

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a blue background. On the shield, there is a golden crown at the top, a golden lion rampant on the right, and a white figure on horseback on the left. The shield is set against a background of green hills. The outer ring of the seal contains the Latin text "UNIVERSITAS SAN CAROLINIENSIS" at the top and "ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER CETERA" at the bottom.

TRABAJO DE GRADUACIÓN: EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CINCO DISTANCIAS DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) VARIEDAD ROJO SEDA, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESTADOS, BAJO LAS CONDICIONES DE LA FINCA DE LA MISIÓN TÉCNICA AGRÍCOLA DE LA REPÚBLICA CHINA DE TAIWÁN – MAGA, EN LA LIBERTAD, PETÉN, GUATEMALA, C.A.

CARLOS SOLIS CARRERA

GUATEMALA, MAYO 2014

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN: EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CINCO DISTANCIAS DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) VARIEDAD ROJO SEDA, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESTADOS, BAJO LAS CONDICIONES DE LA FINCA DE LA MISIÓN TÉCNICA AGRÍCOLA DE LA REPÚBLICA CHINA DE TAIWÁN – MAGA, EN LA LIBERTAD, PETÉN, GUATEMALA, C.A.

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

CARLOS SOLIS CARRERA

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRONOMO**

EN

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO**

GUATEMALA, MAYO 2014

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

RECTOR

DR. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

DECANO	Dr. Lauriano Figueroa Quiñónez
VOCAL PRIMERO	Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. MSc. Marino Barrientos García
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Heberto Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL CUARTO	P. For. Sindi Benita Simón Mendoza
VOCAL QUINTO	Br. Sergio Alexsander Soto Estrada
SECRETARIO	Ing. Agr. José Rolando Lara Alecio

GUATEMALA, MAYO 2014

Guatemala, mayo 2014

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, **EL TRABAJO DE GRADUACIÓN REALIZADO EN EL CULTIVO DE FRIJOL VARIEDAD ROJO SEDA, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESTADOS, BAJO CONDICIONES DE LA FINCA DE LA MISIÓN TÉCNICA AGRÍCOLA DE LA REPUBLICA DE CHINA – TAIWÁN, MUNICIPIO DE LA LIBERTAD, PETÉN.** Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

CARLOS SOLIS CARRERA

ACTO QUE DEDICO

A	DIOS
AI	Señor de Esquípulas
A	La Virgen de Guadalupe
A MIS PADRES	Francisco Solis Monzón María Magdalena Carrera Ordoñez
A MIS HERMANOS	Byron, Noemí, Silvia, Sergio, María, Araceli, Francisco.
A MIS SOBRINOS	Deysi, Araceli, Paola, Bryan, Kevin, Alejandro, Marian, Andrea, Magdalena, Byron.
A MIS ABUELOS	Atiliano y Rosalía Silvestre y Julia
A MIS TIOS	Por sus consejos incondicionales
A MIS PRIMOS	Por su amistad y cariño
A MIS COMPAÑEROS	Por su amistad y por esos momentos que compartimos

ACTO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A DIOS

Por darme el don de la vida

A MI FAMILIA

Por su apoyo, para lograr este triunfo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Por su formación académica profesional

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Por ser el centro de enseñanza, que inculcó en mí la responsabilidad, el trabajo y el amor ha mi profesión

INSTITUTO DE CAPACITACION ADVENTISTA DEL PETÉN – ICAP-

Por ser parte importante como base inicial en mi formación profesional

ALDEA VISTA HERMOSA, LAS CRUCES, PETÉN

Por darme la oportunidad de nacer y crecer en tan hermoso lugar

AGRADECIMIENTOS

Ing. Agr. César Linneo García

Por haberme supervisado y orientado durante mi ejercicio profesional supervisado

Ing. Agr. Fernando Rodríguez Bracamonte

Por su apoyo en la asesoría técnica y redacción del documento de investigación

Ing. Jiang wann Fuh

Por su apoyo brindado y compartir sus conocimientos durante el proceso de mi ejercicio profesional supervisado

Misión Técnica Agrícola China-Taiwán

Por haber permitido la realización de mi ejercicio profesional supervisado como fase final de mi profesión académica

