

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN RIEGOS

EFFECTO DE UN BIOINOCULANTE Y FERTILIZANTE SOBRE EL RENDIMIENTO DE PEPINO;
ASUNCIÓN MITA, JUTIAPA
TESIS DE GRADO

JULIO ALEXANDER VEGA GARCÍA
CARNET 21360-11

JUTIAPA, MAYO DE 2018
SEDE REGIONAL DE JUTIAPA

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN RIEGOS

EFFECTO DE UN BIOINOCULANTE Y FERTILIZANTE SOBRE EL RENDIMIENTO DE PEPINO;
ASUNCIÓN MITA, JUTIAPA
TESIS DE GRADO

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

POR
JULIO ALEXANDER VEGA GARCÍA

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

JUTIAPA, MAYO DE 2018
SEDE REGIONAL DE JUTIAPA

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.

VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO

VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO

VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS

SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ

SECRETARIO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA

DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN
ING. GUILLERMO ALFREDO PONCE SCHLEEHAUF

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN
ING. FELIPE NERI MORÁN MORALES

Guatemala, 31 de mayo de 2018.

Honorable Consejo de
La Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente.

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago contar que he procedido a revisar el Informe Final de Tesis del estudiante Julio Alexander Vega García, que se identifica con carné 2136011, titulado: "**Efecto de un bioinoculante y fertilización sobre el rendimiento de pepino; Asunción Mita, Jutiapa**", el cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad para ser aprobado, por lo que solicito sea revisado por la terna que designe el Honorable Consejo de la Facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



Ing. Agr. Guillermo Alfredo Ponce Schleeauf

Colegiado No. 1372

Guillermo Alfredo Ponce Schleeauf
Ingeniero Agronomo
Colegiado No. 1372



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 06950-2018

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante JULIO ALEXANDER VEGA GARCÍA, Carnet 21360-11 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN RIEGOS, de la Sede de Jutiapa, que consta en el Acta No. 0695-2018 de fecha 26 de mayo de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EFFECTO DE UN BIOINOCULANTE Y FERTILIZANTE SOBRE EL RENDIMIENTO DE PEPINO; ASUNCIÓN MITA, JUTIAPA

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN RIEGOS en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 30 días del mes de mayo del año 2018.



MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA, SECRETARIO
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar

AGRADECIMIENTOS

A:

Dios por ser mi guía y brindarme la sabiduría y la bendición de cumplir esta meta.

La Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas por ser parte de formación profesional.

La Escuela Nacional Central de Agricultura por su formación en el ámbito agrícola por sembrar el conocimiento para lograr este éxito.

DEDICATORIA

Dios: Por estar siempre a mi lado en todo momento y brindarme su bendición en cada paso de la vida.

Mis padres: Julio Guadalupe Vega Rojas y Silvia Elizabeth García Pérez a quien quiero mucho y agradezco todo su apoyo en el transcurso de la carrera por estar siempre apoyándome en cada decisión.

Hermano: Kevin Oswaldo Vega García a quien quiero mucho por ser amigo, hermano y todo, le agradezco por su apoyo durante la formación de este documento.

Hermana: Elva Elizabeth Vega García agradezco por apoyarme y su insistencia.

ÍNDICE

RESUMEN.....	xii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1 Origen del pepino	3
2.2 Aspectos botánicos del pepino	3
2.2.1 Semilla.....	3
2.2.2 Germinación.....	3
2.2.3 Raíz.....	3
2.2.4 Tallo	3
2.2.5 Hojas.....	3
2.2.6 Flor	3
2.2.7 Fruto	4
2.2.8 Tutor.....	4
2.3 Etapas fenológicas	4
2.4 Requerimientos edáficos y climáticos	5
2.4.1 Condiciones climáticas	5
2.4.2 Condiciones edáficas	6
2.5 Preparación del terreno.....	6
2.6 Siembra.....	7
2.7 Principales plagas	7
2.7.1 Principales plagas del pepino	7
2.8 Principales enfermedades	7
2.9 Principales malezas.....	8

2.10 Fijación de nitrógeno por bacterias	8
2.11 Bacterias solubilizadoras de fosfatos.....	9
2.12 Bacterias solubilizadoras de potasio.....	10
2.13 Antecedentes.....	10
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO.....	11
4. OBJETIVOS.....	12
4.1 OBJETIVO GENERAL	12
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
5. HIPOTESIS.....	13
6. METODOLOGÍA	14
6.1 Localización del trabajo.....	14
6.2 Material experimental.....	15
6.3 Factores a estudiar	16
6.4 Descripción de los tratamientos.....	16
6.5 Diseño experimental	17
6.6 Modelo estadístico.....	17
6.7 Unidad experimental.....	18
6.8 Croquis de campo	19
6.9 Manejo del experimento	21
6.9.1 Siembra.....	21
6.9.2 Riegos	21
6.9.3 Fertilizaciones.....	21
6.9.4 Control de malezas	21
6.9.5 Control de plagas y enfermedades	21
6.10 Variables de respuesta	21

6.10.1 Rendimiento del cultivo	21
6.10.2 Cantidad de fruto por planta.....	21
6.10.3 Cantidad de flores por planta	22
6.11 Análisis de la información.....	22
6.11.1 Análisis estadístico.....	22
6.11.2 Análisis económico	22
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
7.1 Rendimiento de kilogramos por hectárea	23
7.2 Numero de frutos por planta en el cultivo de pepino en el municipio de Asunción Mita. ...	25
7.3 Numero de flores por planta en el cultivo de pepino en el municipio de Asunción Mita. ...	27
7.4 Análisis Económico.....	31
8. CONCLUSIONES	33
9. RECOMENDACIONES	34
10. REFERENCIAS BIBIOGRÁFICAS	35
11. ANEXOS.....	36

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 01. Descripción del ciclo fenológico del pepino.	5
Cuadro 02. Dosis de fertilizante en Kg/ha.	16
Cuadro 03. Descripción de los tratamientos.....	17
Cuadro 04. Análisis de varianza para el rendimiento del cultivo de pepino equivalente en kilogramos por hectárea.	23
Cuadro 05. Prueba de Tukey sobre el rendimiento de Kg/ha del cultivo de pepino en el municipio de Asunción Mita.	24
Cuadro 06. Análisis de varianza para el número de frutos por plantas.	25
Cuadro 07. Prueba de separación de Tukey para el numero de frutos por planta.	26
Cuadro 08. Análisis de varianza para el número de flores por planta en el cultivo de pepino.	27
Cuadro 09. Prueba de Tukey sobre el número de flores por planta en el cultivo de pepino.	28
Cuadro 10. Prueba de Tukey en número de flores por planta sobre las dosis de fertilizante.....	29
Cuadro 11. Porcentaje de flor cuajada y abortada en el cultivo de pepino.	30
Cuadro 12. Análisis de costos (Q/ha) en las evaluaciones de un efecto de bioinoculante y cinco dosis de fertilizante sobre el rendimiento del cultivo de pepino (Cucumis sativus) en el municipio de Asunción Mita, Jutiapa.	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01. Localización del Trabajo.	14
Figura 02. Croquis de la Unidad Experimental.	19
Figura 04. Preparación de suelo e instalación de riego por goteo.	39
Figura 05. Instalación del sistema de riego por goteo.	40
Figura 06. Emplastado y perforación de mulch.	41
Figura 07. Pilon de 15 DDT.	42
Figura 08. Bioinoculante Bonasol 16 EW.	42
Figura 09. Preparación del Bioinoculante.	43
Figura 10. Desarrollo vegetativo.	44
Figura 11. Desarrollo vegetativo y de fructificación 35 DDT.	45
Figura 12. Desarrollo vegetativo 45 DDT.	46
Figura 13. Cosecha, recolección, pesaje.	46

EFFECTO DE UN BIOINOCULANTE Y FERTILIZANTE SOBRE EL RENDIMIENTO DE PEPINO; ASUNCION MITA, JUTIAPA

RESUMEN

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el municipio de Asunción Mita, departamento de Jutiapa, tuvo como objetivo la evaluación del efecto de un bioinoculante y cinco dosis de fertilizante sobre el rendimiento del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*). Durante la investigación permitió establecer el requerimiento de bioinoculante y cinco dosis de fertilizante. Las variables evaluadas, fueron rendimiento del cultivo pepino, número de frutos por planta y número de flores por planta, lo cual se determinó la interacción con mayor rendimiento y factibilidad. El tratamiento 1 es la interacción de bioinoculante y dosis de fertilizante 35 Kg/ha de N, 95 Kg/ha de P y 100 Kg/ha de K el cual se produjo mayor rendimiento de 88185.61 Kg/ha, en este mismo tratamiento se obtuvo la cantidad de 16.01 frutos por planta. El tratamiento 2 presentó un rendimiento de interacción de bioinoculante y dosis de fertilizante 29.25 Kg/ha de N, 71.25 Kg/ha de P y 75 Kg/ha de K con un rendimiento de 78835.23 Kg/ha. Se determinó que al aplicar bioinoculante y una dosis de fertilizante 35 Kg/ha de N, 95 Kg/ha de P y 100 Kg/ha de K se aseguró el cuajado de la flor en un 58.74%. Se realizó un análisis económico para determinar beneficio económico y rentabilidad por tratamiento. El tratamiento 1 y 3 fueron los de mayor rentabilidad y beneficio/costo, teniendo una rentabilidad del 18% y el tratamiento 3 con una rentabilidad de 10%.

