

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN AGRONOMÍA

**USO DE NEEM PARA EL CONTROL DE *Fusarium*, EN EL CULTIVO DE PEPINO, ALDEA LA  
GUITARRA, RETALHULEU.**  
PROYECTO DE GRADO

**JULIO RICARDO GONZALEZ RODAS**  
CARNET 970613-55

QUETZALTENANGO, SEPTIEMBRE DE 2020  
CAMPUS DE QUETZALTENANGO

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN AGRONOMÍA

**USO DE NEEM PARA EL CONTROL DE *Fusarium*, EN EL CULTIVO DE PEPINO, ALDEA LA GUITARRA, RETALHULEU.**

**PROYECTO DE GRADO**

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR  
**JULIO RICARDO GONZALEZ RODAS**

PREVIO A CONFERÍRSELE  
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

QUETZALTENANGO, SEPTIEMBRE DE 2020  
CAMPUS DE QUETZALTENANGO

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTÍNEZ SALAZAR, S. J.  
VICERRECTORA ACADÉMICA: MGTR. LESBIA CAROLINA ROCA RUANO  
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: LIC. JOSÉ ALEJANDRO ARÉVALO ALBUREZ  
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. LUIS CARLOS TORO HILTON, S. J.  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: MGTR. JOSÉ FEDERICO LINARES MARTÍNEZ  
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA

## **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

DECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ  
VICEDECANO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA  
SECRETARIO: MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN  
DIRECTORA DE CARRERA: MGTR. EDNA LUCÍA DE LOURDES ESPAÑA RODRÍGUEZ

## **NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

ING. LEONEL ABRAHAM ESTEBAN MONTERROSO

## **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

ING. OTONIEL GARCÍA CIFUENTES

## **AUTORIDADES DEL CAMPUS DE QUETZALTENANGO**

DIRECTOR DE CAMPUS: P. MYNOR RODOLFO PINTO SOLIS, S.J.

SUBDIRECTORA ACADÉMICA: MGTR. NIVIA DEL ROSARIO CALDERÓN

SUBDIRECTORA DE INTEGRACIÓN  
UNIVERSITARIA: MGTR. MAGALY MARIA SAENZ GUTIERREZ

SUBDIRECTOR ADMINISTRATIVO: MGTR. ALBERTO AXT RODRÍGUEZ

SUBDIRECTOR DE GESTIÓN  
GENERAL: MGTR. CÉSAR RICARDO BARRERA LÓPEZ


Quetzaltenango, 12 de octubre de 2019.

Honorable Consejo  
Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas  
Universidad Rafael Landívar  
Presente.

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he procedido a revisar el Informe Final del Proyecto de Grado II del estudiante Julio Ricardo González Rodas, que se identifica con carné 97061355, titulado: **USO DE NEEM PARA EL CONTROL DE FUSARIUM EN EL CULTIVO DE PEPINO, ALDEA LA GUITARRA, RETALHULEU**, el cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad para ser aprobado.

Atentamente,



---

**Ing. Leonel Abraham Esteban Monterroso**  
**Código URL 21557**



### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Proyecto de Grado del estudiante JULIO RICARDO GONZALEZ RODAS, Carnet 970613-55 en la carrera LICENCIATURA EN AGRONOMÍA, del Campus de Quetzaltenango, que consta en el Acta No. 06143-2020 de fecha 28 de agosto de 2020, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**USO DE NEEM PARA EL CONTROL DE *Fusarium*, EN EL CULTIVO DE PEPINO, ALDEA LA GUITARRA, RETALHULEU.**

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 3 días del mes de septiembre del año 2020.



**MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN, SECRETARIO  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
Universidad Rafael Landívar**

## AGRADECIMIENTO

A:

Dios por darme la vida y los medios para realizar mis sueños.

Mis padres Q.E.D por haberme enseñado rectitud en la vida.

Mi esposa e hijos por la paciencia en los tiempos de lucha.

Los ingenieros de la Universidad Landívar por las enseñanzas.

El Ing. Agr. Gezér Pérez por asesorarme con sus conocimientos.

Toda mi familia González Rodas por darme ánimo.

## DEDICATORIA

A:

Dios: Todo poderoso que provee conforme a sus riquezas en gloria y da la sabiduría en abundancia.

Mis padres: Q.E. D Everardo González y Olga Rodas que están en los brazos del señor, por ser las persona que formaron mi vida con tanto amor.

Mi Esposa: Norma Martínez por apoyarme en todo momento, por su apoyo incondicional y darme fortaleza en medio de las luchas y pruebas.

Mis hijos Adonay, Natán y Norman que siempre han confiado en mi y son la inspiración de este logro.

Mi Amigo: El Ing. Agr. Gezér Pérez por su paciencia, profesionalidad, orientación y apoyo incondicional

Mis Familiares González Rodas en el país y en el extranjero que siempre me apoyaron y confiaron en mí.



# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1. Marco Teórico .....	2
1.1.1. Cultivo de Pepino .....	2
a. Origen del pepino .....	2
b. Clasificación taxonómica.....	2
c. Descripción botánica del cultivo .....	2
c.1. Sistema radicular.....	2
c.2. Tallo.....	2
c.3. Hoja .....	3
c.4. Flor.....	3
c.5. Fruto.....	3
e. Requerimientos de edáficos y climáticos del cultivo de pepino.....	4
e.1. Temperatura .....	4
e.2. Luminosidad .....	4
e.3. Precipitación .....	4
e.4. Luminosidad .....	4
e.5 Suelos .....	5
f. Preparación del terreno.....	5
g. Época de siembra.....	5
h. Siembra .....	5
i. Sistema de siembra .....	5
j. Etapas fenológicas del pepino .....	6
k. Plagas y enfermedades.....	6
k.1. Plagas .....	6
k.2. Enfermedades .....	7
l. Control de malezas .....	8
m. Fertilización .....	8
1.1.2. <i>Fusarium oxysporum f. sp cucumerinum</i> .....	8
a. Descripción biológica.....	8
b. Taxonomía.....	8

c. Caracterización.....	9
d. Síntomas.....	9
e. Medidas de control .....	9
e.1. Control químico.....	10
e.2. Control biológico.....	10
1.1.3. Neem ( <i>Azadiracha indica</i> ).....	11
a. Características generales .....	11
b. Descripción botánica del árbol de neem .....	11
b.1. Tronco .....	11
b.2. Tallo de hojas.....	11
b.3. Flores .....	11
b.4. Frutos .....	12
c. Taxonomía del árbol de neem.....	12
d. Características ambientales.....	12
e. Componentes químicos .....	12
f. Usos.....	13
f.1. Insecticida .....	13
f.2. Jabón.....	13
f.3. Fertilizante orgánico.....	13
f.4. Otros estudios.....	14
1.4. Antecedentes .....	14
1.5. Justificación.....	18
1.6. Objetivos .....	19
1.6.1. General.....	19
1.6.2. Específicos.....	20
<b>2. DESARROLLO DEL PROYECTO.....</b>	<b>21</b>
2.1. Descripción del proyecto.....	21
2.1.1. Contexto del proyecto.....	21
2.1.2. Tipo de proyecto.....	21
2.1.3. Tamaño del proyecto .....	22
2.1.4. Descripción de la localización del proyecto .....	23
2.1.5. Procedimientos .....	24
a. Material de estudio .....	24

<i>b. Descripción de los tratamientos</i> .....	24
2.2. Indicadores y medios de verificación.....	27
2.2.1. Indicadores de rendimiento.....	27
2.2.2. Indicadores de incidencia y severidad .....	27
2.2.3. Indicadores económicos.....	28
<i>a. Costos totales por hectárea</i> .....	28
2.3. Metodología de evaluación del proyecto.....	28
2.3.1. Indicadores de resultados.....	28
2.3.2. Indicadores de gestión .....	29
2.4. Presupuesto del proyecto.....	29
2.5. Cronograma de actividades .....	29
<b>3. DISCUSIÓN Y RESULTADOS</b> .....	30
3.1. Evaluación del proyecto .....	30
3.1.1. Aspectos técnicos .....	30
<i>b. Fruto por planta</i> .....	31
<i>c. Incidencia</i> .....	34
<i>d. Severidad</i> .....	35
3.1.2. Aspectos económicos .....	36
<i>a. Indicadores económicos</i> .....	36
3.2. Medios de verificación del proyecto .....	37
3.3. Análisis de impactos del proyecto.....	38
3.2.1. Económico.....	38
3.2.2. Social.....	38
3.2.3. Ambiental .....	39
<b>4. CONCLUSIONES</b> .....	40
<b>5. RECOMENDACIONES</b> .....	41
<b>6. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	42
<b>7. ANEXOS</b> .....	45

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Composición del pepino crudo por cada 100 gr. Aldea la Guitarra, Retalhuleu</i> .....	3
Tabla 2. <i>Temperatura requerida por desarrollo del cultivo de pepino</i> .....	4
Tabla 3. <i>Descripción fenológicas del cultivo de pepino, Aldea la Guitarra, Retalhuleu, 2019</i> .....	6
Tabla 4. <i>Principales plagas que atacan al cultivo de pepino (Cucumis sativus L.)</i> .....	7
Tabla 5. <i>Principales enfermedades que afectan el cultivo de pepino</i> .....	7
Tabla 6. <i>Clasificación taxonómica del hongo Fusarium oxysporum f. sp cucumerium</i> .....	9
Tabla 7. <i>Clasificación taxonómica del árbol de neem (Azadiracha indica)</i> .....	12
Tabla 8. <i>Peso en kg/ha por surco de cada tratamiento evaluado para el control del Fusarium oxysporum, en el cultivo de pepino, Aldea la Guitarra, Retalhuleu, 2019</i> .....	30
Tabla 9. <i>Análisis T de student del rendimiento en kg/ha, bajo el control de Fusarim oxysporum en el cultivo de pepino, aldea la Guitarra, Retalhuleu, 2019</i> .....	31
Tabla 10. <i>Promedio de número de frutos por planta de cada tratamiento evaluado para el control del Fusarium oxysporum, en el cultivo de pepino, Aldea la Guitarra, Retalhuleu 2019</i> .....	32
Tabla 11. <i>Análisis T de student del número de frutos por planta bajo el control de Fusarim oxysporum en el cultivo de pepino, aldea la Guitarra, Retalhuleu 2019</i> .....	33
Tabla 12. <i>Análisis de rentabilidad por hectárea del cultivo de pepino en el control del Fusarium oxysporum bajo el uso de benzimidazol y extracto etanólico de neem, Aldea la Guitarra, Retalhuleu 2019</i> .....	36
Tabla 13. <i>Análisis de Beneficio-Costo para los diferentes tratamientos del control del Fusarium oxysporum en el cultivo de pepino, Aldea la Guitarra, Retalhuleu 2019</i> .....	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Parcela bruta, proyecto de implementación de la tecnología del extracto etanólico de neem para el control del ( <i>Fusarium oxysporum cucumerinum</i> ) en el cultivo de pepino, aldea la Guitarra, Retalhuleu .....	22
<i>Figura 2.</i> Croquis de parcela neta del proyecto de extracto etanólico de neem para el control preventivo del <i>Fusarium oxysporum</i> , Aldea la Guitarra, Retalhuleu .....	23
<i>Figura 3.</i> Gráfica del comportamiento de los valores de cada uno de los tratamientos evaluados Testigo y Extracto etanólico de Neem.....	33
<i>Figura 4.</i> Gráfica de hojas enfermas por <i>Fusarium oxysporum</i> y hojas sanas bajo el control de extracto etanólico de neem en el cultivo de pepino, Aldea la Guitarra, Retalhuleu .....	34
<i>Figura 5.</i> Gráfica con el número de plantas con severidad según la escala propuesta por el CIAT..	35
<i>Figura 6.</i> Mapa del aldea la Guitarra lugar donde se realizará el proyecto de grado. ....	45

# **USO DE NEEM PARA PARA EL CONTROL DE *Fusarium*, EN EL CULTIVO DE PEPINO, ALDEA LA GUITARRA, RETALHULEU.**

## **RESUMEN**

El proyecto se realizó en Aldea la Guitarra, del municipio de Retalhuleu, departamento de Retalhuleu. El objetivo fue la Implementación de la tecnología de extracto etanólico de neem para el control de (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum*), en cultivo de pepino (*Cucumis sativus*); Aldea la Guitarra, Retalhuleu. Se utilizó el diseño de comparación de dos muestras (Muestras pareadas), en este caso se seleccionan individuos o cosas de dos en dos, es decir, por pares, de forma que a un miembro de cada par se le aplica un tratamiento y al otro miembro el segundo tratamiento. El efecto se determinó mediante la medición de las variables de respuesta: Indicadores de rendimiento (kg/ha y frutos por planta), Indicadores de incidencia y severidad e indicadores económicos, dichos resultados se sometieron a un análisis de media y análisis económico, derivado de los resultados se determinó que el extracto etanólico de neem si tiene control sobre el hongo (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum*), derivado de los resultados obtenidos se concluyendo que el producto químico (Carberdazim) y el producto orgánico (Extracto Etanólico de Neem), influyen en el en el control del hongo, lo cual establece que estadísticamente no existe diferencia entre tratamientos evaluados, pero si una pequeña diferencia entre medias de 2 kg a favor del Extracto Etanólico de Neem. Por tanto se recomienda para la el control de *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum* el uso de extracto etanólico de neem, debido a que los resultados han sido favorables en el control de la enfermedad y en la rentabilidad con 66.81%

# 1. INTRODUCCIÓN

En Guatemala, a pesar de no reconocerse su importancia, la agricultura familiar campesina produce el 70% de los alimentos que llegan a la mesa, ocupa al 38% de la Población Económicamente Activa (PEA) 1.9 millones de personas, 1,299,377 familias rurales dependen de la actividad agropecuaria, 890,000 hectáreas se utilizan en cultivos anuales (maíz, frijol, arroz) y aproximadamente 5 millones de personas se benefician directamente de esta actividad, contribuye con un 14% a la conformación del PIB nacional, representa la inversión más importante a nivel nacional, dinamiza el comercio local, regional e internacional, y al practicarse de forma sustentable favorece el medio ambiente (Caballeros, 2014).

El cultivo del pepino (*Cucumis sativus*) en el departamentos de Retalhuleu tiene un alto índice de consumo, debido a que forma parte de la dieta diaria (Sánchez, 2018), por lo cual un grupo de agricultores de Aldea la Guitarra se dedican a esta producción, ya que dicho cultivo ha representado una alternativa de ingreso para el agricultor a diferencia de cultivar el tradicional maíz.

Estos agricultores trabajan el cultivo de pepino de forma convencional, para ellos es complejo creer en la agricultura ecológica, respuesta que se ha obtenido por la falta de conocimiento de la implementación de la misma, debido a la dependencia que han adquirido al utilizar productos de origen químico para el manejo agronómico del cultivo de pepino y otros.

