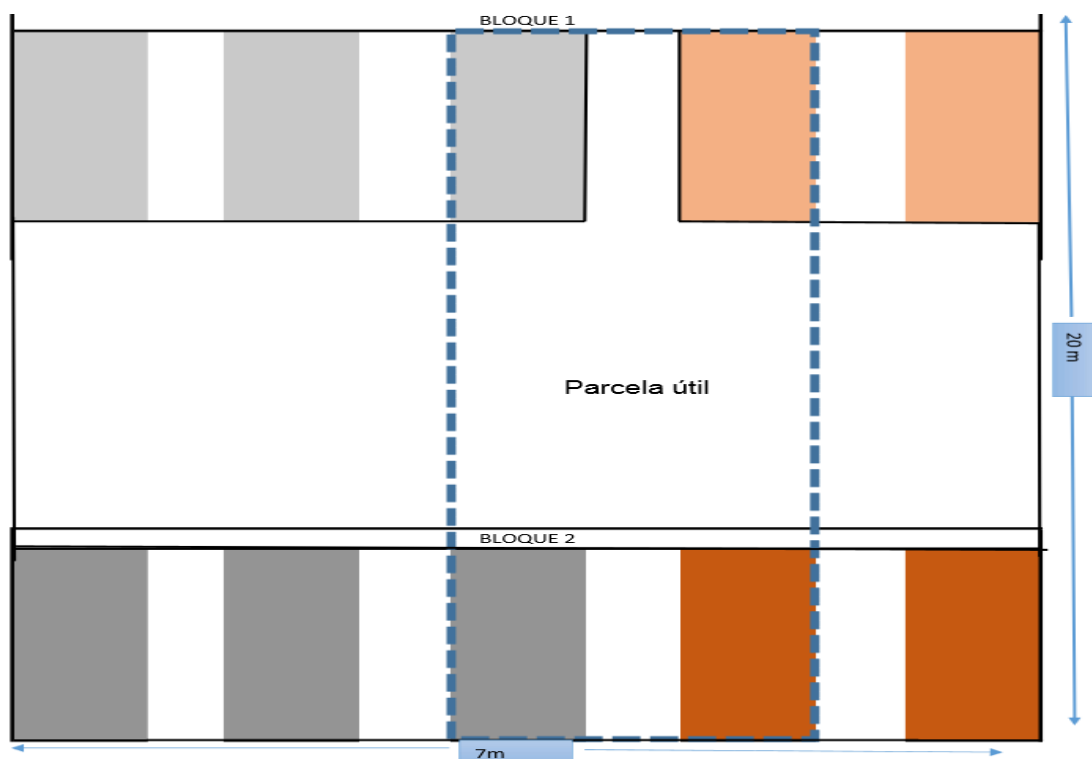


Figura 5. Diseño en campo.

5.2.3. Desinfección de charolas

Se desinfectaron las charolas con una solución de hipoclorito de sodio al 5% (1L/20L agua) durante 24 horas, según lo estipulado por Pérez *et al.* (2017) realizando el lavado de la misma en tres ocasiones con su respectivo enjuague y luego se dejó secar.

5.2.4. Sustratos

Se utilizaron tres sustratos diferentes: FC, CC y SL (Figura 6); las cuales tienen diferente origen descrito a continuación



Figura 6. Sustratos utilizados. fibra de coco (FC), composta de cachaza (CC) y sustrato suelo lombricomposta 50/50 (SL).

5.2.4.1. Fibra de coco. El sustrato de fibra de coco se origina del desfibramiento industrial del mesocarpo de las cáscaras de coco, obteniéndose un sustrato de estructura granular homogénea, alta

porosidad total. Además, según Jasmin *et al.* (2003:173) y Di Benedetto *et al.* (2000:69), posee elevada capacidad de aireación y retención de agua, baja densidad aparente, pH entre 5 y 6 y estructura física altamente estable. Su apariencia es similar a la turba.

5.2.4.2. Sustrato suelo lombricomposta. Elaborada en el Instituto, la lombricomposta fue proporcionada por el área de agricultura orgánica y el suelo utilizado fue colectado en el área del vivero y desinfectado mediante la aplicación de ANIBAC®, según indicaciones de la etiqueta.