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.), pertenece a la familia de las cucurbitáceas. Su origen se sitúa en regiones tropicales de Asia, es considerada muy importante su contenido de nutrientes, fibra, vitamina A y C. En Guatemala, el pepino es de gran importancia económica, ya que tiene un alto índice de consumo en la población, sirve de alimento en fresco como procesado. El cultivo de pepino presenta retos a trabajar con bacterias y hongos como *Azospirillum brasilenses*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas* sp, *Bacillus subtilis* y *Glomus intraradices* dado que el estudio de bacterias y hongos asociadas a las plantas es una línea que avanza muy lentamente en Guatemala.

Los bioinoculantes son productos que contienen microorganismos vivos o latentes (bacterias y hongos, solos o combinados) y que al ser agregados a los cultivos incrementan el suministro o la disponibilidad de nutrientes primarios para las plantas. La factibilidad del uso de microorganismos como una opción para aumentar la productividad agrícola, así como también por el creciente interés por tecnología para la producción de alimentos libres de pesticidas, compatibles con la conservación de los recursos naturales. Los efectos directos que ejerce el bioinoculante es el reabastecimiento de los nutrientes del suelo.

La fijación biológica de nitrógeno aumenta la disponibilidad de estos nutrientes solubilizando fósforo y potasio. Ampliando el acceso de las plantas, aumentando el volumen de la raíz o modificando su morfología, no obstante, se han obtenido resultados satisfactorios al inocular diversos cultivos con *Azospirillum brasilens*, *Pseudomonas fluorescens* y otros microorganismos.

Los microorganismos presentes en el suelo ejercen una acción específica cuando se relacionan con una especie vegetal. El estudio de la relación microorganismo-planta es importante, ya que permite establecer una relación entre el tipo de suelo, la variedad de planta y el micro-biota asociada. Como una alternativa al uso de fertilizantes químicos y reguladores sintéticos del crecimiento vegetal.

Los presentes microorganismos del suelo como *Azospirillum brasilens*, que incrementa la fertilidad natural del suelo, benefician el desarrollo vegetal a través de diferentes mecanismos como la fijación no simbiótica de nitrógeno. *Bacillus subtilis*, actúa como bioestimulante del crecimiento radicular, pues promueve un desarrollo de raíces más fuertes y sanas debido a la secreción de fitohormonas, incremento de masa radicular, una mejor asimilación de nutrientes.

La presente investigación tiene como objetivo determinar diferentes dosis de fertilizante y evaluar el efecto del bioinoculante para la reducción de costos de producción, aumentar el rendimiento en Kg/ha en el área de Asunción Mita.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Origen del pepino

El pepino pertenece a la familia de las cucurbitáceas y su nombre científico es *Cucumis sativus* L. 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 de la especie tenemos que es anual, herbácea de crecimiento rastrero e indeterminado (Infoagro, 2010).

2.2 Aspectos botánicos del pepino

2.2.1 Semilla. Es ovalada de color blanco amarillenta, está protegida por una cubierta dura, su tamaño es de 8 a 10mm de longitud con grosor de 3 a 5mm.

2.2.2 Germinación. El período de germinación varía de 3 a 4 días en condiciones favorables.

2.2.3 Raíz. El sistema radicular consiste en una raíz principal que alcanza de 1.0 a 1.2 m de largo, ramificándose en todas las direcciones, principalmente entre los primeros 25 a 30 cm del suelo.

2.2.4 Tallo. Es una guía con zarcillos con un eje principal que da origen a varias ramas laterales, principalmente en la base, entre los primeros 20 y 30 cm, dividiéndose en ramas laterales primarias y secundarias. Son tallos que pueden alcanzar hasta 3.5 m de longitud en condiciones normales. Los zarcillos ayudan a la planta a sujetarse a las superficies.

2.2.5 Hojas. Son simples acorazonadas, pecioladas, palmonervadas, alternas, pero opuesta a los zarcillos, son ásperas y poseen de 3 a 5 lóbulos angulados y triangulares, epidermis con cutícula delgada que minimiza la transpiración excesiva (CENTA, 2003).

2.2.6 Flor. Contiene flores de ambos sexos en la misma planta, por lo que se le considera monoica, de polinización cruzada; algunas variedades presentan flores hermafroditas. Al inicio se presentan solo flores masculinas en la parte baja de la planta, al centro, en igual proporción, las flores masculinas y femeninas y en la parte superior predominan las femeninas. Las flores masculinas como las femeninas se sitúan en las axilas de las guías secundarias (CENTA, 2003).

Las masculinas tienen el cáliz acorazonado con 5 dientes acuminados en forma de lesna, corola adherida al cáliz, en forma de campana, venosa, arrugada y con 5 divisiones. El disco central es trígono, truncado, cubierto por los estambres, que son en número de 3.

Las femeninas tienen la corola y el cáliz igual que las masculinas, 3 filamentos estériles, un estilo y 3 estigmas bifidos. Generalmente días cortos, temperaturas bajas y suficiente agua, inducen a la formación de mayor número de flores femeninas. Si los días son largos, temperaturas altas y sequía, estas condiciones favorecen la formación de flores masculinas.

La polinización se efectúa en el ámbito de campo, principalmente a través de las abejas. La productividad del cultivo dependerá en gran medida de la cantidad de flores femeninas que tenga, pues estas mismas se convertirán en frutos.

2.2.7 Fruto. Se considera como una baya falsa (pepónide), alargado cilíndrico, mide entre 15 y 35 cm de longitud, según el cultivo. Es un fruto carnoso color blanco en su interior y el exterior de color verde oscuro o claro, ásperos y verrugosos.

En el estadio joven los frutos presentan en la superficie espinas falsas de color blanco o negro, cerosas; en su estadio juvenil que con el tiempo se caen, es el punto óptimo de la cosecha y en su estadio de madurez presentan un color amarillo (CENTA, 2003)

2.2.8 Tutor. El crecimiento de la planta de pepino en un tutor, ayuda a aprovechar mejor el terreno, facilita las labores de cultivo (aporca, deshierba y aplicación de agroquímicos), aumenta la ventilación, facilita la cosecha, mejora la calidad del fruto en cuanto a sanidad y apariencia. El tutor para pepino consiste en un conjunto de postes cada 3 m, con dos líneas de alambre a 0.8 a 1.3 m de altura, en los cuales se amarran las guías con pabito (Infoagro, 2010).

2.3 Etapas fenológicas

Bajo las condiciones climáticas promedio de Guatemala, el pepino presenta un ciclo fenológico como se presenta en el cuadro 1:

Cuadro 1
Descripción del ciclo fenológico del pepino.

Estado fenológico	Días después de la siembra
Emergencia	4-6
Inicio de emisión de guías	15-24
Inicio de floración	27-34
Inicio de cosecha	43-50
Fin de cosecha	75-90

(INFOAGRO, 2011)

Como se observa el ciclo del pepino es corto y que puede variar de una localidad a otra dependiendo de las condiciones edafoclimáticas, variedad y manejo.

2.4 Requerimientos edáficos y climáticos

2.4.1 Condiciones climáticas. El pepino por ser una especie de origen tropical, exige temperaturas elevadas y humedad relativa alta. Sin embargo, se adapta a climas cálidos y templados, se cultiva desde las zonas costeras hasta los 1,200 m sobre el nivel del mar. Mayor a 40°C el crecimiento se detiene, con temperaturas inferiores a 14°C, el crecimiento cesa y en caso de prolongarse esta temperatura, se caen las flores femeninas (Bio-nica, 2009).

La planta muere cuando la temperatura desciende a menos de 1°C, comenzando con un marchitamiento general de muy difícil recuperación. Respecto a la humedad relativa del aire, el cultivo es muy exigente, excepción del período de recolección, período en que las planta se hace más susceptible a algunas enfermedades fungosas, que prosperan con humedad relativa alta.

La precipitación, así como la humedad, deben ser relativamente bajas, de manera que reduzca la incidencia de enfermedades. La calidad de los frutos en áreas húmedas es más baja que la de zonas secas. Es aconsejable establecer el cultivo en terrenos bien soleados, debido que una alta intensidad de luz estimula la fecundación de las flores, mientras que una baja intensidad de luz, la reduce.