El objetivo de este proyecto de grado es la implementación de la tecnología del extracto etanólico de neem, como una alternativa viable para el control preventivo del hongo (*Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum*), ya que los controles preventivos con productos químicos han elevado el costo de producción del pepino y el hongo ha adoptado resistencia contra productos químicos, se propone que con el extracto etanólico se pueda controlar y evitar resistencia del hongo.

## 1.1.Marco Teórico

### 1.1.1. Cultivo de Pepino

*a. Origen del pepino.* Es originario de las regiones tropicales de ASIA (Sur de Asia), siendo cultivado en la India desde hace más de 3000 años. Dentro de las características generales es una planta anual, herbácea de crecimiento rastrero e indeterminado. El cultivo del pepino tiene un alto índice de consumo, en fresco como industrializado, representando una alternativa para el agricultor, tanto para mercado interno, como con fines de exportación, (SAG, 2005).

*b. Clasificación taxonómica.* la clasificación taxonómica del pepino es la siguiente.

Reino	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Cucurbitales
Familia:	Cucurbitaceae
Subfamilia:	Cucurbitoideae
Tribu:	Melothrieae
Subtribu:	Cucumerinae
Género:	<i>Cucumis</i>
Especie:	<i>Sativus</i>

(López, 2018)

*c. Descripción botánica del cultivo.* Plantas herbáceas anuales, rastreras o trepadoras, monoicas o con flores hermafroditas presentes, alógamas autocompatibles, (Laserna S, Laserna A. & Laserna J., 2018).

*c.1. Sistema radicular.* Es muy potente, dada la gran productividad de esta planta y consta de raíz principal, que se ramifica rápidamente para dar raíces secundarias superficiales muy finas, alargadas y de color blanco. El pepino posee la facultad de emitir raíces adventicias por encima del cuello, (SAG, 2005).

*c.2. Tallo.* Anguloso y espinoso, de porte rastrero y trepador. De cada nudo parte una hoja y un zarcillo. En la axila de cada hoja se emite un brote lateral y una o varias flores, (Laserna S, Laserna A. & Laserna J., 2018).



c.3. *Hoja*. De largo pecíolo, gran limbo acorazonado, con tres lóbulos más o menos pronunciados (el central más acentuado y generalmente finalizando en la punta), de color verde oscuro y recubierto de un vello muy fino (SAG, 2005).

c.4. *Flor*. De pedúnculo corto y pétalos amarillos. Las flores aparecen en las axilas de las hojas y pueden ser hermafroditas o unisexuales, aunque los primeros cultivares conocidos eran monoicos y solamente presentaban flores masculinas y femeninas y en la actualidad todas las variedades comerciales que se cultivan son plantas ginoicas, es decir, sólo poseen flores femeninas que se distinguen claramente de las masculinas porque son portadoras de un ovario (SAG, 2005).

c.5. *Fruto*. Pepónide áspero o liso, dependiendo de la variedad, que cambia desde un color verde claro, pasando por un verde oscuro hasta alcanzar un color amarillento cuando está totalmente maduro, aunque su recolección se realiza antes de su madurez fisiológica. La pulpa es acuosa, de color blanquecino, con semillas en su interior repartidas a lo largo del fruto. Dichas semillas se presentan en cantidad variable y son ovales, semiaplastadas y de color blanco-amarillento (SAG, 2005).

#### ***d. Composición bromatológica***

Tabla 1.

*Composición del pepino crudo por cada 100 gr. Aldea la Guitarra, Retalhuleu.*

<b>Factor nutricional</b>	<b>Contenido</b>
Agua	96 gr.
Energía	13 Kcal.
Grasa	0,13 Kcal.
Proteína	0,69 gr.
Hidratos de Carbono	2,7 gr.
Fibra	0,8 gr.
Potasio	144 mg
Fósforo	20 mg
Calcio	14 mg
Magnesio	11 mg
Hierro	2 mg
Vitamina C	5,3 mg
Vitamina B	60,042 mg
Vitamina A	215 IU
Vitamina E	0,079 mg
Niacina	0,221 mg

(Ramírez, 2014)

*e. Requerimientos edáficos y climáticos del cultivo de pepino.* El pepino, por ser una especie de origen tropical, exige temperaturas elevadas y humedad relativa alta, (Bionica, 2009).

El pepino se adapta a una gran variedad de localidades y se puede cultivar desde el nivel del mar hasta los 1,300 msnm. Se adapta a temperaturas entre los 18 a 25°C con un máximo de 32°C. Requiere entre 70 y 90 % de humedad relativa, (MAG, 2008).

*e.1. Temperatura.* Es un cultivo de clima templado, que al aire libre no soporta los fríos: cuando la planta está en el periodo de desarrollo, si ocurre una disminución fuerte de temperatura durante algunos días, puede dar lugar a que la planta florezca antes de tiempo (SAG, 2005).

El pepino se adapta a climas cálidos y templados y se cultiva desde las zonas costeras hasta los 1,200 metros sobre el nivel del mar. Sobre 40°C el crecimiento se detiene, con temperaturas inferiores a 14°C, de igual manera, y en caso de prolongarse esta temperatura, se caen las flores femeninas (SAG, 2005).

La planta muere cuando la temperatura desciende a menos de 1°C, comenzando con un marchitamiento general de muy difícil recuperación (SAG, 2005).

Tabla 2.

*Temperatura requerida por desarrollo del cultivo de pepino*

<b>Etapa de desarrollo</b>	<b>Día temperatura (°c)</b>	<b>Noche temperatura (°c)</b>
Germinación	27	27
Formación de planta	21	19
Desarrollo de fruto	19	16

(Camacho, 2011)

*e.2. Luminosidad.* El pepino es una planta que crece, florece y fructifica con normalidad incluso en días cortos (con menos de 12 horas de luz), aunque también soporta elevadas intensidades luminosas. A mayor cantidad de radiación solar, mayor es la producción (SAG, 2005).

*e.3. Precipitación.* La precipitación así como la humedad, deben ser relativamente bajas de manera que se reduzca la incidencia de enfermedades. La calidad de los frutos en áreas húmedas menos baja que la de zonas secas (SAG, 2005).

*e.4. Luminosidad.* Una alta intensidad de luz estimula la fecundación de las flores, mientras que una baja intensidad de luz, la reduce (SAG, 2005).

*e.5 Suelos.* El pepino se puede cultivar en una amplia gama de suelos fértiles y bien drenados; desde los arenosos hasta los franco-arcillosos, aunque los suelos francos que poseen abundante materia orgánica son los ideales para su desarrollo. Se debe contar con una profundidad efectiva mayor de 60 cm. que facilite la retención del agua y el crecimiento del sistema radicular para lograr un buen desarrollo y excelentes rendimientos. En cuanto a pH, el cultivo se adapta a un rango de 5.5-6.8, soportando incluso PH hasta de 7.5; Se deben evitar los suelos ácidos con pH menores de 5.5 (SAG, 2005).

*f. Preparación del terreno.* Se debe seleccionar un terreno de preferencia con topografía plana, con un grado de pendiente de 2% como máximo, que disponga de agua para riego si se desea una producción continua, (Bionica, 2009).

La preparación del suelo se debe iniciar con la mayor anticipación posible, para favorecer el control de malezas y permitir una adecuada incorporación y descomposición de los residuos vegetales que existen sobre el suelo. Se debe hacer de la mejor forma para contar con un suelo nivelado, firme y de textura uniforme previo a la siembra para un desarrollo óptimo del cultivo. Es recomendable levantar el camellón o la cama de siembra por lo menos 20-25 centímetros, para proporcionar un drenaje adecuado al cultivo, en especial en la época lluviosa (Bionica, 2009).

*g. Época de siembra.* El pepino puede cultivarse todo el año, tanto en época seca (si se cuenta con riego), como lluviosa, para mantener la oferta al mercado local; pero con fines de exportación la época va de noviembre a enero. Las siembras de la época lluviosa presentan menos problemas de virosis, pero pueden aumentar las enfermedades causadas por hongos, (SAG, 2005).

*h. Siembra.* El éxito del establecimiento del cultivo está determinado por la calidad de la semilla, condiciones del suelo y la propia labor de siembra. Al momento de la siembra, el suelo debe estar bien mullido, con suficiente humedad y lo suficientemente firme para que la semilla quede en estrecho contacto con la tierra húmeda. Puede hacerse en forma directa (semilla) o indirecta (pilón); En el país ésta última es la más practicada. Utilizándose un pilón por postura, (Bionica, 2009).

*i. Sistema de siembra.* Este cultivo es una planta guiadora que puede extender su follaje libremente sobre el suelo, como también puede trepar ayudada por sus zarcillos. Comúnmente se le cultivaba sobre el suelo en ambas épocas, por el desconocimiento de técnicas

adecuadas de manejo en la mayoría de los casos y en otros por el costo adicional que significa una estructura para sostenerlo. Sin embargo, hoy en día se han visto las ventajas de un cultivo tutorado que compensan ese mayor costo y en algunas situaciones sólo así se ha hecho viable su producción. La siembra sobre el suelo se recomienda solamente durante la época seca y se hace necesario utilizar un camellón firme y uniforme, sobre el cual se disponga la línea de siembra, así es posible una cama alta, para que el follaje no entre en contacto con el agua de riego o la excesiva humedad del suelo en la parte baja (espacio entre camellones o camas) (SAG, 2005).

*j. Etapas fenológicas del pepino.* El ciclo del pepino es corto y varía de una localidad a otra dependiendo de las condiciones edafoclimáticas del cultivar sembrado y del manejo agronómico que recibe durante su desarrollo, (Zamora, 2003).

Tabla 3.

*Descripción fenológicas del cultivo de pepino, Aldea la Guitarra, Retalhuleu, 2019.*

<b>Estado fenológico</b>	<b>Días después de siembra</b>
Emergencia	4-5
Inicio de emisión de guías	15-24
Inicio de floración	27-34
Inicio de cosecha	43-50
Fin de cosecha	75-90

(Zamora, 2003)

*k. Plagas y enfermedades*

*k.1. Plagas.* El cultivo de pepino no es la excepción al ataque de plagas que afectan comercialmente y económicamente si no se cuenta con un buen control. A continuación en el cuadro cuatro se podrá observar las principales plagas que afectan al cultivo, (Bionica, 2009).

Tabla 4.

*Principales plagas que atacan al cultivo de pepino (Cucumis sativus L.)*

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Daño que ocasiona</b>
Minador	<i>Liriomyza sp.</i>	Túneles en el follaje
Mosca blanca y Áfidos	<i>Bemisia tabaci</i> , <i>Trialeurodes vaporarium</i> , <i>Aphis gossypii</i> y <i>Myzus persicae</i>	Transmisión de Virus
Lepidópteros	<i>Varias especies</i>	Daño mecánico al follaje, fruta.
Gallina ciega, gusano alambre, sinfilido y nematodos	<i>Phyllophaga sp.</i> , <i>Aelos sp.</i> Y otras especies, <i>Scutigerella immaculata</i> (Newport), <i>nematodos varios</i>	se alimenta del bulbo, raíces y pelos absorbentes
Trips	<i>Thrips tabaci</i>	Se alimenta del follaje y están en las axilas por lo general

(Paz, 2015)

k.2. *Enfermedades.* A continuación se muestran el cuadro 6. Las principales enfermedades que afectan al cultivo de pepino como también el daño y algunos ingredientes activos que se pueden utilizar para su control.

Tabla 5.

*Principales enfermedades que afectan el cultivo de pepino*

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Síntomas</b>
Mildiú lanoso	<i>Pseudo peronospora spp</i>	Áreas verdes pálidos como mosaico en las hojas de forma irregular. Achaparramiento de la planta
Mildiú polvoso	<i>Sphaerotheca fuliginae</i> <i>Erysiphe cichoracearum</i>	Pequeñas manchas blancas sobre hojas y tallo.
Dam ping off	<i>Phytophthora spp</i> <i>Phytium spp</i> <i>Fusarium spp</i>	Amarillamiento en las hojas
Mancha angular	<i>Pseudomonas syringae</i>	Manchas foliares con rayas.

(Paz, 2015)

**l. Control de malezas.** Las malezas disminuyen el rendimiento y desarrollo del cultivo ya que compiten por agua, luz y nutriente; además son hospederas de plagas y enfermedades, (SAG, 2005).

La competencia es más crítica en los primeros 45 días del cultivo. Las principales malezas que afectan a las cucurbitáceas son:

Perennes: Coyolillo (*Cyperus rotundus*), Barrenillo (*Cynodon dactylon*), Pasto Johnson (*Sorghum halapense*), (SAG, 2005).

Anuales: Zacate de agua (*Echinochloa colona*), Pata de gallina (*Euleusine indica*), Verdolaga (*Portulaca oleracea*), Huisquilite (*Amaranthus hibridus*), (SAG, 2005).

**m. Fertilización.** El cultivo de Pepino, extrae del suelo las siguientes cantidades de nutrientes por manzana: 40 Kg. de Nitrógeno (N<sub>2</sub>), 30 Kg. de Fósforo (P<sub>2</sub>), 60 Kg. de Potasio (K).

Requerimientos nutricionales de Pepino por manzana: 35 Kg. de Nitrógeno (N<sub>2</sub>), 95 Kg. de Fósforo (P<sub>2</sub>), 100 Kg. de Potasio (K), (SAG, 2005).

### **1.1.2. Fusariosis vascular del pepino (*Fusarium oxysporum f. sp. cucumerinum*)**

**a. Descripción biológica.** Las plantas afectadas por esta enfermedad presenta síntomas similares a los de cualquier planta afectada por *Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum*. Las plantas marchitan al principio sólo lateralmente. Cuando aún no se observan síntomas externos, si se parte el tallo se ven los haces vasculares dañados. Avanzada la enfermedad, aparecen estrías longitudinales de color oscuro de un lado del tallo, a veces con exudaciones gomosas y, al final, unas masas de esporas de un color que varía del naranja claro al rosa chicle. Los daños pueden aparecer a cualquier altura del tallo. (SINAVMP, 2016)

**b. Taxonomía.** a continuación, se muestra en la tabla 6 la clasificación taxonomía del hongo *Fusarium oxysporum f. sp. cucumerinum*.

Tabla 6.

*Clasificación taxonómica del hongo Fusarium oxysporum f. sp cucumerium.*

<b>Taxonomía</b>	
Reino	Fungi
División:	Eumycota
Sub división	Deuteromycotina
Clase:	Hyphomycetes
Orden:	Cucurbitales
Género:	<i>Fusarium</i>
Especie:	<i>F. cucumerium</i>

(Moreno A., Alférez A., Avilés M., Diánez F., Blanco R, Santos M & Tello J., 2001)

**c. Caracterización.** El crecimiento de este micro organismo es favorecido por temperaturas cálidas (20°C) y alta humedad relativa. La infección causada por este, se inicia al penetrar el hongo la planta a nivel del suelo ya sea por el tallo o raíces superficiales. Afecta principalmente el tallo y causa un amarillamiento a lo largo de las márgenes de las hojas más viejas seguido por una necrosis, la enfermedad afecta también el crecimiento y desarrollo de los frutos, con posterior marchitamiento y muerte final de la planta, (Hortalan, 2014).