5.2.4.3. Composta de cachaza. Donada por el Ingenio Adolfo López Mateos, S. A. de C. V. perteneciente al Grupo PIASA, esta composta es un abono orgánico que se obtiene de la descomposición controlada de desechos de origen vegetal, principalmente de los residuos de ingenio azucarero, cachaza, cenizas y barredura, que por ser de total naturaleza orgánica no perjudica al medio ambiente ni a las personas, cumpliendo los requisitos para poder ser utilizado en casa o en cualquier actividad agrícola, por ejemplo: Fruticultura, Floricultura, Jardinería, entre otros.

5.2.5. Llenado de charolas

Teniendo los sustratos, se prosiguió a llenar las cavidades que se fueran a utilizar dejando una profundidad de 3 cm para sembrar las semillas (Figura 7).



Figura 7. Llenado de charolas.

5.2.6. Siembra en Charola

De ambas variedades se utilizaron cinco semillas para cada sustrato (15 en cada charola) esto para determinar el porcentaje de nacencia y observar la rapidez de la misma. La siembra se realizó colocando una semilla de cacahuete por orificio, a una profundidad de 5 mm; dicha actividad se realizó el día 30 de julio de 2018 (Figura8).



Figura 8. Siembra en charola.

5.2.7. Riego

El riego se hizo manualmente con una regadera, se consideraron las condiciones de humedad visible en el sustrato (Figura 9).



Figura 9. Riego manual.

5.2.8. Registro de la germinación y variables

A los cuatro y cinco días después de la siembra (dds) se registraron las plántulas germinadas en cada uno de los sustratos, posteriormente, las evaluaciones fueron a los 7, 14 y 21 dds (Figura 10).

5.2.8.1. Medición de altura. La altura de la planta se midió con ayuda de una regla graduada de 30 cm, marca Baco®; la medición fue realizada desde la base del tallo hasta el ápice caulinar. Esto se hizo cada 7 días

5.2.8.2. Medición grosor del tallo. El grosor del tallo se midió con un vernier marca Scala®; realizándose en el entrenudo principal primario de la planta. Al igual que la medición de la altura se hizo cada 7 días (Figura 11).



Figura 10. Germinación de semillas.



Figura 11. Medición del diámetro del tallo de plántulas.

5.2.9. Almacigo para parcela demostrativa

Posterior al experimento de germinación se decidió, con base en los resultados obtenidos, la siembra de la semilla y utilización del sustrato con mejor porcentaje de germinación. Para el almacigo se sembraron 120 plantas en una charola copperblock de 200 cavidades; esta actividad se realizó el día 6 de agosto de 2018.

5.2.10. Prueba de campo

Sé realizó la limpieza manualmente con ayuda de un machete y gancho en el área que se trabajó siendo esta misma una superficie de 16 x 9 m en total de 144 m² (Figura 12). Se midió y marcó donde sería cada cama quedando 80 cm de ancho con 6 m de largo, mientras que la distancia entre cama y cama fue de 50 cm (Figura 13). Teniendo esto se aflojó el suelo, con ayuda de un pico, pala recta y azadón; esto con el fin de facilitar el trasplante y desarrollo radicular.



Figura 12. Limpieza del terreno.



Figura 13. Medición de camas.

5.2.11. Acolchado de camas y aplicación de sustrato

El acolchado fue aplicado a tres camas en cada bloque, siendo dos bloques utilizados: el primero fue el testigo (suelo del área agrícola) y, el segundo aplicando el sustrato que presento mayor tasa de germinación (Figura 14).

5.2.12. Trasplante

A los 21 dds, las plantas se llevaron a campo para poder proseguir con el trasplante donde se realizó una siembra a tres bolillos con 30 cm de distancia teniendo un total de 10 plántulas por cama.

5.2.13. Toma de datos

Los datos considerados en el área de campo fueron altura de la planta y grosor del tallo. Las medidas se efectuaron a las dos semanas de haber realizado el trasplante; se midieron la totalidad de las plantas.



Figura 14. Acolchado de camas

5.2.14. Colocación de trampas amarillas

Sé colocaron las trampas amarillas a los 24 días de haber realizado el trasplante, éstas fueron donadas por el Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Oaxaca.

5.2.15. Abertura de camas acolchadas

Cuando los clavos o ginóforos empiezan a surgir las camas con acolchado necesitan abrirse para que éstos puedan enterrarse en el suelo.