Los vientos con varias horas de duración con más de 30 km/hr de velocidad, aceleran la pérdida de agua de la planta, al bajar la humedad relativa del aire; aumentando las exigencias hídricas de la planta, se reduce la fecundación por menor humedad de los estilos florales. En definitiva, provoca detención de crecimiento, reduce la producción y acelera la senescencia de la planta, al dañar follaje, especialmente tallos y hojas. Debe cultivarse en sitios resguardados del viento, o disponer de cortinas rompe vientos (Bio-nica, 2009).

2.4.2 Condiciones edáficas. 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. (Bio-nica, 2009).

En cuanto a pH, el cultivo se adapta a un rango de 5.5-6.8, soportando incluso hasta de 7.5, se deben evitar los suelos ácidos con pH menores de 5.5 (Bio-nica, 2009).

Si se cultiva bajo condiciones de riego por surcos, es básico considerar la topografía del terreno teniendo presente que las pendientes deben ser uniformes y poco pronunciadas (0.1-2%). Las pendientes desuniformes ocasionan riegos ineficientes y las pendientes pronunciadas aumentan la velocidad del agua, con lo cual se aumenta el riesgo de erosión (Bio-nica, 2009).

2.5 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. (Bio-nica, 2009).

La preparación del suelo se debe iniciar con la mayor anticipación posible, para favorecer el control de malezas, 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. (Bio-nica, 2009).

2.6 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). Utilizándose un pilón por postura. (Bio-nica, 2009).

2.7 Principales plagas

2.7.1 Principales plagas del pepino. Diabrotica sp. importante durante las primeras etapas del cultivo ya que pueden desfoliar completamente las plantas jóvenes, gusanos perforadores del fruto *Diaphania nitidalis* y *Diaphania hyalinata* importantes durante la etapa de formación del fruto, minador de la hoja *Lyriomiza* sp. construyen galerías en las hojas, ataques severos pueden causar reducciones en la cosecha y en la calidad del fruto. Pulgones, *Aphis gossypii*, los adultos y ninfas se alimentan de la savia de las hojas provocando clorosis y deformación del follaje, además son vectores de enfermedades virales. Mosca blanca, *Bemisia* sp. es vector de varias enfermedades virales (Bio-nica, 2009).

2.8 Principales enfermedades

Las enfermedades que atacan al cultivo de pepino son el mildiú vellosa, (*Pseudoperonospora cubensis*), los síntomas son manchas de color amarillo claro limitadas por las nervaduras de la hoja, en el envés de la hoja se observan las estructuras del hongo de apariencia algodonosa. Cuando el ataque es severo las plantas se desfolian y la producción se ve reducida considerablemente. Pudrición de la raíz y el tallo (*Fusarium solani f.s. cucurbitae*), en la base del tallo se observa una lesión oscura que ahorca a la planta. Antracnosis, (*Colletotrichum orbiculare*), se observan manchas húmedas en el follaje que se expanden por la lámina de la hoja de color marrón, puede atacar tanto al follaje como a los frutos. En el follaje los síntomas pueden observarse en el tejido joven. (Bio-nica, 2009).

2.9 Principales malezas

Las malezas son especies, no deseadas por el hombre, ya que en determinados momentos compiten por agua, luz, nutrientes y espacio físico con plantas cultivadas, afectan el rendimiento y calidad de los cultivos, pueden actuar como huéspedes de plagas, enfermedades, nemátodos y pueden dificultar la cosecha en algunos casos.

Las malezas según su ciclo vegetativo en zonas cálidas pueden ser:

Perennes son aquellas que pueden o no completar su ciclo, pero pueden vivir por más de dos temporadas, en las que podemos encontrar están: Coyolillo (*Cyperus rotundus*), Barrenillo (*Cynodon dactylon*), Pasto Johnson (*Sorghum halapense*).

Anuales son aquellas que completan su ciclo dentro de la temporada y producen, por lo general, una alta cantidad de semillas, en las que podemos encontrar son: Zacate de agua (*Echinochloa colona*), Pata de gallina (*Euleusine indica*), Verdolaga (*Portulaca oleracea*), Huisquilite (*Amaranthus hybridus*).

2.10 Fijación de nitrógeno por bacterias

El nitrógeno es un mineral muy móvil en la naturaleza, este elemento es muy rápido en el suelo ocasionando que el aprovechamiento en los cultivos en las formas asimilables sea muy poco por las pérdidas por lixiviación y volatilización en forma de amoníaco y nitratos.

La atmosfera está constituida en un 78% de nitrógeno molecular, un gas inerte que no está disponible para las plantas (Peña y Reyes, 2007). La principal fuente de este elemento para las plantas es la materia orgánica del suelo, la cual es oxidada por los microorganismos para liberar el nitrógeno en forma inorgánica. En suelos con poca cantidad de materia orgánica, no proporciona a los cultivos cantidades suficientes de nitrógeno inorgánico, por lo que la fijación de nitrógeno adquiere gran importancia como fuente de nitrógeno adicional (Chotte et al., 2002). La fijación de nitrógeno es llevada a cabo por microorganismos que tiene la capacidad de reducir el nitrógeno atmosférico (N_2) a amonio (NH_4^+), mismo que puede ser utilizado por las plantas, contribuyendo a mejorar la productividad de los cultivos, cualquier deficiencia en los compuestos nitrogenados orgánicos e inorgánicos del suelo estimula la fijación microbiana de N_2 (Mantilla Paredes et al., 2009).

Chebotar et al. (2001) menciona que la interacción planta-microorganismo puede mejorar el rendimiento de las plantas hasta un 20%. Aún cuando se conoce un gran número de bacterias de vida libre o asociativas que fijan N₂, solo algunas destacan por su potencial como biofertilizantes o como promotoras del crecimiento; entre los géneros más conocidos están *Azotobacter*, *Beijerinckia*, *Dexia*, *Azospirillum*, *Psuedomonas* (Díaz et al., 2001).

Estudios han comprobado que cuando inoculamos bacterias fijadoras de nitrógeno en el suelo lo hacemos más eficiente es decir disminuimos las perdidas por las causas anteriormente mencionadas. Existen dos microorganismos que se reconocen en la naturaleza que se encargan de la fijación de este mineral los cuales son *Azospirillum brasilensi* y *Rhizobium* el primero es de vida libre es decir no requiere de estar hospedado en ninguna planta el segundo vive en raíces de plantas leguminosas. Estudios realizados confirman que las cantidades de nitrógeno atmosférico que se aprovecha por fijación biológica son de un 30-50 %.

2.11 Bacterias solubilizadoras de fosfatos

El fósforo (P) es uno de los nutrientes más importantes y necesarios para las plantas (Dobbelaere et al., 2003). Sin embargo, parte de este elemento que es aplicado como fertilizante reacciona con el calcio, el hierro y el aluminio del suelo, quedando inmovilizado como sales insolubles, sin poder ser utilizados por las plantas (Harisprasad et al., 2009; Jorquera et al., 2008). Los microorganismos que incrementan la solubilización del fósforo del suelo y mejoran el desarrollo radical permitiendo mayor absorción de nutrientes por las raíces de las plantas.

La solubilización natural del fósforo mineral es un fenómeno que realizan microorganismos del suelo (Pérez et al. 2007), los cuales llegan a solubilizar componentes de fósforo inorgánico, fósforo tricalcico, fósforo dicalcico, hidroxapatita y roca fosfórica (Farzana et al., 2007).

Los géneros bacterianos capaces de solubilizar fosfatos son *Pseudomonas*, *Mycobacterium*, *Micrococcus*, *Bacillus* y *Flavobacterium* (Diaz et al., 2001)

El fósforo es uno de los principales macronutrientes esenciales para las plantas y se aplica al suelo en forma de fertilizantes de fosfato. Sin embargo, una gran parte de fosfato inorgánico soluble que se aplica al suelo como fertilizantes químicos se inmoviliza rápidamente y se convierte en no disponible para las plantas. Actualmente, el objetivo principal en la gestión de

fósforo en el suelo es optimizar la producción de los cultivos y minimizar la pérdida de P de los suelos. Bacterias solubilizadoras de fósforo han atraído la atención de los agricultores como inóculo del suelo para mejorar el crecimiento de las plantas y el rendimiento. Cuando las bacterias solubilizadoras de fósforo se utilizan con una fuente mineral de fósforo, se puede ahorrar entre un 25% y 50% de las necesidades en los cultivos de abonos fosfatados. El uso de inoculantes biológicos aumenta la absorción de P por las plantas, la inoculación simple de semillas con bacterias solubilizadoras de fósforo da respuestas de rendimiento de los cultivos equivalentes a 30 kg de P₂O₅/ha utilizado entre un 75 y 50 por ciento de la necesidad de fertilizantes fosfatados. En la actualidad, diferentes cepas de esta bacteria han sido identificadas con el uso de biofertilizantes, cepas como *Pseudomonas fluorescens* y otras para solubilizar fosfato insoluble.