**d. Síntomas.** Los síntomas de la forma especial *cucumerinum* (que afecta sobre todo al pepino) son similares a los de cualquier *Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum*. Las plantas afectadas se marchitan, al principio sólo lateralmente. Cuando aún no se observan síntomas externos rajando el tallo se ven los haces vasculares dañados. Después aparecen estrías longitudinales de color oscuro en un lado del tallo, a veces con exudaciones gomosas; y al final unas masas o plastones de esporas de un color que varía del naranja claro al rosa chicle. Cuando arrancamos las plantas afectadas estas esporas se dispersan y pueden infectar plantas sanas. Los daños pueden aparecer a cualquier altura del tallo; pero hay otra forma especial, la *radiciscucumerinum* que causa síntomas idénticos, pero concentrados en la parte baja de la planta. De todas maneras no hay forma de distinguir las en un análisis normal (son necesarias pruebas biológicas o genéticas) y las formas de control de ambas son las mismas (Aguilera, 2011).

**e. Medidas de control.** El control de los fitopatógenos del suelo por medio de prácticas convencionales es difícil. El tratamiento con productos químicos a veces resulta deficiente, e

incrementa los costos de producción, contribuye a la contaminación ambiental y deteriora la biota del suelo. La eficacia de la rotación de cultivos es reducida, por su amplio rango de hospedante y por sobrevivir en el suelo por medio de esclerocios, bajo condiciones climáticas adversas, durante largos periodos (Hernández, 2002).

*e.1. Control químico.* El principal método de control que se emplea habitualmente contra los microorganismos causantes de las enfermedades de las plantas cultivadas es el uso de agentes químicos. Los productos químicos, aunque actúan rápidamente, por lo general son caros y constituyen un grupo de sustancias altamente tóxicas cuya persistencia en el medio ambiente conlleva graves problemas ecológicos como la contaminación de agua subterránea y entrada en la cadena alimenticia, la cual comprende gran cantidad de organismos incluyendo en último término a los humanos (López, 2009).

Lo anterior es considerado un grave problema en el tratamiento de muchas enfermedades, ocasionando un incremento en la dosis de fungicida y uso de compuestos menos específicos que resultan dañinos a microorganismos benéficos para las plantas como son las micorrizas. Por otra parte, las restricciones al uso de fungicidas químicos para tratar las infecciones de los productos almacenados son mayores que las impuestas en el campo, lo que hace difícil el control de estas enfermedades (López, 2009).

*e.2. Control biológico.* Un método alternativo al uso de químicos, es el control biológico, que se basa en el empleo de organismos o productos, con capacidad para reducir la población del agente causante de la enfermedad o evitar sus efectos (Hjeljord y Tronsom citado por López N. A., 2009).

La principal ventaja que poseen los agentes de control biológico frente a los químicos es que debido a su complejo modo de acción, resulta improbable la aparición de cepas resistentes del patógeno. Además estos agentes de biocontrol suelen ser microorganismos pertenecientes a la flora autóctona, por lo que son compatibles con el medio ambiente. En algunos casos han resultado una alternativa real, siendo efectivos contra enfermedades para las que no existe control químico, como por ejemplo el mal del pie del trigo causado por o el tizón del castaño y la hernia de las brasicáceas producidas por *Cryphonectria parasitica* y *Plasmodiophora brassicae* respectivamente (López, 2009).



### **1.1.3. Neem (*Azadirachta indica*)**

**a. Características generales.** El árbol de neem se encuentra distribuido por el continente africano, asiático, en la parte central y sur del continente americano y Oceanía, la mayor parte de ellos en el sudeste de Asia y al sur del Sahara. Actualmente en 78 países existen neem y se calcula que en todo el mundo existen entre 64 y 91 millones de ejemplares. En 9 países se utilizan materias activas provenientes de este árbol (Ramos, 2002).

**b. Descripción botánica del árbol de neem.** Es un árbol de hoja perenne, robusto, siempre verde, de rápido crecimiento, corteza gruesa y copa redonda, que alcanza una altura de hasta 20 metros en su etapa adulta, con un diámetro de copa de hasta 10 metros. Logra su máxima producción de frutos a los 10 años (50 kg/árbol/año) y llegan a vivir más de 100 (García, 2017).

Dentro de la representación botánica se describe: la corteza gris o gris oscura, áspera, café rojiza en su interior, de hojas compuestas imparipinadas alternas de 20 a 38 centímetros de largo, y provistas de 8 a 19 folíolos alternados y opuestos, ovalo-lanceolados, oblicuos o falciformes, falciforme-lanceolados brillantes, las flores son blancas o amarillo-pálido, pequeñas, olorosas, numerosas en largas panícula axilares, hermafroditas, el fruto es una drupa pequeña, indehiscente en forma de nuececilla, verdes, amarilla cuando maduran, aromático, oblongo u ovoide-oblongo de 1.3 a 1.8 centímetros de largo, con una sola semilla exalbuminosa (Muñoz, 2001).

**b.1. Tronco.** El tronco es corto, recto y puede alcanzar 120 cm de diámetro. La corteza es dura, agrietada y desde color gris claro hasta castaño rojizo. La savia es blanca grisácea y el corazón del tronco es rojo; cuando se expone al aire se torna castaño rojizo. Las raíces consisten de una robusta raíz principal y muy desarrolladas raíces laterales (Berendsohn W., Gruber A. & Monterrosa S., 2012)

**b.2. Tallo de hojas.** El tallo de hojas mide de 20 a 40 cm de longitud, con 20 a 31 hojas verde oscuras de 3 a 8 cm de longitud. La hoja terminal es a menudo faltante. El peciolo es corto. Hojas muy jóvenes son de color rojo o púrpura. La forma de las hojas maduras es menos asimétrico y sus márgenes están dentados (Berendsohn W., Gruber A. & Monterrosa S., 2012)

**b.3. Flores.** Las flores, blancas y fragantes, están dispuestas axialmente, normalmente como panículas colgantes que miden más de 25 cm de longitud. Las inflorescencias, que se ramifican en tercer grado tiene 150 a 250 flores, cada una mide 5 a 6 milímetros de longitud y de 8-11 de ancho. Se caracterizan por su dicogamia, es decir, puede haber flores femeninas y masculinas en el mismo árbol pero en periodos diferentes (Berendsohn W., Gruber A. & Monterrosa S., 2012)

*b.4. Frutos.* Es una drupa parecida a la aceituna en forma que varía desde un ovalo elongado hasta uno ligeramente redondo, y cuando madura mide 14 a 28 mm de longitud y 10 a 15 mm de ancho. Su epicarpio es delgado, el mesocarpio es blanco amarillento, fibroso y sabe dulce, pero es desagradable al gusto. El endocarpio es blanco, duro y almacena una semilla, en raras ocasiones dos o tres semillas elongadas con una corteza de color castaño (Berendsohn W., Gruber A. & Monterrosa S., 2012).

*c. Taxonomía del árbol de neem.* A continuación se muestra la clasificación taxonómica del árbol de neem (*Azadirachta indica*).

Tabla 7.

*Clasificación taxonómica del árbol de neem (Azadirachta indica).*

<b>Taxonomía</b>	
Reino	Plantae
Filum	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Familia	Meliaceae
Orden	Sapindales
Genero	<i>Azadirachta</i>
Especie	<i>A. Indica</i>

(Garcia, 2017)

*d. Características ambientales.* El neem puede resistir bien a la sequía y años extremadamente secos con precipitaciones de 150 mm así como periodos secos de 6 a 9 meses aunque en estudios realizados en la India se observó que en años muy secos el árbol respondió con caída de hojas, mientras que a temperaturas por debajo de 10<sup>0</sup>C, es muy difícil que se produzca fructificación (Ramos, 2002).

*e. Componentes químicos.* El neem contiene varios miles de componentes químicos, de especial interés son los terpenoides, compuestos por C, H y O; la presencia del oxígeno hace esos compuestos más solubles en agua, metanol o etanol que en hexano, gasolina u otros solventes similares. Actualmente se conoce de la existencia de unos 100 terpenoides. El más activo es la azadiractina, de la que existen varios tipos que varían desde la azadiractina A a la azadiractina K. Más de 100 componentes terpenoides, la mayoría de los tetranotriterpenoides, diterpenoides, titerpenoides, pentanotriterpenoides, hexanotriterpenoides y algunos compuestos no terpenoides

han sido aisladas de varias partes del árbol. Los componentes limonoides (triterpenos) son los más importantes por su actividad y su concentración en el árbol. Estos pertenecen a nueve grupos básicos:

Azadirona: Se encuentra en el aceite que se extrae de las semillas.

Amorastaitina: Aparece en las hojas frescas del neem.

Vepinina: En el aceite de las semillas.

Vilasinina: En las hojas del neem.

Geduninina: Se encuentra en el aceite de las semillas y de la corteza.

Nimbina: En las hojas y las semillas.

Nimbolina. También presente en las semillas. Salanina: En las hojas y semillas (Santos, 2013).

*f. Usos.* El árbol de neem tiene diferentes uso en la agroindustria y cosmética, a continuación se presenta algunos usos.

*f.1. Insecticida.* Los extractos de neem actúan, en los insectos, como anti nutrientes e inhibidores hormonales de la metamorfosis; disminuyen los niveles de proteínas y aminoácidos en la hemolinfa e interfieren en la síntesis de quitina, lo que disminuye o anula la fecundidad al impedir a los insectos alcanzar la madurez, prolongando los estados larvarios o causándoles la muerte al no poder realizar las mudas (Funk A., Berry P., Alexander S., Hollowell T. & Kelloff C., 2007).

*f.2. Jabón.* En la industria de jabones reemplaza a los aceites de coco, palma africana y maní. Como contiene ácidos mirístico y láurico, los jabones fabricados con dicho aceite tendrán más espuma y más detergencia que aquellos fabricados con aceites comestibles. También es superior al aceite de higuera o ricino. En la industria de jabones reemplaza a los aceites de coco, palma africana y maní (Funk A., Berry P., Alexander S., Hollowell T. & Kelloff C., 2007).

*f.3. Fertilizante orgánico.* La planta como fertilizante orgánico es superior al estiércol vacuno, porcino o de otra fuente. También, como abono orgánico es apreciada por sus propiedades insecticidas y repelentes, especialmente contra ciertos insectos como las termitas o comejenes y los dañinos nemátodos. Mezclada con urea para abonar el suelo, da buenos resultados y actúa como

biocida. Las hojas verdes constituyen un fertilizante excelente y barato (Funk A., Berry P., Alexander S., Hollowell T. & Kelloff C., 2007).

*f.4. Otros estudios.* El principal interés de los científicos es investigar su posible propiedad insecticida. Muchos de los metabolitos secundarios del árbol tienen actividad biológica, pero la azadiractina es considerada de mayor importancia ecológica. Los estudios han demostrado que afecta las actividades de numerosas especies, actúa interrumpiendo el ciclo vital del insecto. Las investigaciones han aumentado en el pasado, así como el deseo de conseguir un pesticida efectivo y seguro y parece ser que el neem tendrá importancia en el control de plagas (Funk A., Berry P., Alexander S., Hollowell T. & Kelloff C., 2007).

#### **1.4. Antecedentes**

Diana M. Fernández C., César J. González B.,(2008), Realizaron la evaluación in vitro de la actividad antifúngica del extracto foliar del árbol (*Azadirachta indica*) contra algunos hongos fitopatógenos, Bogotá D.C. Su principal objetivo fue: evaluar la actividad antifúngica del extracto foliar de la planta de Neem (*Azadirachta indica*), in vitro contra los hongos fitopatógenos *Sclerotinia sclerotiorum*, (*Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum* y *Fusarium roseum*. Metodología: método tradicional usando los estudios Fitoquímicos (recolección, secado, extracción, fraccionamiento y bioensayos). Tratamientos: Ketoconazol 2mg/mL Ext. Etanólico 25 mg/ml Fr. Etérea 7mg/mL Fr. Diclorometano 7 mg/ml Fr. Acetato de Etilo 2 mg/ml. Variables: Crecimiento diametral de hongos fitopatógenos y porcentaje de inhibición. Resultado: Crecimiento diametral (CD) promedio (cm) de *F.oxysporum* se evidencian los resultados obtenidos en la evaluación del crecimiento en Agar PDA del hongo *F. oxysporum* en diez días de evaluación. El crecimiento de este hongo fue más lento en comparación con los demás hongos evaluados. Además se pudo evidenciar un crecimiento estable para cada día, es decir su comportamiento fue exponencial. La aplicación in vitro del extracto etanólico y diclorometano, causó la inhibición de *F. oxysporum*, en un 66.80% y 45.61% respectivamente. Aunque la inhibición de la fracción etérea resultó en un 25.90%, también se aceptó su actividad antifúngica. En conclusión el extracto foliar de la planta de Neem (*Azadirachta indica*) presentó actividad antifúngica in vitro contra *Sclerotinia sclerotiorum* a concentraciones de 25mg/mL del extracto Etanólico y a 7mg/mL de la fracción de Diclorometano con porcentajes de inhibición de 78.02 y 88.35 respectivamente.

Rodríguez (2017), en su evaluación in vitro de la actividad antimicrobiana de extractos vegetales de *Azadirachta indica* y *Melia azedarach* contra *Burkholderia glumae* y *Colletotrichum gloeosporioides*. Sincelejo, Colombia. Teniendo como objetivo principal: Evaluar in vitro el efecto inhibitorio de extractos vegetales de diferentes tejidos de *A. indica* y *M. azedarach* contra los fitopatógenos *B. glumae* y *C. gloeosporioides* causantes del añublo bacterial de la panícula del cultivo de arroz y de la antracnosis del cultivo del ñame, respectivamente. Metodología: Las hojas y semillas de *A. indica* y *M. azedarach* se deshidrataron en un horno a temperatura de 45°C por 24 horas, posterior a este tiempo se pulverizaron en una licuadora industrial. Una vez obtenidos los extractos se concentraron en un rotaevaporadora a presión y temperatura reducida teniendo en cuenta el solvente a usar. Tratamientos: Testigo, HN1%, HN5%, HN15%, HN20%, Testigo, FN1%, FN10%, FN15%, y FN20%. Variables: Rendimiento (%), Porcentaje de Índice Bactericida (%I.B), Inhibición de la Germinación (%I.G), Porcentaje de Índice antifúngico (%I.A). Resultados: Los rendimientos obtenidos para cada uno de los extractos vegetales etanólicos se observa que los extractos de *A. indica* presentaron mejor rendimiento con un porcentaje del 10.19 y 7.84 para hoja y fruto respectivamente. Conclusión: La actividad inhibitoria contra cada fitopatógeno o estructura fúngica, se observó que para bacteria *B. glumae*, el extracto que presento mayor efecto inhibitorio fue el de fruto de Neem, mientras que para la germinación de conidias fue el extracto de frutos de Melia y para el crecimiento micelial fue el de hojas de Neem.