5.2.16. Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual, en consideración con las recomendaciones de Villavicencio y Vázquez (2008), donde indica que la planta debe arrancarse manualmente y ser volteada, es decir, el follaje puesto sobre el suelo, dejándola expuesta al sol durante 3 a 5 días, esto se realizó a los 130 dds (Figura 15).



Figura 15. Cosecha.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Obtención de plántulas

Con base en el análisis experimental de la germinación de semillas para la obtención de plántulas, se obtuvieron resultados favorables en el sustrato Composta de cachaza (CC) con la semilla originaria de San Andrés Tuxtla, Veracruz (t) para este proceso. Para la determinación de la germinación se utilizó, como método de análisis, la prueba Diferencia Media Significativa (DMS), con un nivel de significancia del 0.05%, calculado en InfoStat versión 2016 (Cuadro 4).

Cuadro 4. Porcentaje de germinación de semillas.

Tratamiento	Porcentaje de germinación (%)
CCt	100
CCa	45
SLt	80
SLa	30
FCt	0
FCa	0

Fuente: Pérez *et al.*, 2018.

Los Cuadros 5 y 6 muestran las medias obtenidas a los 7, 14 y 21 dds. para la altura de las plántulas y el grosor de tallo demostrando que la mezcla de CC con suelo en la semilla de San Andrés Tuxtla, Veracruz arrojó mejores resultados.

Cuadro 5. Media de altura de plántulas de cacahuete.

Tratamiento	Media	Clasificación
FCa	0.0	a
FCt	0.0	a
SLa	3.62	b
CCa	3.74	b
SLt	5.30	b c
CCt	7.48	c

Nota: Medias con letras iguales en cada columna, son estadísticamente iguales ($p>0.05$).

Fuente: Pérez *et al.*, 2018.

Cuadro 6. Media del diámetro del tallo de plántulas de cacahuete.

Tratamiento	Media	Clasificación
FCa	0.0	a
FCt	0.0	a
SLa	0.20	b
CCa	0.20	b
SLt	0.34	b c
CCt	0.43	c

Nota: Medias con letras iguales en cada columna, son estadísticamente iguales ($p>0.05$).

Fuente: Pérez *et al.*, 2018.

6.2. Resultados en campo

Se utilizó, como método de análisis la prueba Diferencia Media Significativa (DMS), con un nivel de significancia del 0.05%, calculado en InfoStat versión 2016.

Con base en el análisis experimental con cuatro tratamientos, donde se tomaron en cuenta la medición de altura de la planta y el diametro del tallo se obtuvieron los resultados presentados a continuacion. La altura (Cuadro 7) donde el Tratamiento 3 es diferente, respecto a los otros tratamientos; mientras que en el diametro del tallo no hay diferencia entre los mismos (Cuadro 8).

Cuadro 7. Media de altura de plántulas de cacahuate.

Tratamiento	Media	Clasificación
T4	16.93	a
T2	17.34	a
T1	17.63	a
T3	21.99	b

Nota: Medias con letras iguales en cada columna, son estadísticamente iguales ($p > 0.05$).

Cuadro 8. Media del diámetro del tallo.

Tratamiento	Media	Clasificación
T4	0.39	a
T2	0.41	a
T3	0.45	a
T1	0.48	a

Nota: Medias con letras iguales en cada columna, son estadísticamente iguales ($p > 0.05$).

Prosiguiendo con el análisis experimental con cuatro tratamientos, también se tomó en cuenta el peso de fruto (g) del cual se obtuvieron los siguientes resultados (Cuadro 9).

Cuadro 9. Media de peso del fruto.

Tratamiento	Media (Kg)	Clasificación
T1	2.150	a
T2	2.597	a
T3	2.719	a
T4	2.837	a

Nota: Medias con letras iguales en cada columna, son estadísticamente iguales ($p > 0.05$).

6.3. Discusión

De acuerdo con Barrera *et al.* (2002) quienes indican que las plantas de esta especie también se desarrollan en suelos arcillosos, éstos no se recomiendan debido a que dificultan la penetración de los ginóforos, reducen la calidad del fruto (se daña la cáscara) y el suelo se adhiere al fruto; se concuerda con ellos en que el trabajo de campo en este tipo de suelos es más laborioso, requiere más tiempo para el desprendimiento de la planta al suelo y la cantidad de fruta perdida es alta.