2.12 Bacterias solubilizadoras de potasio

El potasio es uno de los minerales con requerimientos más altos en la nutrición vegetal y a pesar de que el suelo presenta grandes cantidades para satisfacer las necesidades de los cultivos casi siempre la disponibilidad de este mineral es insuficiente para cubrir la demanda de los cultivos. Sin embargo, existen Bacterias en el suelo que pueden contribuir a la solubilización de Potasio mineral que aportamos en forma de Sulfato, Cloruro y Nitrato permitiendo una menor pérdida de este elemento por fijación en las arcillas las cuales pertenecen a los géneros *Clostridium spp*, *Bacillus subtilis* y *Pseudomonas spp*.

2.13 Antecedentes

El conocimiento de los beneficios de los microorganismos en el desarrollo de las plantas se remonta a la edad media, en la Roma antigua, pero su evolución y progreso aumentaron con el invento del microscopio y las técnicas microbianas durante el periodo de 1891-1910 (Freire, 1975).

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

El uso irracional de agroquímicos y prácticas agrícolas no adecuadas ha sido una de las causas del deterioro ambiental. Los fertilizantes aplicados a los cultivos no son aprovechados en su totalidad por estos, se estima que de los fertilizantes que son aplicados al suelo aproximadamente 40% del nitrógeno, 50% a 60% del fósforo y 40% potasio no son tomados por las plantas, por lo que estos pueden perderse por lixiviación o arrastrarse junto con las partículas de suelo, situación que constituye un problema agronómico, económico y ambiental no resuelto en la agricultura.

Para tratar de subsanar este problema se requiere tecnologías enfocadas hacia una agricultura sustentable, como es el uso biofertilizantes, dentro de los cuales la utilización *Azospirillum brasilenses*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas* sp, *Bacillus subtilis*, *Glomus intraradices* pueden llegar a reducir el uso de fertilizantes, el motivo de esta investigación es una alternativa para los cultivos orgánicos para que sean libres de contaminantes químicos.

La investigación evaluará costos de producción así mismo, para reducir los altos costos de fertilización y hacer un cultivo más rentable. En el área de Asunción Mita el cultivo se ha reducido debido a los altos costos de fertilizantes y el desgaste del suelo, el motivo de esta investigación es evaluar el efecto del bionoculante en proporcionarle los requerimientos adecuados para su rendimiento.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de un bioinoculante y cinco dosis de fertilizante sobre el rendimiento del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) en el área de Asunción mita, Jutiapa.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar el rendimiento bajo efecto de los tratamientos bioinoculante y dosis de fertilizante.

Determinar el número de frutos por planta bajo el efecto de los tratamientos bioinoculante y dosis de fertilizante.

Determinar el número de flores por planta bajo el efecto de los tratamientos bioinoculante y dosis de fertilizante.

Cuantificar la relación beneficio/costo de los diez tratamientos evaluados.

5. HIPOTESIS

Al menos una dosis de fertilizante, producirá un mayor rendimiento en el cultivo.

Al menos una interacción de bioinoculante y dosis de fertilizante, producirá un mayor rendimiento en el cultivo.

Al menos una interacción de bioinoculante y dosis de fertilizante, producirá una mayor rentabilidad y relación beneficio/costo en el cultivo de pepino.

6. METODOLOGÍA

6.1 Localización del trabajo

Asunción Mita tiene una extensión territorial de 476 Km. cuadrados y se encuentra a una altura de 504 metros sobre el Nivel del Mar. El clima es caluroso y subtropical, su temperatura es de 24° centígrados, con una distancia de 146 kilómetros de la ciudad capital, de la cabecera departamental de Jutiapa 30 km.; de la Frontera de San Cristóbal con la Hermana república de El Salvador 21 km.

Se ubica al lado poniente comprendido entre 14°33'08" latitud norte y longitud 89° 71'08", con relación al meridiano de Greenwich. La cabecera municipal de Asunción Mita tiene sus límites y colindancias: Al norte con Santa Catarina Mita y Agua Blanca (Jutiapa), al este con Agua Blanca y la República de El Salvador; al sur con Atescatempa, Yupiltepeque (Jutiapa) y la República de El Salvador y al oeste con Jutiapa y Yupiltepeque.



Figura 1. Localización del Trabajo.

6.2 Material experimental

Tropi-cuke es una planta vigorosa, su hábito floral es ginóica. El fruto es de 22 cm de largo y 6cm de diámetro, posee una forma cilíndrica, agudizada hacia el extremo apical y color es verde oscuro, uniforme. Es resistente al virus del mosaico del pepino, mildiu lanoso y a la mancha angular de la hoja.

BONASOL® es un inoculante biológico formulado a partir de consorcios de microorganismos solubilizadores de fósforo (*Pseudomonas fluorescens* y *Bacillus subtilis*) y potasio (*Pseudomonas* sp), fijadores de nitrógeno (*Azospirillum brasilenses*) y micorrizas (*Glomus intraradices*) indicados para la regeneración microbiana de suelos. Dichos microorganismos optimizan la nutrición vegetal, descomponen nutrientes, incorporan materia orgánica y favorecen los procesos de estimulación vegetal; aplicados periódicamente pueden mejorar de manera gradual las condiciones de salud de suelos agotados por la actividad agrícola intensiva, mejorando de este modo, la productividad.

MKP es un fertilizante completamente soluble en agua compuesto de fosfato monopotásico, una fuente altamente eficiente de fósforo y potasio para las plantas. Siendo un fertilizante libre de nitrógeno, MKP es la fuente preferida de fósforo y potasio cuando deba limitarse la fertilización con nitrógeno. Un caso común es a principios de ciclo de desarrollo de la planta, cuando el aporte de fósforo y potasio a dosis elevadas es crucial para el establecimiento del sistema radicular. La aplicación de MKP contribuye a aumentar el contenido de azúcares y mejorar la calidad de la fruta en la etapa de fructificación. Se puede mezclar con otros fertilizantes para satisfacer las necesidades nutricionales de los cultivos en todo el ciclo de desarrollo. Su alta pureza y solubilidad en agua es ideal para fertirrigación y aplicación foliar.

El nitrato de amonio es un fertilizante con contenido en nitrógeno. El nitrato es aprovechado directamente por las plantas mientras que el amonio es oxidado por los microorganismos presentes en el suelo a nitrito o nitrato.

6.3 Factores a estudiar

Los factores evaluados en esta investigación son las distintas dosis de fertilizante y un bioinoculante, por medio del requerimiento del cultivo se obtuvieron las dosis de fertilizante aplicar en todo el ciclo del cultivo de pepino.

Cuadro 2

Dosis de fertilizante en Kg/ha.

Dosis de fertilizante Kg/ha			Proporciones
Nitrógeno	Fosforo	Potasio	
35	95	100	100%
26.25	71.25	75	75%
17.5	47.5	50	50%
8.75	23.75	25	25%
0	0	0	0%

6.4 Descripción de los tratamientos

Para evaluar los tratamientos se realizó el cálculo de las dosis de fertilizante, conforme el requerimiento nutricional del cultivo, dosis del bioinoculante (500ml/ha) será la misma en todos los tratamientos.

Cuadro 3
Descripción de los tratamientos.

Tratamientos	Factor A (Bioinoculante)	Factor B (Dosis de Fertilizante)	Combinaciones
	Parcela Grande	Parcela Pequeña	
T1		B1=100%	A1B1
T2		B2=75%	A1B2
T3	A1=Bioinoculante	B3=50%	A1B3
T4		B4=25%	A1B4
T5		B5=0%	A1B5
T6		B1=100%	A2B1
T7		B2=75%	A2B2
T8	A2=Sin Bioinoculante	B3=50%	A2B3
T9		B4=25%	A2B4
T10		B5=0%	A2B5

6.5 Diseño experimental

Se utilizó un diseño factorial de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, se realizó este arreglo debido a que el experimento realizado fue un bifactorial el experimento se realizara a campo abierto y hay factores que pueden influir gradientes de variabilidad.

6.6 Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + A_i B_j + R_k + E_{i.k} + E_{ijk}$$

La variable Y_{ijk} está asociada a la media general, del efecto del i -ésimo nivel factor A, del j -ésimo nivel factor B, de la interacción entre el i -ésimo nivel del factor A con el j -ésimo nivel del factor B, de la k -ésima repetición o bloque, del error experimental asociado a la $i.k$ -ésima parcela grande y del error experimental asociado a la $i-j-k$ -ésima parcela pequeña. Bajo los supuestos de la ANDEVA que se suponen en independientemente distribuidos, con distribución normal y esperanza 0.

Y_{ijk} = variable de respuesta observada o medida en el i -ésimo tratamiento y bloque.

μ = media general de la variable de respuesta.