Mondali N., Mojumdar A., Chatterje S., Banerjee A., Datta J., Gupta S. (2009), realizaron estudios de las actividades antifúngicas y caracterización química de extractos de hojas de neem sobre el crecimiento de algunas especies de hongos seleccionadas en medio de cultivo in vitro. Teniendo como objetivo principal: evaluar el efecto de los extractos de varias edades de hojas de neem junto con diferentes extractores. Metodología: Para la evaluación de la actividad antifúngica in vitro del biocida (extracto de planta de *Azadirachta indica*), los fitoextractos se agregaron al medio de Agar Dextrosa (PDA) en diferentes concentraciones (0,1%; 0,5% y 1%) en placas de petroleo esterilizadas separadas. Ácido acético: etanol (1: 3); Ácido acético: agua (1:10); Acetato de etilo: etanol (1: 3); Hexano: acetato de etilo (1: 1); Metano: Tolueno (8: 2). Variables: La mancha se observó en las placas de TLC y el valor de factor de retención (Rf) se calculó utilizando la siguiente fórmula:  $Rf = \text{distancia recorrida por el centro del componente} / \text{distancia recorrida por el frente del solvente}$ . El valor de Rf significa el factor de retención. los resultados de la investigación mostraron que el crecimiento de los hongos saprófitos *Rhizopus* y *Aspergillus* se

inhibió con el extracto acuoso crudo y el extracto alcohólico de diferentes hojas envejecidas de *Azadirachla indica*. Conclusión: El extracto alcohólico de la hoja fue más efectivo que los extractos de agua de neem. También se observó que los extractos de hojas maduras (7-9 días) tienen más efecto inhibitorio que el de jóvenes (2-4 días).

Govindachari T., Suresh G., Geetha G., Balaganesan B., Masilamani S. (1998), en su investigación sobre identificación de compuestos antifúngicos del aceite de semilla de *Azadirachta Indica*, en la India. Teniendo como objetivo principal: La evaluación de la actividad del aceite de neem expulsor frío (*Azadirachta indica* A. Juss.) y las fracciones derivadas a través del reparto de disolventes, contra *Drechslera oryzae*, (*Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum* y *Alternaria tenuis*. Metodología: los datos se sometieron a análisis de varianza utilizando bloques completamente aleatorios y los valores de crecimiento promedio se calcularon utilizando la prueba SNK en un programa COSTAT. El aceite de Neem, obtenido mediante el uso de un expulsor mecánico frío, se repartió entre n-hexano y metanol al 90% (MeOH) y el extracto de MeOH se concentró a sequedad al vacío a 45% ( 62.8 g). Los compuestos puros se identificaron por comparación de los datos de RMN 1H, 13C y 2D, espectros HR-Mass, IR, D, C, análisis H y análisis por HPLC. Variables: La tasa de crecimiento radial del hongo se expresa como diámetro en mm al final de un período de tiempo específico después de la inoculación para cada hongo. A partir de los valores de crecimiento medio de Newman-Keuls, se calculó el porcentaje de inhibición sobre el control. Resultado: Se demostró que el control de campo es tan alto como del 2% al 10%. Se sabe que las altas concentraciones de aceite de neem inducen fitotoxicidad. Conclusión: El extracto de MeOH al 90%, por otro lado, inhibió el crecimiento de los hongos de prueba en diversos grados.

Uzma S., Ishrat N., Jawed N. and Nasreen S. (2008), evaluaron el efecto antifungal de aceites esenciales sobre el crecimiento in vitro de hongos patógenos, Pakistan. Teniendo como objetivo principal: la evaluación de la actividad antifúngica de los aceites esenciales a 0.5, 0.1 y 0.15% contra ocho hongos transmitidos por semillas. *Aspergillus niger*, *A. flavus*, (*Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum*, *F. moniliforme*, *F. nivale*, *F. semitectum*, *Drechslera hawaiiensis* y *Alternaria alternata*. Metodología: Se utilizaron aceites esenciales extraídos de las semillas de neem (*Azadirachta indica*), mostaza (*Brassica campestris*), comino negro (*Nigella sativa*) y asafétida (*Ferula assafoetida*) Se usó oro de ridomilo (MZ 68% WP) para comparación. Hubo tres

réplicas de cada tratamiento. Las placas de Petri inoculadas se incubaron a  $28 \pm 2$  ° C y se registró el crecimiento radial en cm después de 7 días de incubación y los datos se analizaron estadísticamente para observar la diferencia entre los distintos tratamientos. Resultados: Los resultados mostraron que los aceites asafoetida y *Nigella sativa* poseen una notable actividad antifúngica contra todos los hongos analizados. El aceite de Neem mostró una mayor supresión en el crecimiento de *D. hawiinesis* y *A. alternata* a una concentración de 0,15% y 0,1%, mientras que el 0,5% no mostró propiedades antifúngicas. Conclusión: El aceite de neem reveló un efecto moderado. Todos los aceites fueron más efectivos y bien comparados con los fungicidas, excepto el aceite de mostaza. Los datos sobre las propiedades antifúngicas de los aceites sugieren que estos aceites deberían examinarse más a fondo para evaluar su potencial como fungicida natural.

Domínguez, (2013), realizó un estudio sobre el “Control biológico de oídio (*Podosphaera fusca* f.) Y fusarium ((*Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum*.) En el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* t.) En la comuna río verde, provincia de Santa Elena, Ecuador”. Teniendo como objetivo principal el control biológico de Oídio (*Podosphaera fusca* F.) y *Fusarium* ((*Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum*) en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* T.). La metodología que se utilizó fue el diseño de bloques completamente al azar, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, siendo los tratamientos *Trichoderma* sp, tres dosis de arroz (0,50, 100 y 150 grs) y días a aplicar las dosis (0, 7, 15, 28 días después de la siembra), evaluando las variables: Longitud de guía principal, microorganismos fitopatógenos, antagonista, incidencia y severidad de fitopatógenos, números de frutos comerciales por planta, peso, longitud y diámetro del fruto, rendimiento y efecto del antagonista sobre otros organismos no objetos del control. En lo que respecta a *Fusarium* presente en el suelo, se observó el menor porcentaje de incidencia y severidad en el tratamiento 4 (*Trichoderma* sp. + 150 gr de arroz) con 9,95 % de infestación, esto está relacionado con el efecto que genera el hongo entomopatógeno sobre el patógeno en estudio. Concluyendo: que los mejores rendimientos se presentaron en los dos tratamientos con mayor aplicación de *Trichoderma* sp., lo cual permite considerar que gracias a las dosis aplicadas hubo un mayor rendimiento del cultivo. Cabe recalcar que los mejores frutos fueron obtenidos también en estos tratamientos.

Srivastava K., Gupta K., Tripathi C., Sarvate R. (1997), en el estudio sobre actividad antifúngica de productos vegetales en hongos espermoplanos de semillas de *Azadirachta indica* (neem), India. Teniendo como objetivo principal: investigar las propiedades fungicidas del polvo

de semilla de neem en polvo (NSKP), semilla de karanj (*Pongamia pinnata*) en polvo de semilla (KSKP), polvo de hoja de neem (PNL) y aceite de semilla de neem (NSO) contra la micoflora de semillas de neem. NSKP, KSKP y NLP. Metodología: Las semillas se sedimentaron / trataron con las preparaciones de la planta durante 5 minutos antes de sembrarlas e incubar. El crecimiento de hongos fue menor en todas las semillas tratadas que en las semillas de control sin tratar. NSO fue el tratamiento más eficaz. NSKP, KSKP y NLP se utilizaron más eficazmente con semillas húmedas que con semillas secas. Las semillas de Neem tratadas con NSO y NLP (en semillas húmedas) inhibieron el crecimiento de *Aspergillus flavus*, *Penicillium sp.* y *Mucor sp.* completamente.

Muzafar B. and Vinod K. (2008), en su investigación sobre bioeficacia de extractos de plantas para controlar *Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum*. Melongenae Incitant of Brinjal Wilt, India. Teniendo como objetivo principal: El manejo efectivo y eficiente de las enfermedades de los cultivos es la modificación de las prácticas culturales y los fungicidas. Teniendo en cuenta generalmente el uso de sintéticos. Metodología: El extracto de la planta (*Azadirachta indica*) y el filtrado a través de tela de muselina y el 100% de las partes de la planta. Los extractos se vertieron en agua y luego se transfirieron asépticamente a la papa en matraces tapados con algodón y se calentaron a 100 ° C para medios de Dextrose Agar (PDA). Se incorporaron diferentes concentraciones preparadas utilizando PDA en tubos de ensayo y se almacenaron en (5,10,15, 20%) de extractos de plantas al refrigerador de papas a 4 ° C. Variables: Crecimiento y porcentaje de desarrollo. Resultado: Los estudios de formulación de los extractos de plantas pueden ser efectivos para reducir el crecimiento de hongos (20%). Artemissia se diseñó con éxito como fungicidas utilizando una simple que inhibió el crecimiento de hongos en todas las concentraciones. Se observó el máximo crecimiento de micelio en los agentes de control. Estas formulaciones pueden considerarse adecuadas (sin tratar). Conclusión: el uso de Inhibición con menor crecimiento de hongos se observó en *Azardiachta indica*, *Rheum emodi*, *Eucalyptus globulus* mayores concentraciones del extracto y *Artemisia annua* contra *Fusarium solani f. sp.*

### **1.5. Justificación**

La producción de pepino (*Cucumis sativus L.*), a nivel mundial está cobrando auge; cuyo consumo mundial es de 3.09 kg per cápita, para el año 2012, (BANGUAT, 2013). Un alto porcentaje de las tierras cultivables de Guatemala está dedicado a la producción de hortalizas,



específicamente cuarenta y seis mil hectáreas; entre éstas el cultivo de pepino, con una producción de 9,058,700 kilogramos, para el año 2014 (Paz, 2015). Para agricultores de aldea la Guitarra, el pepino es considerado una hortaliza con gran importancia económica, pero se presenta el problema que es fácilmente atacado por hongos y específicamente (*Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum*). Para (Aguilera, 2011) este hongo es capaz de infectar a muchas especies de plantas. El resultado siempre es la marchitez y posteriormente la muerte de la planta, se puede prevenir, pero no se puede curar.

Los agricultores de la Guitarra indican que utilizan productos fungicidas (químicos) para la prevención de *Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum*, siendo esto una problemática, debido a que los productos químicos ya no causan su efecto sobre el hongo. Como lo describe (Hernández, 2002), el tratamiento con productos químicos a veces resulta deficiente, incrementa a un 50% los costos de producción y la contaminación del producto, el suelo y el ambiente en general.

Debido a la resistencia que adquiere el hongo *Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum* a los productos químicos, se propone la implementación de extracto etanólico de neem, tomando en cuenta que (Fernández C. & González B., 2008) quienes realizaron una evaluación In Vitro de la actividad antifúngica del extracto foliar del neem contra hongos fitopatógenos, demostrando que el extracto de la planta de neem presento actividad antifúngica, In vitro contra (*Sclerotinia sclerotiorum*) y (*Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum*) a concentraciones de 25mg/ml del extracto. Indicando que la principal ventaja que poseen los agentes de control biológico frente a los químicos es que debido a su complejo modo de acción, resulta improbable la aparición de cepas resistentes del patógeno, como también la minimización de costos de producción a través de realizar el producto de manera artesanal, esto llevando a ser de impacto en la comunidad y otorgando frutos sin residuos de productos químicos (Whipps y Lumsden, 2001).

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. General.**

Implementar la tecnología de extracto etanólico de neem para el control de (*Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum*), en cultivo de pepino (*Cucumis sativus*); Aldea la Guitarra, Retalhuleu.

### **1.6.2. Específicos.**

Determinar la incidencia y severidad de los síntomas del hongo (*Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum*) en el cultivo del pepino.

Establecer el efecto del extracto etanólico de neem sobre los componentes de rendimiento.

Estimar la factibilidad económica del extracto etanólico de neem a través de indicadores económicos.

## 2. DESARROLLO DEL PROYECTO

### 2.1. Descripción del proyecto

**2.1.1. Contexto del proyecto.** Aldea la Guitarra, es una comunidad que el 100% de la población se dedica a la agricultura, de los cuales el 75% a los cultivos tradicionales (maíz, ajonjolí) y el 25% restante, además de maíz y ajonjolí diversifica su producción con otros cultivos como hierba mora, chipilín, pepino de ensalada y dulce, chiltepe, yuca, flores y hasta tilapia. En la época seca los agricultores aprovechan vender su mano de obra en las plantaciones de caña, empleo que en su momento genera un ingreso económico aproximadamente por 5 meses.

Con relación al cultivo de pepino existe un 5% de agricultores que se dedican al cultivo, indicando que han visto una alternativa viable en el sustento económico familiar, pero han encontrado un grave problema en la resistencia que adopta el hongo *Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum* en los productos fungicidas de origen químico, los efectos que causa esta problemática es que aumenta los costos de producción y la muerte de las plantas enfermas debido a que no hay producto curativo. Existe una investigación biológica que se realizó en la Pontificia Universidad Javeriana que fue una evaluación in vitro de la actividad antifúngica del extracto foliar del árbol (*Azadirachta indica*) contra los hongos fitopatógenos (*Sclerotinia sclerotiorum*, *Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum* y *Fusarium roseum*), esta investigación fue realizada por (Cañon F., González D., Javier c., 2008). Los resultados que se obtuvieron en la investigación in vitro con el extracto etanólico de neem, fue que mostró actividad antifúngica contra *Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum* con porcentajes de inhibición del 66.80 (*Sclerotinia sclerotiorum*), 25.90 (*Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum*) y 45.61 (*Fusarium roseum*) para los tratamientos con extracto etanólico.

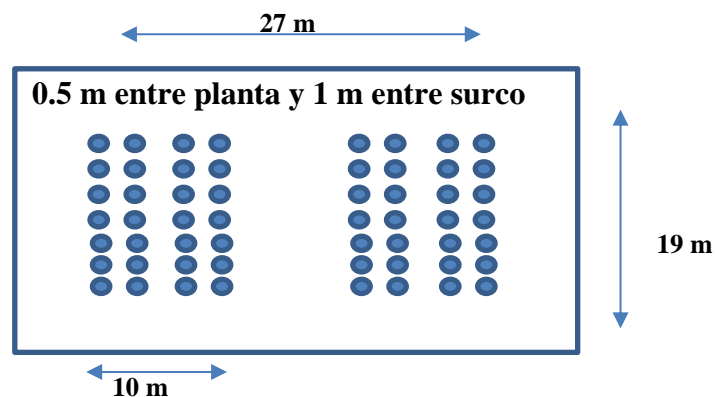
**2.1.2. Tipo de proyecto.** La disminución de la producción de pepino en aldea la Guitarra se debe a la resistencia que los hongos han adoptado, en especial *Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum* ante los productos químicos. La utilización de estos productos se ha venido dando desde la revolución verde, provocando así dependencia del uso de productos y dejando por un lado muchas de las prácticas ecológicas. Actualmente Estados Unidos y países Europeos son demandantes de productos de origen orgánico, la apuesta a la producción sin la utilización de productos químicos ha tomado relevancia en la protección de la salud de los agricultores y consumidores. Por lo tanto se propone a nivel de campo la implementación del extracto etanólico

de neem en el cultivo de pepino para el control preventivo del hongo *Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum*, como un proyecto de innovación debido a que no se ha implementado en ningún cultivo, solamente se ha realizado la investigación a nivel de laboratorio in vitro del extracto etanólico de neem a 25mg/ml.