Joaquín *et al.* (2005) describen el método de siembra, así mismo, Barrera *et al.* (2002) proporcionan la densidad de plantas, en el presente trabajo se consideró el método y distancia de siembra propuesto por Joaquín *et al.* (2005), sin embargo, la misma distancia es presentada por Barrera *et al.* (2002) sin lograr llegar al número de plantas descrito, ya que en cada mata sólo se colocó una planta y no dos, como recomiendan los autores mencionados.

SIAP-SAGARPA (2010) menciona que el rendimiento promedio de cacahuete es de 1.66 ton/ha, el experimento desarrollado demostró que en cada tratamiento superó esta media, a pesar de las dificultades del terreno y cambios oscilatorios de temperatura y humedad; obteniendo promedios:de, para T1 de 4.4 ton/ha; T2 arrojó 5.4 ton/ha; T3 tuvo 5.6 ton/ha y, T4 obtuvo 5.9 ton/ha. Por lo que se recomienda la siembra de cacahuete en la Cuenca del Papaloapan.

7. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos, con base en el análisis estadístico DMS ($p>0.05$), se concluye que la Composta de cachaza dio mejores resultados en la germinación de plántulas con respecto a los otros dos sustratos utilizados en las semillas de cacahuete en la Cuenca del Papaloapan.

De igual manera, en base a los resultados obtenidos en el experimento en campo se concluye que el Tratamiento 3 el cual es sustrato con acolchado fue más favorable.

Mientras que en los resultados obtenidos en peso del fruto en base a la prueba DMS ($p>0.05$), se concluye que no hay una diferencia significativa, pues estadísticamente son iguales.

8. BIBLIOGRAFÍA

Abad, M; 1993. Sustratos para el cultivo sin suelo: inventario y características in: curso superior de especialización sobre cultivos sin suelo. PP. 63-71.

Abad, M; Noguera, P. 1998. Sustratos para el cultivo sin suelo y fertirrigación. En fertirrigación. Cultivos hortícolas y ornamentales. Coord. C. Caddahia. PP. 287.

Aguilar, R. 2002. Producción de sustrato para vivero. Proyecto regional de fortalecimiento de la vigilancia fitosanitaria en cultivos de exportación no tradicional. Costa Rica. p 46.

Amaya, J. 2006. Maní (*Arachis hypogaea* L.). Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente. Perú. p 10-11.

Ambientum. 2017 enciclopedia. INTERNET:
<http://www.ambientum.com/enciclopedia/residuo/1.66.26.21r.html>
(noviembre 13 2017).

Ansorena, J 1994. Propiedades físicas de los sustratos. Chile agrícola, 20(208): 217.

Barrera O., A. 1998. Control de enfermedades en cacahuate. División agrícola No. 1. 1ª edición. INIFAP. SAGARPA. México, D. F. p 209-210.

Barrera O., A. V. Díaz B. y L. Hernández A. 2002. Producción de cacahuete (*Arachis Hypogaea* L.). En el estado de Morelos. Folleto No. 20. Campo experimental Zacatepec. SAGARPA. INIFAP. México. p 4-14.

Black.C. A. (1982.). Methods of soil analysis. Part. 2, Agronomy 9. American Society of Agronomy. p 40.

Bures, S. 1997. Sustratos. Ediciones agrotecnicas S.L.madrid. p 220.

Calderón, A. 2005. Sustratos agrícolas. Proyecto fondef. Universidad de Chile Fac. CS. Agronómicas p 4.

Cowan C., P. 1983. Catalogo taxonómico de especies en México. Vol. 2. México. p 27.

Cubero J., L. y M. Moreno T. 1983. Leguminosas de granos. Editorial Mundi-Presa. Mexico. p 15.

Di Benedetto, a; Molinari, J; Boschi, C. 2000. Adaptación de cuatro Especies florales anuales a diferentes sustratos de crecimiento. Agro sur 28(2): 69.

Duran P., A. 2002. Ambientes óptimos y evaluación de variedades de experimentales de cacahuete. Congreso nacional de agrónomos. Chapingo. México. p 26.

INEGI. 2010. Cartas de división política y cartas de municipios. Instituto Nacional de Estadística y Geográfica. México. p 1-2.

Jazmín, J; Souza, N; Méndez, N; Días, G. 2003. Production of ornamental-plant-supporting sticks from coconut fiber. *Investigación Agropecuaria y Desarrollo Sustentable* 1(2): 173.