B_j =Efecto del j -ésimo bloque

A_i = Efecto del i -ésimo del factor A

AB_{ij} = Error experimental asociado al Factor A

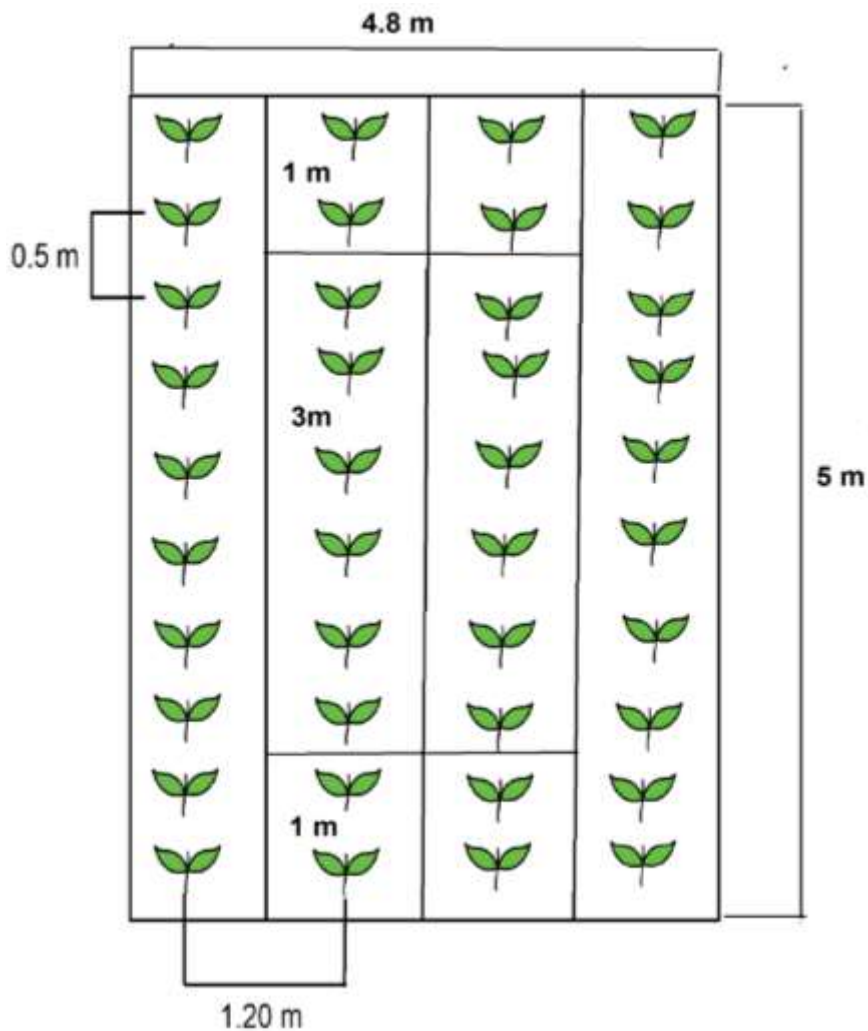
R_k = Efecto del k -ésima del factor B

$E_{i.k}$ = Efecto debido a la interacción del i -ésimo nivel del factor A con el k -ésimo nivel del factor B.

E_{ijk} = Error experimental asociado al factor B

6.7 Unidad experimental

El número de repeticiones (bloques) fue de cuatro y se determinó tomando en cuenta que los grados de libertad del error de la parcela pequeña deben ser mayores o iguales a doce.



Parcela Bruta: 24 m²
 Parcela Neta: 7.2 m²

Figura 2. Croquis de la Unidad Experimental.

6.8 Croquis de campo

El diseño fue conformado por diez tratamientos y cuatro repeticiones (bloques) por cada tratamiento, el número total de unidades experimentales fue de 40 y se determinó tomando en cuenta el número de tratamientos a evaluar, así como el número de bloques.

Unidad de experimentales (UE)= No. Tratamientos x No. Bloques

Unidad de experimentales (UE)= 10 tratamientos x 4 bloques

Unidad de experimentales (UE)= 40

El siguiente croquis de campo se presenta con la respectiva aleatorización de los tratamientos:

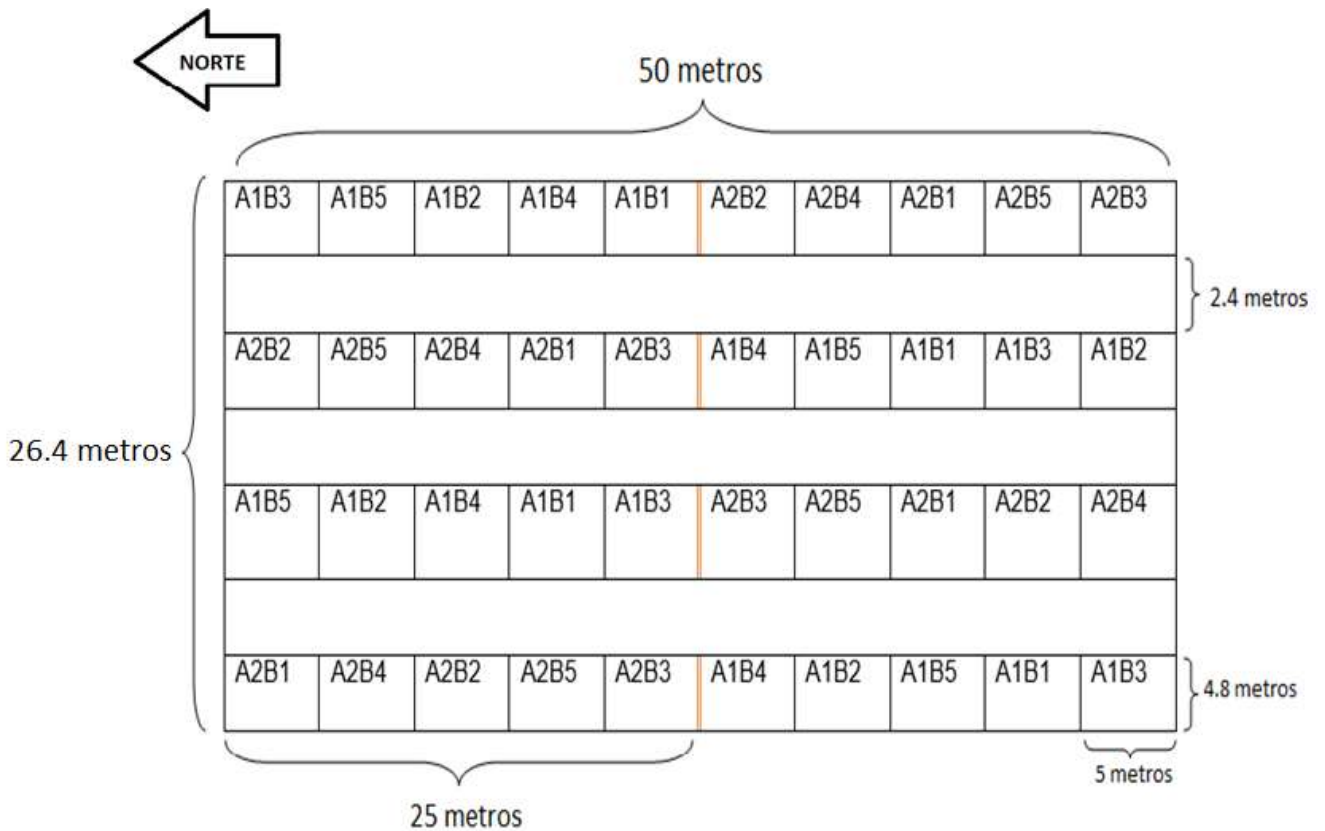


Figura 3. Croquis de campo de la aleatorización de los tratamientos.

Área del experimento= Ancho del área experimental x Largo del área del experimento

Área del experimento= 26.3 metros x 50 metros

Área del experimento= 1,320 m²

Área de la parcela grande= Ancho de la parcela grande x Largo de la parcela grande

Área de la parcela grande= 4.8 metros x 25 metros

Área de la parcela grande= 120 m²

Área de la parcela pequeña= Ancho de la parcela pequeña x Largo de la parcela pequeña

Área de la parcela pequeña= 4.8 metros x 5 metros

Área de la parcela pequeña= 24 m²

6.9 Manejo del experimento

6.9.1 Siembra. Se realizó de forma indirecta, utilizando un pilón por postura. El distanciamiento entre surco de 1.20 m² y 0.50 m² entre plantas.

6.9.2 Riegos. En la localidad se posee riego por goteo, para cumplir la lámina de riego que el cultivo necesita y siempre mantenerlo en capacidad de campo.

6.9.3 Fertilizaciones. Se utilizó la dosis de fertilizante por hectárea mediante los requerimientos del cultivo, la fertilización y el bioinoculante fue aplicado al cultivo de pepino mediante fertirrigación.