Generalmente la utilización de extractos de neem ha sido para el control de plagas (Mosca blanca, palomilla, pulgón y minadores) y en algunas ocasiones para el control preventivo de hongos, las aplicaciones se han realizado de manera foliar, con el extracto etanólico de neem, en esta investigación la aplicación se realizó al tronco de la planta, debido a que el hongo *Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum* se localiza en el suelo. Para la realización del extracto etanólico de neem se utilizó un kilogramo de hoja deshidratada en sombra por un galón de etanol, dejando por ocho días reposando para luego aplicarlo con una bomba aspersora de mochila de 16 litros con una dosis de 125 cc por bomba.

Una de la características del extracto etanólico de neem a diferencia de los fungicidas convencionales, es que el extracto no genera resistencia en el hongo y esto reduce los costos de producción, se obtiene así un cultivo protegido, sano y saludable, sin residualidad de químicos.

**2.1.3. Tamaño del proyecto.** El área total del proyecto fue de 513 m<sup>2</sup>. Consistió en dos parcelas, cada una con un área de 150 m<sup>2</sup> (ancho de 10 m por 15 m de largo), una calle de 3 metros por medio. El distanciamiento entre plantas fue de 0.50 metros y distanciamiento entre surcos de 1 metros, una densidad de 300 plantas por parcela. Por la naturaleza del estudio, se procedió a de dejar una parcela bruta (600 plantas) y neta (300 plantas), tal como se detalla a continuación.



*Figura 1.* Parcela bruta, proyecto de implementación de la tecnología del extracto etanólico de neem para el control del (*Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum*) en el cultivo de pepino, aldea la Guitarra, Retalhuleu.

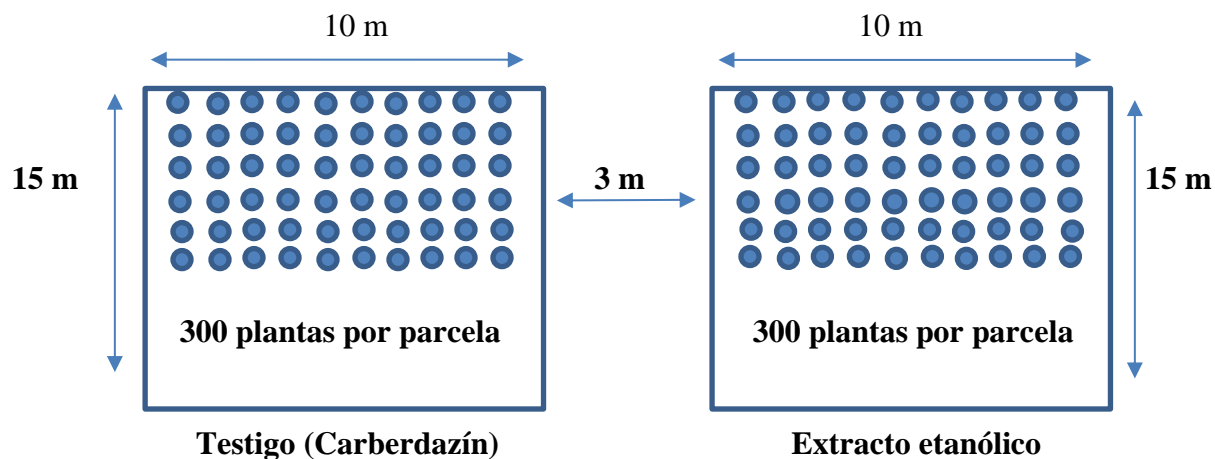


Figura 2. Croquis de parcela neta del proyecto de extracto etanólico de neem para el control preventivo del *Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum*, Aldea la Guitarra, Retalhuleu.

**2.1.4. Descripción de la localización del proyecto.** El proyecto aplicación de extracto etanólico de neem se llevó a cabo en aldea La Guitarra, que pertenece al Departamento de Retalhuleu, a unos 195 km de la ciudad Capital y a 10 km de la cabecera departamental, la altura sobre el nivel del mar es de 150m, ubicada geográficamente en las coordenadas Latitud: 14.472351, Longitud:-91.75814 (Segeplan, 2001). El lugar donde se realizó el proyecto se encuentra en un lugar céntrico de la aldea, se ubica a 100 m de la carretera principal, el terreno es plano, cuenta con un afluente de agua-el área cuenta con árboles al contorno.

Es una región fisiográfica que se encuentra situada a lo largo del litoral del Pacífico. Está formada por aluviación cuaternario, y se caracteriza por una topografía llana, con suaves ondulaciones a elevaciones menores de 200 metros sobre el nivel del mar. En la región fisiográfica se presentan algunas unidades de micro-relieve, las series de los suelos del municipio de Retalhuleu han sido clasificados en tres grupos amplios: I. Suelos del declive del Pacífico, II. Suelos del litoral del Pacífico y III clases misceláneas de terreno, Los suelos de aldea la Guitarra pertenecen al grupo II formado por los suelos Ixtan y Franco Limoso, son suelo planos, fértiles, pueden soportar una agricultura intensiva si son debidamente manejados; actualmente utilizados para la siembra de granos básicos, especialmente, maíz, arroz, maicillo y ajonjolí, pastos para ganado bovino, hortalizas de clima cálido, como sandía, melón, chile, tomate; frutales como papaya, mango, otros. Bucul y Champerico, estos suelos ocupan depresiones en la planicie y pueden inundarse durante la época lluviosa, se cultivan con maíz y pastos para ganado bovino, La zona de vida es bosque seco

subtropical: Es una faja angosta de 3 a 5 km de ancho, que va por todo el litoral del Pacífico, desde México hasta El Salvador. Las precipitaciones pluviales varían de 500 mm hasta 855 como promedio total anual. La biotemperatura media anual, oscila entre 19°C y 24°C. (Segeplan, 2001).

### **2.1.5. Procedimientos**

**a. Material de estudio.** Como cultivo de estudio se utilizó el cultivo de pepino variedad pepino variedad Poinsett 76, debido que es la variedad que los agricultores de Aldea la Guitarra utilizan, ya que les ha afectado demasiado el *Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum*, es una variedad que tiene un rendimiento de 20 50 pepinos por corte, lo cual demuestra ser una variedad potencial para el rendimiento en frutos por planta, pero que está siendo afectada por el hongo *Fusarium*. Otra de las características es que llega a medir entre 1.5 a 2 m de altura.

**b. Descripción de los tratamientos.** El tratamiento a evaluar para el control del hongo *Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum*, en el cultivo de pepino fue el extracto etanólico de neem en dosis de 125 cc por bomba de mochila de 16 litros y para el tratamiento convencional (testigo) se utilizó benzimidazol, en una dosis de 3 litros por hectárea.

El extracto etanólico de neem es un fungicida preventivo de origen orgánico, según los estudios realizados indican que el extracto cuenta con porcentajes de inhibición del 25.90, se utilizó una dosis de 3 litros por ha., y 125 cc por bomba de mochila de 16 L, lo cual le da una ventaja sobre los productos de origen químico, que debido a su complejo modo de acción, resulta improbable la aparición de cepas resistentes del patógeno, (Whipps & Lumsden, 2001).

**c. Diseños de los tratamientos.** De la aplicación del extracto etanólico de neem, se analizó a través de comparación de dos muestras (Muestras pareadas), en este caso se seleccionan individuos o cosas de dos en dos, es decir, por pares, de forma que a un miembro de cada par se le aplica un tratamiento y al otro miembro el segundo tratamiento. Para el proyecto propuesto en la parcela uno se aplicó el fungicida benzimidazol que es utilizado comúnmente por los agricultores de la zona en el cultivo y la segunda parcela se aplicó el extracto etanólico de neem. El empleo de muestras pareadas, está influenciado por las variaciones del ambiente. Para evitar la variación las parcelas se colocaron una al lado de la otra, tal como se detalla en la figura dos (Fernández, Trapero, & Domínguez, 2010).

Para realizar el análisis de datos medio de muestras independientes de distinto tamaño se utilizó el programa Minitab 17. Las pruebas de significancia están basadas en la distribución t Student de la forma:

$$t = \frac{(X_1 - X_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{S_{x_1 - x_2}}$$

$X_1$  es la media del primer conjunto (o grupo) de muestras no pareadas.

$X_2$  es la media del segundo conjunto (o grupo) de muestras no pareadas.

$S$  es la desviación estándar combinada de las muestras no pareadas. La desviación estándar combinada representa la desviación estándar combinada para ambos conjuntos de muestras desapareadas.

$\mu_1$  es el tamaño de muestra para el primer conjunto (o grupo) de muestras desapareadas.

$\mu_2$  es el tamaño de muestra para el segundo conjunto (o grupo) de muestras desapareadas.

#### ***d. Manejo del proyecto***

*d.1. Preparación del suelo.* Para la preparación del área donde se realizó el proyecto, se utilizaron las siguientes herramientas piocha y azadón para el volteo del suelo por último se desmoronaron los terrones.

*d.2. Trazo de parcelas.* Para esta actividad se utilizó, cinta métrica, estacas de bambú y pita nylon, se midió el terreno dejando dos parcelas con una medida de 10 metros de ancho y 15 de metros de largo, dejando un espacio de separación entre las 2 parcelas de 3m.

*d.3. Siembra.* Esta actividad se realizó con el apoyo de cuatro personas, dos fueron encargadas de ahoyar y dos las encargadas de sembrar con un distanciamiento de 0.50 metros entre planta y 1m entre surco, se utilizó pilones de pepino variedad Poinset 76 debido a que cuenta con una alta productividad pero es susceptible a hongos, se sembró un pilón por agujero, haciendo un total de 300 plantas por parcela.

*d.4. Tutoreo.* Para ello se utilizó postes de bambú de 2 metros de largo, se colocaron a cada 3 metros en el surco, hubo un total de cinco bambú en un surco y 50 postes de bambú en cada parcela, después de ello se colocaron dos líneas de pita de nylon a cada 20cm. Para ello se necesitaron machete, cota y metro.

*d.5. Fertilización.* La fertilización se realizó con fuente orgánica, se utilizó un biofermento a base de polvo de roca caliza, las aplicaciones se realizaron una vez por semana, se bomba aspersora manual de mochila con capacidad de 16 litros, la aplicación se realizó tronqueado.

*d.6. Control de maleza.* Se realizó un monitoreo semanal para ver si había necesidad de control, de haber presencia de hárbense se controló de manera manual, se realizaron cinco limpiezas manuales con machete.

*d.7. Control de plagas y enfermedades.* Para el control de plagas se realizó monitoreo previos para ver si existían presencia de insectos, se realizaron aplicaciones preventivas sobre el follaje de la planta a través de un insecticida orgánico a base de neem en una dosis de 250 cc por bomba aspersora manual de mochila con capacidad de 16 litros.

Las enfermedades fueron prevenidas con extracto etanólico de neem se utilizó 3 litros por hectárea., 125 cc por bomba de mochila de 16 L, las aplicaciones se realizaron una vez por semana, y se aplicó al tronco de la planta. Para estas actividades se utilizó una bomba aspersora de mochila de 16 L. Para la aplicación del extracto etanólico de neem, se procedió a utilizar equipo de seguridad (guantes, gabacha, botas y mascarilla) para prevenir accidentes. De igual manera se aplicó de forma preventiva el benzimidazol, producto que el agricultor utiliza para la prevención de enfermedades fúngicas utilizando 3 litros por hectáreas.

*d.8. Riego.* El riego que se utilizó fue el riego por gravedad, utilizando una bomba de 11 HP para llevar la fuente hídrica desde un río hasta los canales que conducen a cada surco del cultivo de pepino, una persona fue la encargada de irrigar, el riego se realizó en las primeras 2 semanas en un intervalo de 2 días, después de la 3ra. semana se realizaron riegos con frecuencia de 3 días.

*d.9. Cosecha.* Esta actividad se realizó cuando el fruto del pepino alcanzó un diámetro de .5 pulgadas y un largo mínimo de 0.15m, el corte se realizó de forma manual por cuatro personas quienes utilizaron para esta actividad tijeras para el corte y canastos plásticos donde se acomodaban los frutos con cuidado para evitar golpearlos.

*d.10. Registro de datos.* Se llevó un control de cada una de las actividades y eso se realizó después de realizada la actividad, dentro de las actividades se puede mencionar control de malezas (su control fue de manera manual), control de plagas y enfermedades (para plagas se utilizó un insecticida orgánico a base de neem con una dosis de 250 cc por bomba de mochila de 16L y la



enfermedades a través del uso del extracto etanólico de neem aplicado al tronco de la planta en una dosis de 125 cc por bomba de mochila de 16 L), incidencia y severidad de *Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum* (se midió a través de la cantidad de plantas enfermas y la cantidad de plantas muertas por cada tratamiento). Para ello se utilizó cuaderno, lápiz y calendario para llevar un registro

## **2.2. Indicadores y medios de verificación**

### **2.2.1. Indicadores de rendimiento.**

**a. Rendimiento en kg/ha.** Para obtener el rendimiento por hectárea, se tomaron 100% de la parcela neta y se cosecho el fruto y se pesó con una balanza, se realizaron cuatro cortes al cultivo, seguidamente se sacó el promedio por corte, sin clasificar tamaño.

**b. Fruto por planta.** Se contó la cantidad de frutos de cada planta cosechada, esta actividad se realizó en conjunto con el rendimiento en kg/ha. Se realizó en cada corte y luego se mostró el resultado en promedio de frutos por planta.

### **2.2.2. Indicadores de incidencia y severidad.**

**a. Incidencia.** Para la evaluación de la incidencia se cuantificaron el número de hojas infectadas con el hongo, dividiéndose dentro del total de hojas de la planta por cien, para obtener el valor en porcentaje. Estas lecturas se tomaron con una frecuencia de siete días, por un periodo de diez semanas.

**b. Severidad.** La severidad se evaluó considerando el porcentaje de área foliar infectada, apoyándose en el método de acuerdo a la escala 0-5, propuesta por el CIAT (Centro de Investigación Agrícola Tropical) para enfermedades de la raíz y tallo; el cual se estimó de forma visual, tomando en cuenta el área total cubierta por los síntomas de la enfermedad y se calificó en 5 grados. La hoja a considerar fue la más cercana a las hojas libres de la enfermedad. La evaluación se llevó a cabo con una frecuencia de siete días, durante un periodo de diez semanas.

0 = sin síntomas visibles de la enfermedad.