Joaquín T., I., C., Hernández, S.J.H., Sánchez, D.S., Barrera, O.A., Alvarado, M.S., Martínez, G.C., Muñoz, O.A., Santacruz, V.A. y Soriano, B.M. 2005. Guía para cultivar cacahuete de temporal, en la cuenca del alto balsas. Comité editorial del Campo Experimental Zacatepec del INIFAP en Morelos, México. p 22.

Joaquín T., I., C. y D., H. Noriega C. 2002. Guía para producir cacahuete de temporal en la región norte de Guerrero. Folleto para productores No 9. INIFAP. Campo experimental Iguala. Iguala, Guerrero. México. p 27

Martínez L., A. y A. Barrera. O. 1987. Informe Anual de Investigación en variedades de cacahuete (*Arachis hypogaea L.*) de temporal en Morelos. INIFAP CIFAP-MORELOS. México. p 32.

Martínez L., A. 1988. Evaluación de herbicidas para el control de malezas de cacahuete de temporal. SARH, INIFAP, CIFAP. Morelos. México. p 21.

Martínez L., A. 1985. Informe de sub proyectos de cacahuete de temporal en Morelos. SARH, INIA, CIAMEC. Campo Experimental Zacatepec. México. p 35-45.

Martínez L., A. 1990. Guía para cultivar cacahuete en el estado de Morelos. INIFAP. Folleto para productor No. 18. México. p 44.

Olivares S., E 1994. Importancia del Cacahuete en México. 2ª edición. Editorial limusa. México. p 31-38

Pastor, J. 2000. Utilización de sustrato en vivero. Universidad de Lleida, dpto. de ortofruticultura, botánica y jardinería Madrid, España pp.231.

Pedelini R, (2014). Maní guía práctica para su cultivo. INTA Manfredi, 3ra. Edición. México p 25.

Pérez M. 1995. Legumbres alimenticias en México. 1er Edición. México. p 47

Pérez L, E.; Muraira S. M.; Mora S. R. P.; Santiago L. M.; Cisneros A. J. G. (2018). VI Foro de producción animal en el trópico., II Foro de agricultura tropical. Libro de resúmenes. UNPA.

Quiñones P., F., J. y J. M. Rodríguez L. (2003). Insectos plagas asociados a la maleza en los cultivos de cebolla, cacahuete y chile jalapeño. Folleto para productores No. 10. SAGARPA. INIFAP. Campo experimental Delicias. Cd. Delicias, Chih., México. p 19- 20.

Robles S., R. 1982. Producción de cacahuete. Editorial Trillas. México, D. F. p 61.

Romero, J: C. 1999. Manual de reciclaje, compostaje y lombricompostaje. Instituto de ecología, AC. México. p 10.

Sánchez D., S. 1992. Taxonomía y distribución del cacahuate *Arachis hypogaea* L. Universidad Autónoma Chapingo. Edo. De México. México. p 26-27.

Sarmiento C., L., M. 2013. “Evaluación de un cultivar de maní (*Arachis hypogaea* L.). Tipo valencia, en el valle de casanga, provincia de Loja”. Universidad nacional de Loja. p 22-31.

SIAP-SAGARPA. 2010. Anuario estadístico productivo. Cacahuate. México.

Villavicencio, A.; Vásquez, W. 2008. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias In: Guía Técnica de Cultivos. Manual N°. 73, maní ficha 1. Quito- Ecuador.

9. APENDICES

Mediciones cama 1 acolchado sin sustrato (cm)					
		Primera Medición	Segunda Medición	Tercera Medición	Cuarta Medición
1	H	12	15.5	20.4	27
	D	0.5	0.6	0.6	0.6
2	H	13	14.5	21.5	28.4
	D	0.5	0.5	0.6	0.7
3	H	12	14	19	27.3
	D	0.4	0.4	0.5	0.5
4	H	11	13.5	18.2	23.8
	D	0.4	0.4	0.5	0.5
5	H	13	14	16.5	21
	D	0.3	0.3	0.4	0.4
6	H	6	8	9.5	15
	D	0.2	0.3	0.3	0.3
7	H	12	13	15.5	20.2
	D	0.2	0.3	0.3	0.4
8	H	10	12	18	26.9
	D	0.2	0.3	0.4	0.5
9	H	12	14	21.3	26.3
	D	0.4	0.5	0.5	0.5
10	H	10	12	22.2	30
	D	0.3	0.4	0.4	0.5

Apéndice 1. Medición de altura y diámetro del tallo de las plántulas en la Cama 1(T1).