6.9.4 Control de malezas. Se realizó de forma manual: la primera a los 8 días después del trasplante, utilizando azadón; la segunda a los 20 días después del trasplante y la tercera a los 35 días después del trasplante, utilizando la misma herramienta.

6.9.5 Control de plagas y enfermedades. Se hizo en base a un plan fitosanitario. Controlando las siguientes plagas: mosca blanca, larvas de lepidópteros, minadores y araña roja y la enfermedad mal del talluelo, realizando las aplicaciones al follaje (de contacto) y riego por goteo (sistémico), esto dependiendo de la forma de actuar del producto aplicado.

6.10 Variables de respuesta

6.10.1 Rendimiento del cultivo. Se cosechó los frutos de forma manual en cada tratamiento, de los 35 a los 45 días aproximadamente, posteriormente el pesado del fruto, al final del ciclo del cultivo que fue aproximadamente 90 días, los resultados son expresados en Kg/ha.

6.10.2 Cantidad de fruto por planta. Se tomó datos de número de frutos en el transcurso del ciclo para obtener resultados por tratamiento para evaluar interacción del bioinoculante y la dosis fertilizante.

6.10.3 Cantidad de flores por planta. Se realizó el conteo de flores para determinar la cantidad de flores fecundadas y la cantidad de flores no fecundadas.

6.11 Análisis de la información

6.11.1 Análisis estadístico. Se realizó un análisis de varianza, para determinar el efecto del bioinoculante y el efecto de cinco dosis de fertilizante y su interacción, se consideró el rendimiento del cultivo de pepino (Kg/ha).

6.11.2 Análisis económico. Esto se realizó con el propósito de identificar el tratamiento con mayor beneficio económico, se llevó el control de los costos variables de cada una de las actividades del manejo agronómico, ingresos de cada tratamiento, para luego ser analizados mediante el análisis del presupuesto parcial y determinar el beneficio costo de cada tratamiento.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentan los resultados y el análisis de varianza obtenida de datos reales los cuales se tomaron en campo, así como también la prueba de tukey del ANDEVA de rendimiento tomando como significancia un 5% y realizando un análisis económico por tratamiento para determinar cuál de los tratamientos resulta más factible.

7.1 Rendimiento de kilogramos por hectárea

Cuadro 4

Análisis de varianza para el rendimiento del cultivo de pepino equivalente en kilogramos por hectárea.

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Bioinoculante	557878848.67	1	557878848.67	15.29	0.0297*
Bloque	12076966.75	3	4025655.58	0.18	0.9098
Bioinoculante*Bloque	109481638.47	3	36493879.49	1.62	0.2111
Dosis de fertilizante	1101560486.09	4	275390121.52	12.22	0.0001*
Bioinoculante*Dosis de fertilizante	491902621.95	4	122975655.49	5.46	0.0029*
Error	540919352.99	24	22538306.37		
Total	2813819914.92	39			

*= Existe significancia al 5%

C.V 6.57%

En las evaluaciones de un efecto de un bioinoculante y cinco dosis de fertilizante en el rendimiento del cultivo de pepino, los resultados del cuadro 4, señalan que tiene significancia estadística en el bioinoculante, dosis de fertilización y la interacción entre ambas que indica que al menos una de las dosis de fertilizante produce mayores rendimientos de igual forma en el bioinoculante que indica significancia estadística. Así mismo, muestra que existe una interacción estadística entre el bioinoculante y las dosis de fertilizante sobre el rendimiento del cultivo de pepino.

Como se puede observar en el cuadro 5 donde los tratamientos que produjeron mayores rendimientos son los que tuvieron la aplicación del bioinoculante y la dosis de fertilizante 35 Kg/ha de N, 95 Kg/ha de P y 100 Kg/ha de K.

El coeficiente de variación que se obtuvo es de 6.57% menor de 15% que nos indica que hay mayor homogeneidad en el valor de las variables.

Se realizó una prueba múltiple de medias para identificar que interacción obtuvo mayor rendimiento.

Cuadro 5

Prueba de Tukey sobre el rendimiento de Kg/ha del cultivo de pepino en el municipio de Asunción Mita.

Bioinoculante	Dosis de fertilizante	Kg/ha	n	E.E				
Bioinoculante	1	88185.61	4	2373.73	A			
Bioinoculante	0.75	78835.23	4	2373.73	A	B		
Bioinoculante	0.50	76595.64	4	2373.73	A	B	C	
Sin Bioinoculante	0.75	73892.05	4	2373.73		B	C	D
Bioinoculante	0.25	73681.82	4	2373.73		B	C	D
Sin Bioinoculante	0.50	69872.16	4	2373.73		B	C	D
Sin Bioinoculante	1	69171.40	4	2373.73		B	C	D
Sin Bioinoculante	0.00	65321.97	4	2373.73		B	C	D
Sin Bioinoculante	0.25	65370.27	4	2373.73				D
Bioinoculante	0.00	62675.19	4	2373.73				D

Los resultados de la prueba de Tukey que se observan en cuadro 5 muestra la importancia de aplicar bioinoculantes y la dosis de fertilizantes en toda la etapa del cultivo de pepino, pues los tratamiento que produjeron mayores rendimientos fueron el tratamiento 1 con 88185.61 Kg/ha y el tratamiento 2 con 78835.23 Kg/ha.

Los tratamiento 1 y 2 poseen bioinoculante y las dosis de fertilizante más altas, esto provoco que la planta tuviera un rápido crecimiento vegetativo, lo que produce mayor área foliar y mayor área fotosintética, aumentando el vigor de la planta y su rendimiento.

7.2 Numero de frutos por planta en el cultivo de pepino en el municipio de Asunción Mita.

Cuadro 6

Análisis de varianza para el número de frutos por plantas.

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Bioinoculante	17.81	1	17.81	13.23	0.0358*
Bloque	0.46	3	0.15	0.20	0.8968
Bioinoculante*Bloque	4.04	3	1.35	1.73	0.1881
Dosis de fertilizante	34.71	4	8.68	11.14	0.0001*
Bioinoculante*Dosis de fertilizante	14.83	4	3.71	4.76	0.0057*
Error	18.70	24	0.78		
Total	90.54	39			

*=Existe significancia al 5%

C.V 6.64%

Los resultados del análisis de varianza mostraron en el cuadro 6 indica que existe una interacción significativa entre el bioinoculante y las dosis de fertilizante sobre el número de frutos por planta. Para determinar que tratamiento produjo mayor número de frutos se realizó la prueba múltiple de medias de Tukey.

El coeficiente de variación se obtuvo 6.64% esto indica que no hay dispersión en los datos, se encuentran de forma homogénea.

Cuadro 7

Prueba de separación de Tukey para el numero de frutos por planta.

Bioinoculante	Dosis de fertilizante	Numero de frutos/planta	n	E.E.				
Bioinoculante	1	16.01	4	0.44	A			
Bioinoculante	0.75	14.52	4	0.44	A	B		
Bioinoculante	0.50	14.12	4	0.44	A	B	C	
Sin Bioinoculante	0.75	13.61	4	0.44		B	C	D
Bioinoculante	0.25	13.59	4	0.44		B	C	D
Sin Bioinoculante	0.50	12.88	4	0.44		B	C	D
Sin Bioinoculante	1	12.74	4	0.44		B	C	D
Sin Bioinoculante	0.00	12.05	4	0.44			C	D
Sin Bioinoculante	0.25	11.86	4	0.44				D
Bioinoculante	0.00	11.56	4	0.44				D

Se realizó la prueba múltiple de medias, el cuadro 7 indica que los tratamiento 1,2 y 3 presentan mayor número de frutos por planta, estas medias son estadísticamente equivalentes, al no existir diferencia significativa. Esto indica que al aumentar la dosis de fertilizante durante el desarrollo vegetativo y de fructificación favorece mayor número de frutos por planta. El tratamiento 1 produjo mayor número de frutos al aplicar bioinoculante y la dosis de fertilizante 35 Kg/ha de N, 95 Kg/ha de P y 100 Kg/ha de K en todo el ciclo del cultivo. El tratamiento 2 produjo 14.52 frutos por planta siendo no significativo en comparación al tratamiento 1 aplicando bioinoculante y la dosis de fertilizante 26.25 Kg/ha de N, 71.25 Kg/ha de P y 75 Kg/ha de K.

7.3 Numero de flores por planta en el cultivo de pepino en el municipio de Asunción Mita.

Cuadro 8

Análisis de varianza para el número de flores por planta en el cultivo de pepino.