1 = decoloración ligera, ya sea sin lesiones necróticas o con un 10 % de los tejidos de las raíces y hojas cubiertas con lesiones.

2 = aproximadamente el 20 % de los tejidos están cubiertos con lesiones, puede observarse decoloración fuerte.

3 = aproximadamente el 30 % 35 de los tejidos están cubiertos con lesiones, se combinan con ablandamiento y pudrición.

4 = aproximadamente el 50 % de los tejidos están cubiertos con lesiones se combinan con ablandamiento y reducción considerable del sistema radical.

5 = aproximadamente el 75 % o más de los tejidos están afectados por estado avanzado de pudrición, en combinación con la reducción severa del sistema radical.

### **2.2.3. Indicadores económicos.**

**a. Costos totales por hectárea.** Se determinó el costo total en la parcela de aplicación de extracto etanólico de neem y la de aplicación de benzimidazol (testigo), tomando en cuenta cada una de las actividades que se realizó dentro del cultivo. El costo total se dividió dentro del área de cada parcela expresada en hectáreas.

**b. Rentabilidad neta por medición de producción.** Se utilizó el valor total de la producción expresado en quetzales, restando los costos totales para obtener la utilidad, dividido los kilogramos de producción. Esto se realizó para determinar la ganancia obtenida por una unidad de producción para cada parcela.

**c. Precio de equilibrio por unidad de producción.** En este indicador se dividió los costos totales sobre la producción total, para cada parcela. Este cociente representa el precio de “equilibrio” o el precio requerido para cubrir el costo de producción por cada unidad del producto.

## **2.3. Metodología de evaluación del proyecto.**

### **2.3.1. Indicadores de resultados**

**a. Indicadores de logro.** En cuanto a los resultados obtenidos mediante la aplicación del extracto etanólico de neem, el más significativo fue no contar con la presencia del hongo *Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum* en cuanto a la respuesta de la producción del área aplicada. La aplicación del extracto etanólico de neem proveyó las condiciones adecuadas del suelo para que así la planta pueda realizar su proceso fenológico de forma natural. Dando como una respuesta positiva reflejada en las actividades agronómicas.

**b. Indicadores de impacto.** El proyecto logro tener un alto grado de aceptación y satisfacción con los agricultores que se dedican a cultivar pepino, con este impacto positivo se espera que más agricultores de la zona se inicien en la producción de pepino, utilizando la tecnología del extracto de neem y así cubrir la necesidad de controlar el hongo *Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum*, sin provocar resistencia al producto, como también el cuidado del medio ambiente al utilizar menos productos químicos y la salud humana al consumir productos libres de residualidad química.

**c. Análisis estadístico.** Los valores obtenidos se analizaron con el paquete estadístico T Student Minitab 17, todos los datos que se obtuvieron se les realizó análisis al ( $\alpha = 0.05$ ).

### **2.3.2. Indicadores de gestión**

**a. Indicadores de proceso.** Se llevó un registro de cada una de las actividades contempladas en el manejo del proyecto, así como el cumplimiento de acuerdo al cronograma de ejecución. Toda la información se registró en la respectiva libreta de campo y bitácora de seguimiento.

**b. Indicadores de recursos.** Se llevó un registro de todos los gastos efectuados durante el desarrollo del proyecto, para fundamentar los indicadores económicos propuestos y para elaborar los costos de producción y los respectivos indicadores económicos financieros.

## **2.4. Presupuesto del proyecto**

En el presupuesto del proyecto se consideraron como costos variables los insumos agrícolas y la mano de obra y como costos fijos, el arrendamiento del terreno. Ver anexos, tabla 14 y 15.

## **2.5. Cronograma de actividades**

Se tomó en cuenta las principales actividades descritas en el apartado de metodología y la realización de cada actividad se efectuó según la semana que corresponde. Ver anexos, tabla 10.

### 3. DISCUSIÓN Y RESULTADOS

#### 3.1. Evaluación del proyecto

##### 3.1.1. Aspectos técnicos.

##### a. Rendimiento kg/ha

Con los datos que se obtuvieron en el campo se elaboró la siguiente tabla que indica el comportamiento de los tratamientos evaluados, en este caso el peso dado en kg/ha por tratamiento, demostrando que existe o no eficiencia en el control del *Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum*.

Tabla 8.

*Peso en kg/ha por surco de cada tratamiento evaluado para el control del Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum, en el cultivo de pepino, Aldea la Guitarra, Retalhuleu, 2019.*

No. surco	Testigo uso convencional	Extracto etanólico de neem
1	1,042	748
2	377	445
3	653	547
4	753	732
5	655	677
6	680	735
7	817	687
8	591	541
9	817	907
10	885	678
11	822	791
12	697	895
13	718	596
14	351	666
15	696	951
Total	10,555	10,597

La tabla ocho muestra los resultados obtenidos por surco y por tratamiento en kg/ha, indicando que el tratamiento con el uso de extracto etanólico de neem dio como resultado 10,597 kg/ha, y el tratamiento que sirvió como testigo donde se utilizó benzimidazol como producto químico para prevención del *Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum* dio como resultado 10,555 kg/ha, dando una diferencia de 42 kg/ha a favor del tratamiento donde se usó extracto etanólico de neem.

Tabla 9.

*Análisis T de student del rendimiento en kg/ha, bajo el control de Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum en el cultivo de pepino, aldea la Guitarra, Retalhuleu, 2019.*

Estudio	N	Media	Desviación estándar	Error estandar de la media
<b>Testigo</b>	15	704	177	46
<b>Neem</b>	15	706	142	37

Estimado de la diferencia: -2.8

IC de 95% para la diferencia: (-122.8, 117.3)

Prueba T de diferencia = 0 (vs. no =): Valor T = -0.05 Valor P = 0.962

GL = 28

Como lo indica la tabla nueve, dado el valor  $P=0.962$  que es mayor al valor  $T 0.05$  que no hay diferencia estadística entre tratamiento evaluados, indicando que para el testigo donde se utilizó benzimidazol como producto para el control del *Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum* y el tratamiento donde se utilizó el extracto Etanólico de Neem en relación a peso en kg/ha no hay efecto en diferencia de peso del fruto. Indicando que el control del *Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum* para los dos tratamientos evaluados en kg/ha, ha sido similar el resultado entre ambos.

Los resultados indican que tanto el producto químico (benzimidazol), como el producto orgánico (extracto etanólico de neem), ambos tratamientos mantuvieron bajo control la enfermedad y eso se expresa o se manifiesta en los rendimientos (o sea que si influyen ambos). Pero no existe diferencia significativa entre ambos tratamientos, lo cual ha dado como resultado que estadísticamente no exista diferencia entre tratamientos evaluados, pero si una pequeña diferencia entre medias de 2 kg a favor del extracto etanólico de neem.

#### **b. Fruto por planta**

En la mayoría de los cultivo, es de suma importancia tomar en cuenta el número de frutos que las plantas puedan producir, ya que en muchos de los casos las ganancias radican en la cantidad y calidad de fruto que se produzca.

El cultivo de pepino es uno de los casos que depende mucho de la cantidad de frutos que se produzcan, y no solo es la cantidad sino que también la calidad que se mantenga en la misma, y uno de los factores que afecta al cultivo en el rendimiento de fruto son los hongos, los cuales hacen

que las plantas produzcan menos o no produzcan nada, para ello se realizó esta investigación para la prevención del *Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum* ya que es un hongo que ha afectado económicamente al cultivo de pepino.

A continuación se detallan los resultados obtenidos en la investigación realizada en las dos parcelas, las cuales constaba con 15 surcos y 300 plantas por tratamientos y la tabla 10 muestra lo obtenido en promedio por planta y cada parcela, esto evaluado por hectárea.

Tabla 10.

*Promedio de número de frutos por planta de cada tratamiento evaluado para el control del Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum, en el cultivo de pepino, Aldea la Guitarra, Retalhuleu*

No. surco	Testigo uso convencional número de frutos por planta	Extracto etanólico de neem número de frutos por planta
1	131	91
2	48	53
3	83	66
4	94	88
5	84	83
6	87	88
7	101	84
8	75	65
9	101	110
10	113	83
11	105	96
12	88	110
13	93	71
14	44	79
15	88	114
Total	1335	1281

Como se puede observar en la tabla 10 de la cantidad de frutos que se recolectaron por planta y el total de cada uno de los tratamientos evaluados, indicando que el testigo donde se utilizó benzimidazol para el control del *Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum* en el cultivo de pepino dio 1,335 frutos y 1,281 frutos en el tratamiento donde se utilizó el extracto etanólico de neem.

Realizando una comparación entre parcelas se tiene como resultado que 54 frutos hay de diferencia entre tratamiento los cuales son a favor del testigo donde se utilizó benzimidazol, que esta diferencia probablemente por cuestiones ambientales (falta de lluvia), que no se realizó un riego homogéneo, ya que pudieron quedar plantas sin ser irrigadas debido a que el riego fue por una combinación de riego por bombeo y gravedad.

Tabla 11.

Análisis T de student del número de frutos por planta bajo el control de *Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum* en el cultivo de pepino, aldea la Guitarra, Retalhuleu 2019.

Estudio	N	Media	Desviación estándar	Error estandar de la media
<b>Testigo</b>	15	89	22.19	5.73
<b>Neem</b>	15	85.40	17.50	4.52

IC de 95% para la diferencia: (-7.94, 15.14)

Prueba T de diferencia = 0 (vs. no =): Valor T = 0.67 Valor P = 0.514

GL = 28

Según los resultados de la tabla 11, indica que estadísticamente si existe diferencia significativa entre tratamientos, esto debido a que el valor P 0.514 es menor al valor T 0.67. Demostrando que los tratamientos donde se utilizó producto químico benzimidazol y el extracto etanólico de neem si hay diferencia en cuanto al número de frutos por planta entre tratamiento, esto a favor del testigo (benzimidazol). Esto derivado de los factores de riego y fertilización, algunas plantas recibieron el riego y fertilización adecuada. En relación a la desviación estándar se demuestra que el Testigo (benzimidazol) muestra un resultado de 22.19 a diferencia del uso del extracto etanólico de neem que da como resultado 17.50. Indicando que en el tratamiento de neem tiene mayor concentración de número de frutos por planta en el centro del tratamiento y en el testigo el número de fruto por planta está distribuido en todo el tratamiento.

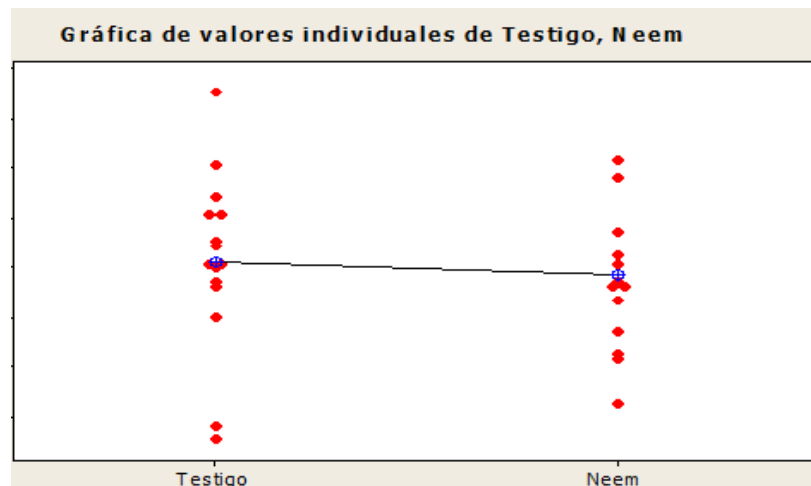


Figura 3. Comportamiento de los valores de cada uno de los tratamientos evaluados Testigo (benzimidazol) y extracto etanólico de neem.

La figura tres nos muestra el comportamiento de los tratamientos Testigo y Extracto etanólico de Neem, se puede observar que los puntos de la gráfica muestran una pequeña dispersión entre tratamiento, indicando la diferencia que existe entre tratamientos.

### c. Incidencia

Se comparó el porcentaje de incidencia de hojas con síntomas del hongo *Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum*, en el testigo y la parcela donde se aplicó extracto etanólico de neem, a continuación se reflejan los resultados en la figura 4.

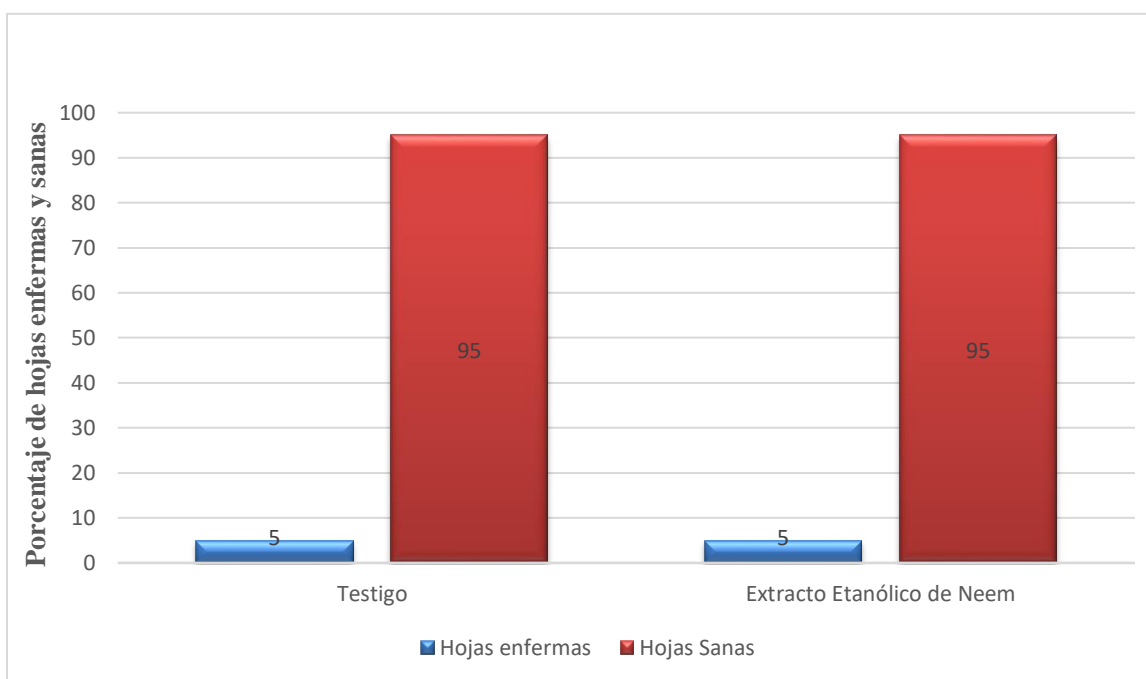


Figura 4. Porcentaje de incidencia de *Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum* en el cultivo de pepino, Aldea La Guitarra, Retalhuleu 2019.

Para la evaluación de la incidencia se cuantificaron el número de hojas infectadas con el hongo, dividiéndose dentro del total de hojas de la planta por cien, para obtener el valor en porcentaje. Estas lecturas se tomaron con una frecuencia de siete días.