Mediciones cama 2 acolchado sin sustrato (cm)					
		Primera Medición	Segunda Medición	Tercera Medición	Cuarta Medición
1	H	8	17	23.5	28.2
	D	0.3	0.5	0.6	0.6
2	H	10	13.5	18	27
	D	0.3	0.4	0.5	0.5
3	H	13	14	19	30
	D	0.3	0.5	0.6	0.6
4	H	11.5	13.5	18.5	28.1
	D	0.3	0.4	0.5	0.5
5	H	11	14.5	21.5	30.2
	D	0.2	0.3	0.5	0.5
6	H	12	13	16	29
	D	0.3	0.4	0.4	0.5
7	H	11	13.5	17.5	22
	D	0.2	0.3	0.5	0.5
8	H	12	14	18.3	25.6
	D	0.4	0.5	0.5	0.5
9	H	12	13.5	18.5	29.4
	D	0.3	0.5	0.6	0.6
10	H	13	16.3	21.5	30.5
	D	0.3	0.4	0.5	0.5

Apéndice 2. Medición de altura y diámetro del tallo las plántulas en la Cama 2(T1).

Mediciones cama 3 acolchado sin sustrato (cm)					
		Primera Medición	Segunda Medición	Tercera Medición	Cuarta Medición
1	H	7.5	9.5	15	24.2
	D	0.2	0.3	0.3	0.5
2	H	9.5	11.6	17.5	26.5
	D	0.3	0.4	0.5	0.5
3	H	12	14.1	16	28.4
	D	0.3	0.3	0.4	0.6
4	H	10	12.5	19	25.5
	D	0.3	0.3	0.4	0.5
5	H	12	16.5	20	27.5
	D	0.4	0.4	0.6	0.6
6	H	10	14.7	22	30.5
	D	0.3	0.5	0.6	0.6
7	H	12	14	17.5	29.5
	D	0.3	0.4	0.5	6
8	H	12	15	21.5	37.5
	D	0.3	0.5	0.6	0.6
9	H	12	16.5	21	30.2
	D	0.3	0.4	0.4	0.6
10	H	10	12.5	18	26.5
	D	0.3	0.3	0.7	0.7

Apéndice 3. Medición de altura y diámetro del tallo de las plántulas en la Cama 3 (T1).

Mediciones cama 4 sin acolchado sin sustrato (cm)					
		Primera Medición	Segunda Medición	Tercera Medición	Cuarta Medición
1	H	8	10	13.5	19.3
	D	0.2	0.3	0.3	0.5
2	H	9	10.5	18	26.8
	D	0.2	0.3	0.4	0.5
3	H	9	13.5	19	28.5
	D	0.2	0.4	0.5	0.5
4	H	0.8	13	18	29.4
	D	0.3	0.4	0.5	0.6
5	H	9	12	22.5	36.4
	D	0.3	0.3	0.5	0.6
6	H	11	15	0	0
	D	0.3	0.4	0	0
7	H	10	14.5	27.5	38.5
	D	0.3	0.4	0.5	0.6
8	H	11	13.5	21.5	31.2
	D	0.3	0.4	0.6	0.6
9	H	12	14	17.4	32.5
	D	0.3	0.5	0.5	0.5
10	H	11	12.5	19.5	27.5
	D	0.2	0.3	0.6	0.6

Apéndice 4. Medición de altura y diámetro del tallo de las plántulas en la Cama 4 (T2).

Mediciones cama 5 sin acolchado sin sustrato (cm)					
		Primera Medición	Segunda Medición	Tercera Medición	Cuarta Medición
1	H	10	14.5	25	31.5
	D	0.2	0.3	0.4	0.5
2	H	9	13.5	23.5	29.5
	D	0.3	0.4	0.5	0.6
3	H	10	13	22.5	27
	D	0.2	0.3	0.4	0.5
4	H	9	12	22	34
	D	0.4	0.4	0.6	0.6
5	H	9	9.5	15	28.4
	D	0.3	0.4	0.5	0.6
6	H	10	12.5	21.5	27.5
	D	0.2	0.4	0.5	0.5
7	H	10	14	24.5	31.4
	D	0.3	0.4	0.5	0.5
8	H	8	9.5	12.5	22.5
	D	0.2	0.3	0.4	0.5
9	H	8	12	22	29.3
	D	0.3	0.4	0.5	0.5
10	H	12	14.5	22	29.5
	D	0.2	0.5	0.6	0.6

Apéndice 5. Medición de altura y diámetro del tallo de las plántulas en la Cama 5 (T2).