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Bioinoculante	30.63	1	30.63	2.42	0.0259*
Bloque	284.88	3	94.96	0.44	0.5530
Bioinoculante*Bloque	207.08	3	94.96	5.61	0.0046
Dosis de fertilizante	43.10	4	10.78	4.08	0.0179*
Bioinoculante*Dosis de fertilizante	49	4	12.25	0.64	0.6415 ^{NS}
Error	406.30	24	16.93	0.72	0.5844
Total	1020.98	39			

*=Existe significancia al 5%

NS= No existe significancia

C.V 13.37%

Se realizó un análisis de varianza al número de flores por planta en el cultivo de pepino, como se observa en el cuadro 8 indica los efectos significativos que tiene el bioinoculante, indicando que existe una diferencia significativa al aplicar bioinoculante, asimismo se observa efectos significativos que tiene las dosis de fertilizante, indicando que por lo menos una dosis de fertilizante produjo mayor número de flores. Se observa que no hay interacción significativa entre el bioinoculante y las dosis de fertilizante.

Cuadro 9

Prueba de Tukey sobre el número de flores por planta en el cultivo de pepino.

Bioinoculante	Bloque	No. de flores/planta	n	E.E				
Bioinoculante	II	36.20	5	1.84	A			
Sin Bioinoculante	II	33.40	5	1.84	A	B		
Sin Bioinoculante	I	32.80	5	1.84	A	B	C	
Bioinoculante	III	32.60	5	1.84	A	B	C	
Sin Bioinoculante	IV	30.60	5	1.84	A	B	C	
Sin Bioinoculante	III	29.80	5	1.84	A	B	C	
Bioinoculante	I	26.40	5	1.84		B	C	
Bioinoculante	IV	24.40	5	1.84				C

Los resultados del cuadro 9 muestra que no existe diferencia significativa al aplicar bioinoculante o no aplicar bioinoculante, indicando que el número de flores al aplicar bioinoculante es de 36.20 flores por planta y al no aplicar bioinoculante se produjo 33.40 flores por planta lo que estadísticamente no es significativo.

Cuadro 10

Prueba de Tukey en número de flores por planta sobre las dosis de fertilizante.

Dosis de fertilizante	Numero de flores	n	E.E	
75%	32	8	1.45	A
25%	31.50	8	1.45	A
0%	31.25	8	1.45	A
100%	29.88	8	1.45	A
50%	29.25	8	1.45	A

Se realizó la prueba de Tukey como se observa en el cuadro 10, la dosis de fertilizante que alcanzo la mayor cantidad de flores fue la 26.25 Kg/ha de N, 71.25 Kg/ha de P y 75 Kg/ha de K. con un total de 32 flores por planta, la segunda dosis más alta fue de 8.75 Kg/ha de N, 23.75 Kg/ha de P y 25 Kg/ha de K.de fertilizante. Esto nos indica que al aplicar la mayor cantidad de fertilizante no se obtiene mayor número de flores. Como lo indica la ley de los rendimientos marginales decrecientes indica que al incrementar la cantidad de un factor productivo en la producción del bien o servicio en cuestión, provoca que el rendimiento de la producción sea menor a medida que incrementamos este factor.

Cuadro 11

Porcentaje de flor cuajada y abortada en el cultivo de pepino.

Tratamientos	Total flores	Flores cuajadas	Flores abortadas	% cuajada	% abortada
T1	27.25	16.01	11.24	58.74	41.26
T2	30.5	14.52	15.98	47.61	52.39
T3	29.75	14.12	15.63	47.47	52.53
T4	30.75	13.59	17.16	44.19	55.81
T5	31.25	11.56	19.69	37.00	63.00
T6	32.5	12.74	19.76	39.19	60.81
T7	33.5	13.61	19.89	40.62	59.38
T8	28.75	12.88	15.87	44.80	55.20
T9	32.29	11.85	20.44	36.71	63.29
T10	31.25	12.05	19.20	38.56	61.44

El cuadro 11 indica el porcentaje de flores cuajadas en todo el ciclo del cultivo de pepino, el tratamiento 1 cuajo 16.01 flores por planta, lo que indica que al aplicar bioinoculante y dosis de fertilizante de 35 Kg/ha de N, 95 Kg/ha de P y 100 Kg/ha de K se asegura la pega más del 50% de la flor en la planta. En el tratamiento 7 produjo el mayor número de flores que con respecto a los otros tratamientos con una cantidad de 33.5 flores por planta en todo el ciclo. El bioinoculante y la dosis de fertilizante del tratamiento 1 aseguraron el mayor número de flores cuajadas por planta.

7.4 Análisis Económico

Cuadro 12

Análisis de costos (Q/ha) en las evaluaciones de un efecto de bioinoculante y cinco dosis de fertilizante sobre el rendimiento del cultivo de pepino (Cucumis sativus) en el municipio de Asunción Mita, Jutiapa.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Egresos										
Costos Variables										
Labores	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000
Manuales										
Labores de transporte	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
Insumos	12500	12500	12500	12500	12500	12000	12000	12000	12000	12000
Fertilizantes	8718	6538.5	4364.7	2181.4	0	8718	6538.5	4364.7	2181.4	0
Costos Fijos										
	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
Costos Totales	66218	64038.5	61864.7	59681.4	57500	65718	63538.5	61364.7	59181.4	57000
Ingresos										
Ingreso Bruto	78387.2	70075.75	68085.01	65494.94	55711.27	61485.69	65681.81	62108.58	57218.01	58063.97
Ingreso Neto	12169.20	6037.26	6220.31	5813.55	-1788.72	-4232.31	2143.318	743.89	-1963.38	1063.97
Rentabilidad	18%	9%	10%	10%	-3%	-6%	3%	1%	-3%	2%
Relación B/C	1.18	1.09	1.1	1.1	-1.03	1.06	1.03	1.01	-1.03	1.02

Desde el punto de vista económico los resultados obtenidos muestran que la interacción bioinoculante y dosis de 35 Kg/ha de N, 95 Kg/ha de P y 100 Kg/ha de K de fertilizante es más factible con relación a los otras interacciones, ya que presenta la mayor rentabilidad y relación beneficio costo. Si analizamos la rentabilidad el Tratamiento 1 que es de 18% esto quiere decir que por cada 100 quetzales invertidos se obtiene 18 quetzales ganancia. Así mismo la relación beneficio costo del tratamiento 3 que es 10% nos indica que por cada quetzal invertido se recupera 1.10 quetzales.

Los resultados de rentabilidad y beneficio costo indica que el requerimiento de cultivo de pepino para obtener un rendimiento de 88185.61 kg/ha se tiene que aplicar 913.46 Lbs/ha m_kp y 226.47 Lbs/ha de nitrato de amonio.

8. CONCLUSIONES

El efecto de un bioinoculante y cinco dosis de fertilizante sobre el rendimiento del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) en el área de Asunción mita, Jutiapa mostro significancia estadística en el efecto del bioinoculante y en el efecto de dosis de fertilizante, como también la interacción de bioinoculante y dosis fertilizante produciendo un rendimiento de 88185.61 kg/ha lo cual se obtuvo aplicando bioinoculante con una dosis de fertilizante de 35 Kg/ha de N, 95 Kg/ha de P y 100 Kg/ha de K.

El efecto de bioinoculante y la dosis de fertilizante de 35 Kg/ha de N, 95 Kg/ha de P y 100 Kg/ha de K se obtuvo 16.01 frutos por planta.

El efecto de bioinoculante y dosis de fertilizante de 35 Kg/ha de N, 95 Kg/ha de P y 100 Kg/ha de K se obtuvo el 58.74% de flores cuajadas para producir un rendimiento 88185.61 Kg/ha.

De acuerdo al análisis económico se determinó que el mejor tratamiento en cuanto a su rentabilidad y relación B/C es el tratamiento 1 con bioinoculante y la dosis de fertilizante 35 Kg/ha de N, 95 Kg/ha de P y 100 Kg/ha de K asegurando la factibilidad del producir con bioinoculante.

9. RECOMENDACIONES

Se recomienda aplicar bioinoculante y dosis de fertilizante de 35 Kg/ha de N, 95 Kg/ha de P y 100 Kg/ha de K en toda la etapa de del cultivo para obtener rendimientos de 88185.61 Kg/ha.

Aplicar bioinoculante y dosis de fertilizante de 35 kg/ha de N, 95 Kg/ha de P y 100 Kg/ha de K en todo el ciclo del cultivo para obtener 16.01 frutos por planta.

Se recomienda aplicar bioinoculante y dosis de fertilizante de 35 Kg/ha de N, 95 Kg/ha de P y 100 Kg/ha de K para alcanzar un 58.74% de cuajado de flor en todo el ciclo del cultivo.