Según la figura cuatro el 5% representan 50,000 hojas con síntomas provocados por el hongo *Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum*, que equivale a 1,000 planta por ha. lo cual se representa en la columna azul de la figura. Los datos de incidencia se dan en el mismo porcentaje con los dos tratamientos testigo (benzimidazol) y extracto etanólico de neem. Observando que la



columna roja muestra el 95% de hojas sanas, lo cual representa 950,000 hojas sanas, lo que equivale a 19,000 plantas sin síntomas de *Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum* en cada uno de los tratamientos evaluados, debido a que los resultados son similares.

Demostrando que tanto el producto que se utilizó en el testigo (benzimidazol) y el extracto etanólico de neem si funcionan de igual manera como fungicidas preventivos contra el *Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum*, debido a que su incidencia en el cultivo de pepino fue relativamente baja, por lo cual no representó mayores pérdidas.

#### d. Severidad

La severidad dentro de una plantación o cultivo es perjudicial para las ganancias, por ello esta investigación tenía como propósito medir el funcionamiento del extracto etanólico de neem versus el uso convencional del producto que los agricultores de Aldea la Guitarra utilizan (Benzimidazol) para la prevención de la enfermedad provocada por el hongo *Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum* en el cultivo de pepino.

A continuación se muestra la figura cuatro, donde indica el porcentaje de severidad que se dio en cada uno de los tratamientos evaluados en el cultivo de pepino.

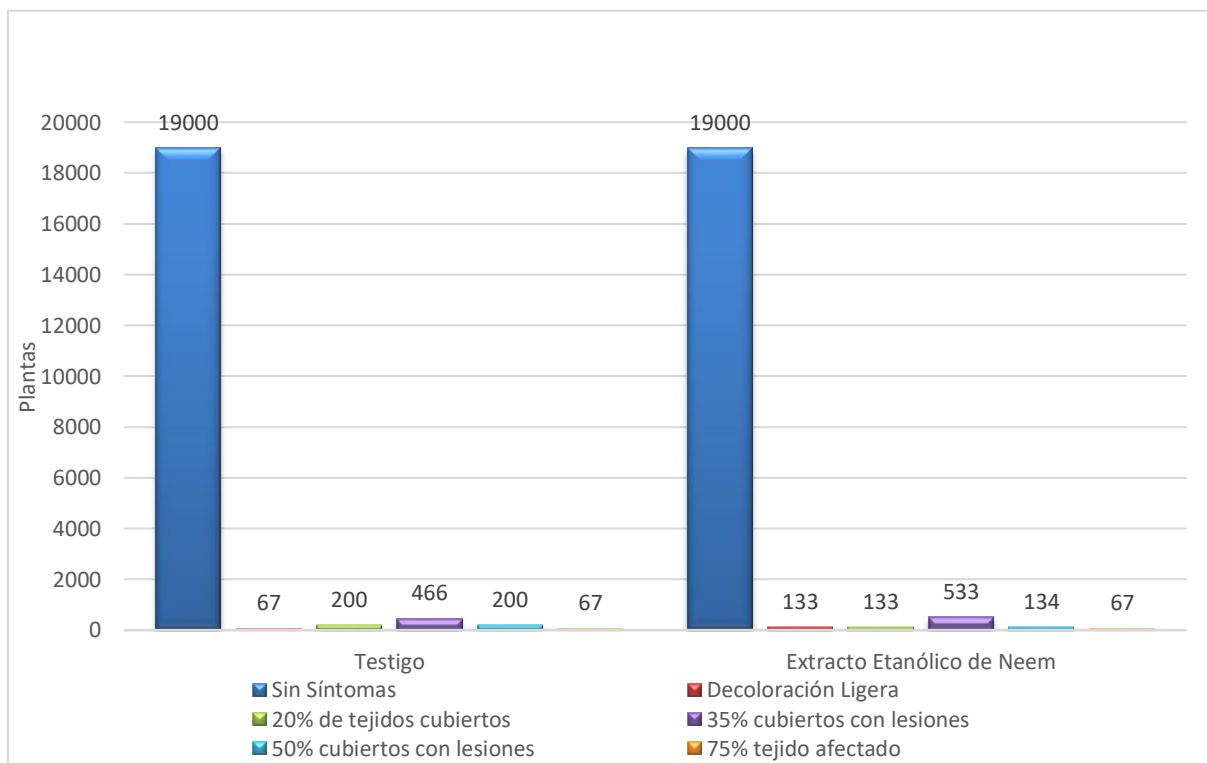


Figura 5. Número de plantas con severidad según la escala propuesta por el CIAT por hectárea, en Aldea la Guitarra, Retalhuleu, 2019.

De acuerdo con la figura cinco el comportamiento en los tratamientos testigo uso convencional por los agricultores y el uso de Extracto Etanólico de Neem se comportaron de una manera casi uniforme. Para el testigo de uso convencional el comportamiento según la escala propuesta por el CIAT fue de la siguiente manera, 19,000 plantas sin síntomas, 67 plantas con decoloración ligera, 200 plantas con el 20% de tejido cubiertos, 466 plantas con el 35% de tejido cubierto con lesiones, 200 plantas con el 50% de tejido cubierto con lesiones y 67 plantas con el 75% de tejido afectado y raíces muertas.

Para el tratamiento donde se utilizó el extracto etanólico de neem los resultados fueron casi similares en el control y prevención del *Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum* al testigo donde se utilizó el método convencional, según la escala propuesta por el CIAT el uso de extracto etanólico de neem dio como resultado, 19,000 plantas sin síntomas, 133 plantas con decoloración ligera, 133 plantas con el 20% de tejido cubiertos, 533 plantas con el 35% de tejido cubierto con lesiones, 134 plantas con el 50% de tejido cubierto con lesiones y 67 plantas con el 75% de tejido afectado y raíces muertas.

El total de plantas con severidad para cada uno de los dos tratamientos fue de 1000 plantas afectadas en la diferente severidad según la escala propuesta por la CIAT, lo cual indica que el 5% de las plantas por tratamiento fueron afectadas y el 95% de las plantas tratadas resulto sin síntomas, lo cual indica que el extracto etanólico de neem si tiene efecto preventivo del hongo *Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum*, en el cultivo de pepino.

### 3.1.2. Aspectos económicos

#### a. Indicadores económicos

Tabla 12.

*Análisis de rentabilidad por hectárea del cultivo de pepino en el control del Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum bajo el uso de benzimidazol y extracto etanólico de neem, Aldea la Guitarra, Retalhuleu 2019.*

Tratamiento	Ingreso neto	Total de egresos	Utilidad	Rentabilidad
<b>Testigo</b>	Q. 26,728.00	Q. 16,095.00	Q. 10, 633.00	66%
<b>Neem</b>	Q. 25,640.00	Q. 15,370.00	Q. 10,270.00	67%

En la tabla 12 se observar la rentabilidad obtenida en el análisis de costos, esto es resultado de tomar en cuenta el ingreso neto, dividido entre el total de egresos. En referencia al total de

egresos la diferencia se encuentra en el costo de productos (fungicidas), debido que el extracto etanólico de neem es mucho más económico que el producto químico (benzimidazol), ver anexos tablas 14 y 15. El cuadro muestra que el tratamiento del uso de extracto etanólico de neem tiene una rentabilidad del 66.81% siendo el mayor en rentabilidad a diferencia del testigo uso convencional por los agricultores de Aldea la Guitarra. La fórmula que se utilizó para obtener la rentabilidad fue la siguiente  $R = \frac{(\text{Ingreso Neto} - \text{Total de Egresos})}{\text{Total de Egresos}} * 100$ . Ver Anexos. Se demuestra que no hay una rentabilidad del 1% entre tratamiento que no es tan significativo, pero lo que se toma en cuenta son los beneficios ofrecidos por el extracto etanólico de neem a diferencia de benzimidazol, ya que el extracto no causa residualidad, tampoco resistencia ante los hongos y por ser de origen orgánico es saludable para el consumo humano.

Tabla 13.

*Análisis de Beneficio-Costo para los diferentes tratamientos del control del Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum en el cultivo de pepino, Aldea la Guitarra, Retalhuleu 2019.*

Tratamiento	Ingreso neto	Total de egresos	Beneficio/costo
<b>Testigo</b>	Q. 26,728.00	Q. 16,095.00	1.66
<b>Neem</b>	Q. 25,640.00	Q. 15,370.00	1.67

En la tabla 13 se observa que el tratamiento del uso de extracto etanólico de neem ha dado un centavo mayor de beneficio, entendiendo que por cada quetzal invertido se va ganar sesenta y siete centavos lo cual podemos indicar que no hay diferencia significativa entre el beneficio costos de cada tratamiento. El análisis económico financiero se realizó en base a los costos de producción elaborados durante la realización de la investigación, los que aparecen en el apartado de anexos identificados como tablas 14 y 15 respectivamente

### **3.2. Medios de verificación del proyecto.**

Como se puede apreciar en el inciso 3.1 aspectos técnicos, donde se han evaluado y discutido los resultados de cada una de las variables que se propuso en el desarrollo del proyecto, por lo consiguiente se mencionan los medios de verificación que se han utilizado para la ejecución y presentación del proyecto de grado uso de neem para el control de Fusarium en el cultivo de pepino, Aldea la Guitarra, Retalhuleu, los que a continuación se describen:

- Bitácora de la ejecución del proyecto de grado (donde se anotaron datos del avance y hechos relevantes de la gestión del proyecto y la respectiva fecha de ocurrencia). La cual fue presentada mensualmente al asesor para su aprobación y firma.
- Libreta de campo.
- Disco con fotos de la ejecución del proyecto de grado, el cual fue entregado a coordinación, donde se describe a través de fotografías cada uno de las etapas trabajadas durante la ejecución del proyecto.
- Informe final del proyecto, donde se plasma toda la investigación realizada.

### **3.3. Análisis de impactos del proyecto.**

**3.2.1. Económico.** Derivado de los resultados de la investigación realizada, se tiene la conclusión que al no presentarse diferencia significancia en el control de la enfermedad provocada por *Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum*, no hubo diferencia significativa en el control del hongo, lo cual deja un oportunidad para incluir el producto a una certificación orgánica, dando la oportunidad de mejorar el precio, ya que la investigación arroja que el cultivo se puede tratar orgánicamente. Demostrando la importancia del resultado indicando que si es efectivo el extracto etanólico de neem para el control de la enfermedad *Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum*, lo cual es bueno para la salud del productor como del consumidor final y amigable para el ambiente.

**3.2.2. Social.** Al inicio fue desafiante ya que ni los mismos agricultores que se involucraron en el proyecto creían que pudiese funcionar un producto orgánico como fungicida, pero durante el proceso, ellos mismos se abrieron el espacio y observaron cómo fue el efecto del neem para el control del Fusarium, y porque no decir de otros hongos que atacan al pepino, que tampoco se manifestó. Derivado de la necesidad existente de los agricultores que ellos cultivan el pepino en verano (época seca) a través de bombear el agua de un río e irrigar el cultivo a través de surcos de riego a gravedad, indicando que no cultivan en la época de lluvia porque lo aprovechan para la siembra de maíz y ajonjolí, aun siendo la época seca se han generado problemas de hongos.

De hecho cuando se empezó a vender el pepino fue muy aceptada por las amas de casas de la Aldea la Guitarra, por lo cual preguntaban si el producto era cultivado con productos químicos o era la investigación que se estaba llevando allí mismo en la aldea. Por lo cual se considera que se

dio una buena aceptación de parte de la sociedad en general, porque los agricultores se convencieron del funcionamiento del neem como fungicida.

**3.2.3. Ambiental.** El proyecto de grado evaluado es un producto 100% amigable con el medio ambiente, derivado que es era un contaminante. Por lo cual no deja huella de carbono la cual pueda provocar un deterioro en el ecosistema, como en la capa de ozono, por lo cual se considera como un producto orgánico, que no deja residualidad en el suelo, ni en el cultivo, lo cual es bueno para el ser humano y el ambiente.

Esto mismo es reconocido por los agricultores que participaron en el proyecto y por la misma sociedad quienes adquirieron el producto.

#### 4. CONCLUSIONES

- En cuanto a la incidencia no hay diferencia entre tratamientos debido a que cada uno representan el 5% equivalente a 50,000 hojas con síntomas provocados por el hongo *Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum*, que equivale a 1,000 planta por hectárea.
- En relación a la severidad, se demuestra que en los dos tratamientos, Testigo (benzimidazol) y extracto etanólico de neem fueron afectadas 1000 plantas en la diferente severidad según la escala propuesta por el CIAT, lo cual indica que el extracto etanólico de neem si tiene efecto sobre la prevención del *Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum*, en el cultivo de pepino.
- Se concluye que dados los resultados indican el producto químico (benzimidazol), como el producto orgánico (extracto etanólico de neem), no influyen en el peso del fruto pero si en el control del hongo, lo cual establece que estadísticamente no existe diferencia entre tratamientos evaluados, pero si una pequeña diferencia entre medias de 2 kg a favor del extracto etanólico de neem.
- La relación beneficio costo evaluados de los tratamientos testigo (uso convencional para el control de hongo) y extracto etanólico de neem, dio como resultado que el tratamiento extracto etanólico de neem, obtuvo mayor rentabilidad (67%), y su beneficio costo fue de 1.67.