Mediciones cama1 acolchado con sustrato (cm)					
		Primera Medición	Segunda Medición	Tercera Medición	Cuarta Medición
1	H	15	19.2	22	30
	D	0.4	0.5	0.5	0.5
2	H	12	16.5	25	34.4
	D	0.3	0.4	0.5	0.5
3	H	14	20	29	37.5
	D	0.3	0.4	0.5	0.6
4	H	13	15.5	27.5	36.5
	D	0.4	0.4	0.5	0.6
5	H	13	15.5	18	25
	D	0.3	0.5	0.5	0.5
6	H	13	17	26.5	38.3
	D	0.4	0.6	0.6	0.6
7	H	17	20	25.5	33.6
	D	0.2	0.4	0.5	0.6
8	H	12	15	20	27.5
	D	0.3	0.4	0.5	0.5
9	H	13	19	27.5	39.5
	D	0.3	0.4	0.4	0.5
10	H	10	14.5	24.3	32.5
	D	0.3	0.4	0.4	0.5

Apéndice 6. Medición de altura y diámetro del tallo de las plántulas en la Cama 1.

Mediciones cama 2 acolchado con sustrato (cm)					
		Primera Medición	Segunda Medición	Tercera Medición	Cuarta Medición
1	H	11	12.5	23	36.5
	D	0.3	0.4	0.6	0.6
2	H	13	15	21	35.3
	D	0.4	0.4	0.6	0.6
3	H	12	13	27	40.2
	D	0.4	0.4	0.5	0.7
4	H	12	15.5	25.5	37
	D	0.5	0.5	0.6	0.6
5	H	12	13.5	25	28.2
	D	0.4	0.4	0.5	0.5
6	H	12	17	24	35.5
	D	0.3	0.5	0.6	0.6
7	H	13	14	19	27.3
	D	0.3	0.4	0.6	0.6
8	H	12	17	25.5	31.2
	D	0.3	0.4	0.5	0.5
9	H	15	16.5	21	33.5
	D	0.3	0.4	0.5	0.6
10	H	13	21.5	29.4	43.5
	D	0.3	0.5	0.5	0.6

Apéndice 7. Medición de altura y diámetro del tallo de las plántulas en la Cama 2 (T3).

Mediciones cama 3 con acolchado con sustrato (cm)					
		Primera Medición	Segunda Medición	Tercera Medición	Cuarta Medición
1	H	13	17.3	21.1	32.4
	D	0.3	0.4	0.5	0.6
2	H	14	18.5	22.3	35.7
	D	0.3	0.4	0.5	0.6
3	H	13	16	20.5	30.5
	D	0.3	0.4	0.4	0.5
4	H	13	19	25.5	38.5
	D	0.3	0.4	0.4	0.5
5	H	14	15.5	23	36.5
	D	0.3	0.3	0.4	0.5
6	H	15	20.4	28.5	41.5
	D	0.4	0.5	0.6	0.6
7	H	17	20	27.6	39.2
	D	0.3	0.4	0.5	0.6
8	H	14	16	19.2	24.5
	D	0.3	0.3	0.3	0.5
9	H	12	16.5	20.8	29
	D	0.3	0.4	0.4	0.5
10	H	13	17	21.3	33.5
	D	0.3	0.3	0.4	0.5

Apéndice 8. Medición de altura y diámetro del tallo de las plántulas en la Cama 3 (T3).

Mediciones cama 4 sin acolchado con sustrato (cm)					
		Primera Medición	Segunda Medición	Tercera Medición	Cuarta Medición
1	H	12	14.5	21	32.5
	D	0.3	0.4	0.4	0.5
2	H	10	11	23.5	35.8
	D	0.4	0.4	0.5	0.6
3	H	11	13.5	18	27.4
	D	0.2	0.4	0.5	0.5
4	H	11	14	25	37.5
	D	0.3	0.5	0.5	0.6
5	H	9	12	20	31.5
	D	0.2	0.2	0.3	0.5
6	H	9	12.5	15	22.2
	D	0.2	0.4	0.4	0.5
7	H	11	10	19.5	25
	D	0.2	0.3	0.4	0.5
8	H	11	14	22.6	33.5
	D	0.2	0.4	0.5	0.6
9	H	9	12	20	24.5
	D	0.3	0.4	0.4	0.4
10	H	10	12	20.5	28
	D	0.3	0.4	0.5	0.5

Apéndice 9. Medición de altura y diámetro del tallo de las plántulas en la Cama 4 (T4).