Continuar con otras investigaciones modificando la dosis del bioinoculante para mejorar la respuesta del cultivo de pepino.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguado, G.; Moreno, B; Velazquez, A.; Gamez, F. (2008) Uso de los bioinoculantes en la agricultura. Fundacion Guanajuato Produce S.A Vol. 1: 1-6.
- Aguirre, J.; Iriza, M.; Durán, A. (2009) Los biofertilizantes microbianos: alternativas para la agricultura en México. Instituto Nacional de Investigación forestal, agrícola y pecuaria. México. 86p.
- Diaz, F. y Mayek, N. (2008) La biofertilizacion tecnología sostenible. Consejo nacional de ciencia y tecnología. Madrid, España. 15p
- Lopez, C. (2003) Cultivo de pepino. Centro Nacional de tecnología agropecuaria y forestal 17(1000): 1-45.
- Montilla, E. (2008) Fertilización, mediante fertirriego, durante diferentes etapas del ciclo de cultivo del pepino (*Cucumis sativus L.*) en condiciones de bosque seco premontano. Tesis Ing. Agro México.
- Perdomo, J. (2013) Evaluación del potencial de rendimiento y adaptabilidad de cinco cultivares de pepino (*cucumis sativus l; cucurbitaceae*) en dos localidades de la región nor-oriental de Guatemala Tesis Ing. Agro Guatemala, Guatemala, URL
- Pérez, E. (2012) Inoculación de bacteria promotoras de crecimiento vegetal en pepino (*Cucumis sativus L.*) Maestra en ciencias Montecillo, Texcoco, Estado de México.
- Sitún, M. (2001). Investigación agrícola guía de estudio. Escuela Nacional Central de Agricultura ENCA, Guatemala, Vol 2: 24-51
- Solórzano, M. (2009) Guía de pepino, Biodiversidad de Nicaragua (bio-nica). Nicaragua. 55p.

11. ANEXOS

Anexo A.

Cuadro 1

Rendimiento en Kg/Ha.

Bioinoculante	Bloque	Dosis de fertilizante	Kg/ha
Bioinoculante	I	1	89791.67
Bioinoculante	II	1	85738.64
Bioinoculante	III	1	91287.88
Bioinoculante	IV	1	85924.24
Bioinoculante	I	0.75	82386.36
Bioinoculante	II	0.75	87973.48
Bioinoculante	III	0.75	72537.88
Bioinoculante	IV	0.75	72443.18
Bioinoculante	I	0.5	72594.70
Bioinoculante	II	0.5	75946.97
Bioinoculante	III	0.5	72045.45
Bioinoculante	IV	0.5	85795.45
Bioinoculante	I	0.25	69859.85
Bioinoculante	II	0.25	79166.67
Bioinoculante	III	0.25	74696.97
Bioinoculante	IV	0.25	71003.79
Bioinoculante	I	0	62575.76
Bioinoculante	II	0	66761.36
Bioinoculante	III	0	60416.67
Bioinoculante	IV	0	60946.97
Sin Bioinoculante	I	1	65435.61
Sin Bioinoculante	II	1	68825.76
Sin Bioinoculante	III	1	67424.24
Sin Bioinoculante	IV	1	75000.00
Sin Bioinoculante	I	0.75	76136.36
Sin Bioinoculante	II	0.75	69602.27
Sin Bioinoculante	III	0.75	75227.27
Sin Bioinoculante	IV	0.75	74602.27
Sin Bioinoculante	I	0.5	78598.48
Sin Bioinoculante	II	0.5	64204.55
Sin Bioinoculante	III	0.5	71818.18
Sin Bioinoculante	IV	0.5	64867.42
Sin Bioinoculante	I	0.25	61931.82
Sin Bioinoculante	II	0.25	62500.00
Sin Bioinoculante	III	0.25	66098.48
Sin Bioinoculante	IV	0.25	66950.76
Sin Bioinoculante	I	0	65909.09
Sin Bioinoculante	II	0	64564.39
Sin Bioinoculante	III	0	61590.91
Sin Bioinoculante	IV	0	69223.48

Cuadro 2

Datos del número de frutos por planta.

Bioinoculante	Bloque	Dosis de fertilizante	Numero de frutos/planta
Bioinoculante	I	1.00	15.61
Bioinoculante	II	1.00	15.76
Bioinoculante	III	1.00	16.80
Bioinoculante	IV	1.00	15.86
Bioinoculante	I	0.75	15.21
Bioinoculante	II	0.75	16.20
Bioinoculante	III	0.75	13.30
Bioinoculante	IV	0.75	13.37
Bioinoculante	I	0.50	13.34
Bioinoculante	II	0.50	14.00
Bioinoculante	III	0.50	13.31
Bioinoculante	IV	0.50	15.84
Bioinoculante	I	0.25	12.90
Bioinoculante	II	0.25	14.62
Bioinoculante	III	0.25	13.73
Bioinoculante	IV	0.25	13.11
Bioinoculante	I	0.00	11.52
Bioinoculante	II	0.00	12.33
Bioinoculante	III	0.00	11.15
Bioinoculante	IV	0.00	11.25
Sin Bioinoculante	I	1.00	12.00
Sin Bioinoculante	II	1.00	12.70
Sin Bioinoculante	III	1.00	12.40
Sin Bioinoculante	IV	1.00	13.85
Sin Bioinoculante	I	0.75	14.00
Sin Bioinoculante	II	0.75	12.80
Sin Bioinoculante	III	0.75	13.86
Sin Bioinoculante	IV	0.75	13.77
Sin Bioinoculante	I	0.50	14.50
Sin Bioinoculante	II	0.50	11.80
Sin Bioinoculante	III	0.50	13.25
Sin Bioinoculante	IV	0.50	11.97
Sin Bioinoculante	I	0.25	11.32
Sin Bioinoculante	II	0.25	11.54
Sin Bioinoculante	III	0.25	12.20
Sin Bioinoculante	IV	0.25	12.36
Sin Bioinoculante	I	0.00	12.16
Sin Bioinoculante	II	0.00	11.91
Sin Bioinoculante	III	0.00	11.36
Sin Bioinoculante	IV	0.00	12.77

Cuadro 3

Datos del número de flores por planta.

Bioinoculante	Dosis de fertilizante	Bloque	Numero de flores/planta
Bioinoculante	1.00	I	23
Bioinoculante	1.00	II	38
Bioinoculante	1.00	III	26
Bioinoculante	1.00	IV	22
Bioinoculante	0.75	I	25
Bioinoculante	0.75	II	40
Bioinoculante	0.75	III	35
Bioinoculante	0.75	IV	22
Bioinoculante	0.50	I	28
Bioinoculante	0.50	II	33
Bioinoculante	0.50	III	32
Bioinoculante	0.50	IV	26
Bioinoculante	0.25	I	28
Bioinoculante	0.25	II	36
Bioinoculante	0.25	III	33
Bioinoculante	0.25	IV	26
Bioinoculante	0.00	I	28
Bioinoculante	0.00	II	34
Bioinoculante	0.00	III	37
Bioinoculante	0.00	IV	26
Sin Bioinoculante	1.00	I	29
Sin Bioinoculante	1.00	II	37
Sin Bioinoculante	1.00	III	35
Sin Bioinoculante	1.00	IV	29
Sin Bioinoculante	0.75	I	38
Sin Bioinoculante	0.75	II	33
Sin Bioinoculante	0.75	III	28
Sin Bioinoculante	0.75	IV	35
Sin Bioinoculante	0.50	I	37
Sin Bioinoculante	0.50	II	28
Sin Bioinoculante	0.50	III	23
Sin Bioinoculante	0.50	IV	27
Sin Bioinoculante	0.25	I	28
Sin Bioinoculante	0.25	II	32
Sin Bioinoculante	0.25	III	31
Sin Bioinoculante	0.25	IV	38
Sin Bioinoculante	0.00	I	32
Sin Bioinoculante	0.00	II	37
Sin Bioinoculante	0.00	III	32
Sin Bioinoculante	0.00	IV	24



Figura 4. Preparación de suelo e instalación de riego por goteo.



Figura 5. Instalación del sistema de riego por goteo.

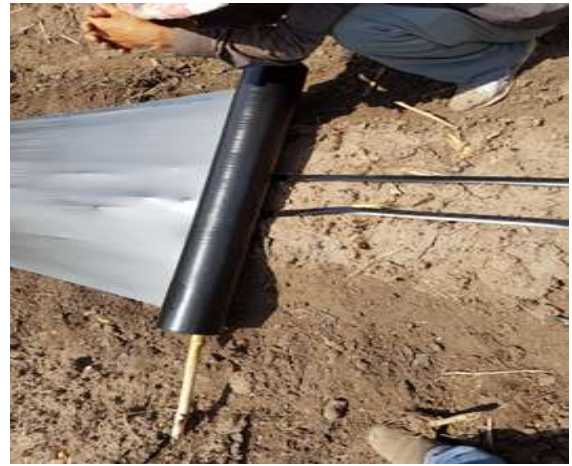


Figura 6. Emplastificado y perforación de mulch.



Figura 7. Pilón de 15 DDT.



Figura 8. Bioinoculante Bonasol 16 EW.



Figura 9. Preparación del Bioinoculante.



Figura 10. Desarrollo vegetativo.



Figura 11. Desarrollo vegetativo y de fructificación 35 DDT.



Figura 12. Desarrollo vegetativo 45 DDT.



Figura 13. Cosecha, recolección, pesaje.