## 5. RECOMENDACIONES

- Según los resultados obtenidos y los análisis estadísticos realizados se recomienda para la el control de *Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum* el uso de extracto etanólico de neem, debido a que los resultados han sido favorables, tanto en el la rentabilidad con 66.81%, 0.81% más sobre el testigo (uso convencional del control de hongos).
- Para requerimientos de exportación se recomienda utilizar el producto orgánico extracto etanólico de neem, debido a que no forma residualidad en los frutos y plantas, como a la vez no es contaminante para el medio ambiente y ser humano.
- Ser recomienda aplicaciones de cal dolomítica en conjunto con el extracto etanólico de neem, como la rotación de cultivos para evitar resistencia ante el extracto de neem.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Moreno, A., Alférez, A., Avilés, M., Diáneez, F., Blanco, R, Santos, M and Tello-Marquina, J. C. . (2001). *First report of Fusarium oxysporum f. sp. radicis-cucumerinum on cucumber in Spain.* .
- Muzafar B.and Vinod K. (2008). *Bioeficacia de extractos de plantas para controlar Fusarium solani F. Sp. Melongenae Incitant of Brinjal Wilt.* India: Global Journal of Biotechnology & Biochemistry .
- Aguilera, A. M. (3 de Enero de 2011). *Fusarium oxysporum f. sp cucumerinum* . Obtenido de Homo agricola: <http://elhocino-adra.blogspot.com/2011/01/fusarium-oxysporum-f-sp-cucumerinum.html>
- Arellano P. y Liliana M. . (1993). *Aislamiento, identificacion y patogenicidad de hongos causantes del complejo "caida de plantulas" en los cultivos de frejol (Phaseolus vulgaris L.) y zapallo de guarda (Cucurbita maxima Dcne.) evaluacion de la efectividad in vitro de seis fungicidas sobre.* Chile: Universidad Catolica de Valparaiso.
- BANGUAT. (2013). *Guatemala: valor (CIF) de las importaciones y valor (FOB) de las exportaciones por producto de la industria agropecuaria, extractiva y manufacturera (según clasificación del Banco de Guatemala) comercio general año 2014 (a febrero).* Guatemala: Banco de Guatemala.
- Berendsohn, W. G., A. K. Gruber & J. A. Monterrosa S. (2012). *Árboles nativos e introducidos de El Salvador.* . El Salvador.
- Bio-nica, B. d. (2009). *Guía técnica del pepino. pdf.* Nicaragua: Biblioteca virtual.
- Camacho, F. F. (2011). *El cultivo de pepino bajo invernadero.* . Almería, España: Universidad de Almería.
- Diana M. Fernández C., César J. González B. (2008). *Evaluación In Vitro de la actividad antifúngica del extracto Foliar del árbol (Azadirachta Indica) contra algunos hongos fitopatógenos, Bogotá D.C.* Bogotá D.C.: Pontificia Universidad Javeriana.
- Funk, V. A., P. E. Berry, S. Alexander, T. H. Hollowell & C. L. Kelloff. . (2007). *Checklist of the Plants of the Guiana Shield.* Venezuela: Contr. U.S.
- Garcia, M. (2017). *Taxonomía en plantas (Neem).* Escuela Normal Superior San Pedro Alejandrino.
- Govindachari T., Suresh G., Geetha G., Balaganesan B., Masilamani S. (1998). *Identification of antifungal compounds from the seed oil ofAzadirachta Indica* . India: Centre for Agrochemlcal Research, SPIC Science Foundation.
- Hernández, H. V. (2002). *Manejo integrado de enfermedades en el cultivo del algodónero. Memorias del IV curso regional de aprobación en el control de plagas del algodónero. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Unidad Laguna. Departamento de*



*Parasitología. Comisión Nacion. Torreón, Coahuila, México: Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro".*

Hortalan. (19 de Septiembre de 2014). *Fusariosis en Pepino, ¿Productos naturales?* Recuperado el 22 de Septiembre de 2018, de <http://www.hortalan.com/fusariosis-en-pepino-productos-naturales/>

Hortoinfo. (25 de Agosto de 2018). *Cultivo de pepino*. Obtenido de Información de hortalizas: [webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:PG-NmaFZt74J:www.hortoinfo.es/index.php/informes/cultivos/518-cultivo-del-pepino+&cd=18&hl=es&ct=clnk&gl=gt](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:PG-NmaFZt74J:www.hortoinfo.es/index.php/informes/cultivos/518-cultivo-del-pepino+&cd=18&hl=es&ct=clnk&gl=gt)

Laserna S, Laserna A. & Laserna J. (22 de agosto de 2018). *Pepino, taxonomía, y descripciones botánicas, morfológicas, fisiológicas y ciclo biológico consulta en línea*. Obtenido de <http://www.agroes.es/agricultura/info/>

López, C. (07 de Septiembre de 2018). *Guía técnica del cultivo de pepino. (En línea)*. Obtenido de <http://www.centa.gob.sv/uploads/documentos/guía-pepino.pdf>.

López, N. A. (2009). "*Supervivencia de Fusarium oxysporum Schlechtend.: Fr. f.sp. lycopersici (Sacc.) W.C. Snyder & H.N. Hans. en materia orgánica en la Comarca Lagunera de Coahuila*". Torreón, Coahuila: Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro".

MAG. (2008). *Cultivo de pepino*. Honduras: Ministerio de agricultura y ganadería.

Mondali N., Mojumdar A., Chatterje S., Banerjee A., Datta J., Gupta S. (2009). *Actividades antifúngicas y caracterización química de extractos de hojas de Neem sobre el crecimiento de algunas especies de hongos seleccionadas en medio de cultivo in vitro*. West Bengal, India: The University of Burdwan.

Muller Klein E. y Helmut B. (1982). *Diagnóstico y observaciones sobre la epifitología de las enfermedades postcosecha del melón (Cucumis melo L.) en Cañas, Guanacaste. .* San José Costa Rica: Universidad de Costa Rica, Escuela de Fitotecnia.

Muñoz, S. (2001). *El aceite de neem Azadirachata indica A. Juss, y su relación con el control de la roya de la hoja de trigo Var. Baviacora*: Instituto Tecnológico Agropecuario.

Padilla R., y Sandoval J. (2010). *El injerto de cucurbitáceas: Alternativa tecnológica para producir sandía en suelos infestados por el hongo fusarium*. Chetumal, Quintana Roo: CIRSE-CAECHET-INIFAP.

Paz, E. S. (2015). *Descripción de la dinámica de absorción nutrimental en el cultivo de pepino (cucumis sativus l. Híbrido diomede), bajo condiciones de invernadero en el centro experimental docente de la facultad de agronomía (CEDA), GUATEMALA, C.A.* Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

R. Botet, J.M. Álvarez, A. Garcés-Claver . (2011). *Fenotipado de una población rils para la resistencia a Fusarium Oxysporum F.SP. melonis RAZA 1,2 EN MELÓN (Cucumis melo L.)* . Aragón: Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón.

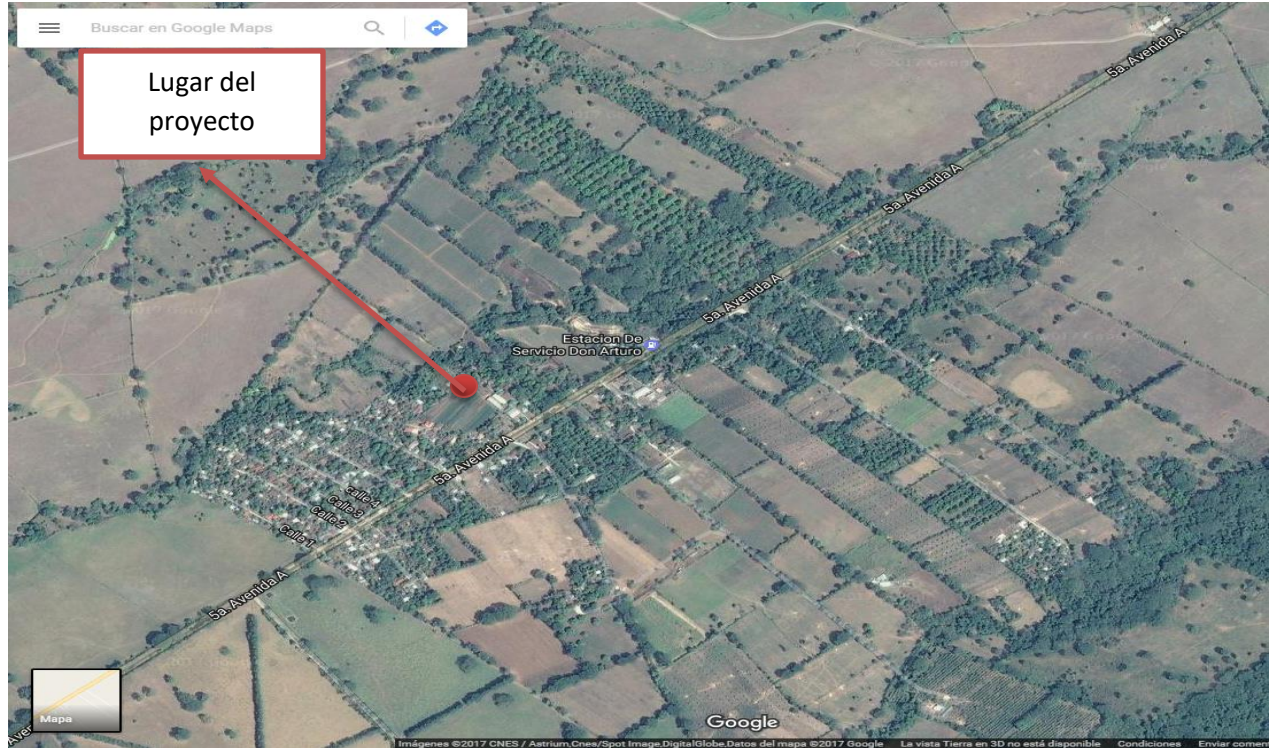
Ramos, R. (2002). *Aceite de Neem un insecticida Ecológico para la agricultura*. <http://www.zoetenocampo.com/Documentos/Neem/neem01.htm>.

- Rodríguez, J. D. (2017). *Evaluación in vitro de la actividad antimicrobiana de extractos vegetales de azadirachta indica y melia azedarach contra burkholderia glumae y colletotrichum gloeosporioides*. Sincelejo: UNIVERSIDAD DE SUCRE.
- SAG. (2005). *Cultivo de pepino*. Costa Rica: PROMOSTA.
- Santos, J. F. (2013). *Evaluación de tres insecticidas a base de neem sobre el manejo de adultos de mosca blanca ( bemisia tabaci ; aleyrodidae) en pepino; aldea las tunas, salamá .* Guatemala: Universidad Rafael Landivar.
- SEGEPLAN. (2001). *Mapa de Fisiografía y Geomorfología*. Retalhuleu: Proyecto MAGA-ESPREDÉ-CATIE.
- SEGEPLAN. (2011). *Dirección de Planificación Territorial plan de Desarrollo Municipal*. Retalhuleu: Secretaria General de Planificación.
- SINAVMP, S. N. (24 de Junio de 2016). *Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum*. Recuperado el 22 de Septiembre de 2018
- Siul D., Velazquez R. , Bolaños B. , Iñiguez J., Ángel D., Galarza L. (2015). *Hongos causantes de enfermedades postcosecha en chayote (sechium edule (jacq.) Sw.) y su control in vitro* *Hongos causantes de enfermedades postcosecha en chayote (sechium edule (jacq.) Sw.) y su control in vitro*. Costa Rica: San Pedro de Montes de Oca.
- Srivastava K., Gupta K., Tripathi C., Sarvate R. (1997). *Actividad antifúngica de productos vegetales en hongos espermozófitos de semillas de Azadirachta indica (neem)*. India: Indian Forester .
- Uzma S., Ishrat N., Jawed N. and Nasreen S. . (2008). *Antifungal effect of essential oils on in vitro growth of pathogenic fungi .* Pakistan: Pakistan Agricultural Research Council.
- Zamora, C. M. (2003). *Guía técnica cultivo de pepino*. El Salvador: Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal.

## 7. ANEXOS

Anexo A.

Mapa del aldea la Guitarra lugar donde se realizará el proyecto de grado.



Anexo B.

*Presupuesto desglosado tratamiento testigo (Carberdazim) por hectárea para el control del Fusarium oxysporum, en el cultivo de pepino, Aldea la Guitarra, Retalhuleu 2019.*

Conceptos	Unidad de Medida	Cantidad	Valor unitario	Valor Total
<b>A. Costos Directos (Variables)</b>				
<b>1. Insumos Agrícolas</b>				
Pilones	1	20000	0.15	Q 3,000.00
Pita	Rollo	11	45	Q 495.00
Fertilizante (Biofermento)	Galón	10	50	Q 500.00
Insecticidad (A base de neem)	Litro	2	150	Q 300.00
Fungicida (Carberdazim)	Litro	3	250	Q 750.00
		<b>Sub Total</b>		<b>Q 5,045.00</b>
<b>Mano de Obra</b>				
Preparación del terreno	-	1	Q 500.00	Q 500.00
Trazo de parcela	Jornal	2	Q 50.00	Q 100.00
Siembra	Jornal	25	Q 50.00	Q 1,250.00
Tutoreo	Jornal	25	Q 50.00	Q 1,250.00
Control de maleza	Jornal	23	Q 50.00	Q 1,150.00
Control plagas y enfermedades	Jornal	23	Q 50.00	Q 1,150.00
Fertilización	Jornal	23	Q 50.00	Q 1,150.00
Riego	Jornal	15	Q 50.00	Q 750.00
Cosecha	Jornal	25	Q 50.00	Q 1,250.00
		<b>Sub Total</b>		<b>Q 8,550.00</b>
<b>B. Costos indirectos (Fijos)</b>				
Arrendamiento del terreno	Ha.	1	Q 2,500.00	Q 2,500.00
		<b>Sub Total</b>		<b>Q 2,500.00</b>
<b>Total de egresos</b>				<b>Q 16,095.00</b>
<b>Total de ingresos netos</b>				<b>Q 26,728.00</b>
<b>Utilidad</b>				<b>Q 10,633.00</b>
<b>Rentabilidad</b>				<b>66%</b>

Anexo C.

*Presupuesto desglosado tratamiento extracto etanólico de neem, en el cultivo de pepino (Cucumis sativus), Aldea la Guitarra, Retalhuleu.*

Conceptos	Unidad de Medida	Cantidad	Valor unitario	Valor Total
<b>A. Costos Directos (Variables)</b>				
<b>1. Insumos Agrícolas</b>				
Pilones	1	20000	0.15	Q 3,000.00
Pita	Rollo	11	45	Q 495.00
Fertilizante (Biofermento)	Galón	10	50	Q 500.00
Insecticidad (A base de neem)	Litro	2	50	Q 100.00
Fungicida (Extracto de neem)	Litro	3	75	Q 225.00
			<b>Sub Total</b>	<b>Q 4,320.00</b>
<b>Mano de Obra</b>				
Preparación del terreno	-	1	Q 500.00	Q 500.00
Trazo de parcela	Jornal	2	Q 50.00	Q 100.00
Siembra	Jornal	25	Q 50.00	Q 1,250.00
Tutoreo	Jornal	25	Q 50.00	Q 1,250.00
Control de maleza	Jornal	23	Q 50.00	Q 1,150.00
Control plagas y enfermedades	Jornal	23	Q 50.00	Q 1,150.00
Fertilización	Jornal	23	Q 50.00	Q 1,150.00
Riego	Jornal	15	Q 50.00	Q 750.00
Cosecha	Jornal	25	Q 50.00	Q 1,250.00
			<b>Sub Total</b>	<b>Q 8,550.00</b>
<b>B. Costos indirectos (Fijos)</b>				
Arrendamiento del terreno	Ha.	1	Q 2,500.00	Q 2,500.00
			<b>Sub Total</b>	<b>Q 2,500.00</b>
<b>Total de egresos</b>				<b>Q 15,370.00</b>
<b>Total de ingresos netos</b>				<b>Q 25,640.00</b>
<b>Utilidad</b>				<b>Q 10,270.00</b>
<b>Rentabilidad</b>				<b>66.81%</b>

Anexo D.  
Cronograma de actividades

2019																																
ACTIVIDADES	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4												
Compra de pilones	■																															
Preparación del Terreno		■																														
Siembra		■																														
Tutorio			■																													
Control de Maleza			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																				
Fertilización			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																				
Control y monitoreo de plagas y enfermedades			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																				
Toma de Datos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																				
cosecha									■			■									■											