Mediciones cama 5 sin acolchado con sustrato (cm)					
		Primera Medición	Segunda Medición	Tercera Medición	Cuarta Medición
1	H	13	16	22.5	31.5
	D	0.3	0.4	0.5	0.5
2	H	7	9.5	13.5	18
	D	0.2	0.2	0.3	0.4
3	H	12	13	16.5	20
	D	0.3	0.5	0.5	0.5
4	H	10	13	16	18.5
	D	0.3	0.3	0.4	0.5
5	H	12	13	16.5	22.5
	D	0.3	0.4	0.4	0.5
6	H	10	11	13.5	19.5
	D	0.2	0.4	0.4	0.4
7	H	12	12	15	22
	D	0.3	0.4	0.4	0.4
8	H	12	13	16.5	20
	D	0.2	0.4	0.5	0.6
9	H	8	11	18	26.5
	D	0.2	0.5	0.5	0.5
10	H	10	12.5	19	27
	D	0.3	0.3	0.4	0.5

Apéndice 10 Medición de altura y diámetro del tallo de las plántulas en la Cama 10 (T4).

Cama 1 con acolchado sin sustrato sin abono	
PLANTULA	PESO (g)
1	289.7
2	228.1
3	148.6
4	139.7
5	160.4
6	210.8
7	181.7
8	203.7
9	182.5
10	153.1

Apéndice 11. Peso del fruto cama 1 (T1).

Cama 2 con acolchado sin sustrato sin abono	
PLANTULA	PESO (g)
1	290.6
2	181.6
3	214
4	326.2
5	344.5
6	267.6
7	275.3
8	161.1
9	209.2
10	151.8

Apéndice 12. Peso del fruto cama 2 (T1).

Cama 3 con acolchado sin sustrato sin abono	
PLANTULA	PESO (g)
1	222
2	271.2
3	110.6
4	331.1
5	121.7
6	332.9
7	191.9
8	169.7
9	171.2
10	210.1

Apéndice 13. Peso del fruto cama 3 (T1).

Cama 4 sin acolchado sin sustrato sin abono	
PLANTULA	PESO (g)
1	565.1
2	235.9
3	457
4	297.1
5	280.5
6	128.9
7	192.3
8	288.9
9	160.7
10	221.3

Apéndice 14. Peso del fruto cama 4 (T2).

Cama 5 sin acolchado sin sustrato sin abono	
PLANTULA	PESO (g)
1	280.6
2	144.9
3	178.2
4	338.2
5	272.5
6	248.8
7	234.1
8	212.3
9	243.2
10	213.7

Apéndice 15. Peso del fruto cama 5 (T2).

Cama 1 con acolchado con sustrato con abono	
PLANTULA	PESO (g)
1	78
2	209.9
3	215.4
4	98.6
5	450.8
6	118.5
7	276.7
8	134.6
9	258.7
10	134.1

Apéndice 16. Peso del fruto cama 1 (T3).

Cama 2 Con acolchado con sustrato con abono	
PLANTULA	PESO (g)
1	137.1
2	263.4
3	285.5
4	118.9
5	112.2
6	308.3
7	280.4
8	178.5
9	404.5
10	449.7

Apéndice 17. Peso del fruto cama 2 (T3).

Cama 3 con acolchado con sustrato con abono	
PLANTULA	PESO (g)
1	180
2	286
3	301.1
4	224.2
5	510.5
6	531.9
7	282.2
8	429

Cama 4 sin acolchado con sustrato con abono	
PLANTULA	PESO (g)
1	197
2	392
3	195.5
4	301.5
5	350.3
6	334.5
7	322.6
8	271.7
9	382.9
10	500
9	469
10	432

Apéndice 18. Peso del fruto cama 3 (T3).

Apéndice 19. Peso del fruto cama 4 (T4).

Cama 5 sin acolchado con sustrato con abono	
PLANTULA	PESO (g)
1	126.7
2	165.8
3	334.4
4	231.2
5	221.8
6	305
7	87.3
8	184.1
9	287.1
10	484.3

Apéndice 20. Peso del fruto cama 5 (T4).