Ronaldo Villanueva

Por su asesoría en la parte estadística de la investigación

ÍNDICE GENERAL

Título	PÁGINA
CAPÍTULO I DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE EXTENSIÓN, PRODUCCIÓN DE PLANTAS (VIVERO) E INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA, DEL PROYECTO DE EXPORTACIÓN DE PAPAYA (<i>Carica papaya</i> L.), EN LA FINCA DE LA MISIÓN TÉCNICA AGRÍCOLA DE LA REPÚBLICA CHINA DE TAIWÁN, MAGA. LA LIBERTAD, PETÉN, GUATEMALA. C.A.....	1
1.1 PRESENTACIÓN.....	2
1.2 MARCO REFERENCIAL.....	3
1.2.1 Localización.....	3
1.2.2 Acceso al municipio.....	3
1.2.3 Serie de suelos.....	4
A Serie de Suelos Chacalté.....	4
B Serie de Suelos Chachaclún.....	5
1.3 OBJETIVOS.....	6
1.3.1 General.....	6
1.3.2 Específicos.....	6
1.4 METODOLOGÍA.....	7
1.4.1 Fase de recopilación de información.....	7
1.4.2 Fase de reconocimiento del área de extensión agrícola y vivero.....	7
1.4.3 Fase de gabinete.....	7
1.4.4 Fase de ordenamiento y análisis de la información.....	7
1.4.5 Fase de gabinete final.....	8
1.5 RESULTADOS.....	8
1.5.1 Recursos del área de extensión agrícola.....	8
1.5.2 Recursos naturales.....	8
1.5.3 Recursos físicos.....	9
1.5.4 Recursos económicos.....	11
1.5.5 Principales problemas del área de extensión agrícola.....	11
1.5.6 FODA del área de extensión y su contorno de la finca de la Misión de Taiwán. .	13

	PÁGINA
1.5.7 Matriz de priorización	14
1.6 CONCLUSIONES	16
1.7 RECOMENDACIONES	17
1.8 BIBLIOGRAFÍA.....	18
CAPÍTULO II EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CINCO DISTANCIAS DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE FRIJOL (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) VARIEDAD ROJO SEDA, BAJO LAS CONDICIONES DE LA FINCA DE LA MISIÓN TÉCNICA AGRÍCOLA DE LA REPÚBLICA CHINA DE TAIWÁN - MAGA, EN LA LIBERTAD, PETÉN, GUATEMALA, C.A.....	
	19
2.1 INTRODUCCIÓN.....	20
2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
2.3 MARCO TEÓRICO.....	22
2.3.1 Marco teórico conceptual	22
A Frijol rojo (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	22
B Características descriptivas.....	22
a Requerimientos climáticos y edáficos	22
C Ciclo vegetativo	24
a Etapas de desarrollo de la planta de frijol	24
b Dinámica del crecimiento de órganos	24
D Componentes del rendimiento.....	24
E Manejo agronómico	25
a Semilla	25
b Tipos de siembra y distancias de siembra	26
c Siembra en camellones.....	27
d Control de malezas	27
e Manejo integrado de plagas y enfermedades	28
f Fertilización.....	29
g Cosecha.....	30
i Arranque.....	30
ii Aporreo.....	30
iii Secado y limpieza	30

	PÁGINA
F	Estándares de calidad..... 30
a	Mayoristas 31
G	Comercio..... 31
a	Mercados potenciales..... 31
H	Exportación de frijol Rojo Seda 31
I	Uso del arreglo en franjas para experimentos de espaciamiento..... 32
2.3.2	Marco referencial 32
A	Acceso al sitio experimental..... 32
B	Serie de suelos en el sitio experimental 33
a	Serie de suelos chacalté..... 33
C	Material de frijol utilizado..... 34
D	Condiciones climáticas de Petén 34
a	Precipitación 35
b	Temperatura 35
2.4	OBJETIVOS..... 36
2.4.1	Objetivo general..... 36
2.4.2	Objetivos específicos..... 36
2.5	HIPÓTESIS..... 37
2.6	METODOLOGÍA 38
2.6.1	Tratamientos..... 38
2.6.2	Diseño experimental 38
A	Modelo estadístico 39
B	Unidad experimental 39
2.6.3	Variables de respuesta 40
A	Parámetros de crecimiento 40
B	Parámetros de rendimiento..... 40
2.6.4	Medición de las variables..... 41
A	Parámetros de crecimiento 41
a	Altura de planta en metros..... 41
b	Diámetro de cobertura del follaje entre surcos y entre plantas en metros 41
B	Rendimiento 41

	PÁGINA
a	Número de vainas por planta 41
b	Número de granos por vaina..... 41
c	Peso seco de 100 semillas por unidad de muestreo en gramos 42
d	Rendimiento kilogramos por hectárea..... 42
2.6.5	Manejo del experimento 42
A	Semilla..... 42
B	Preparación del terreno 43
C	Siembra 44
D	Fertilización 44
E	Manejo de malezas 44
F	Manejo de plagas y enfermedades..... 44
G	Cosecha o arranque 45
H	Aporreo, secado y limpieza de la semilla..... 46
2.6.6	Análisis estadístico de la información 46
2.7	RESULTADOS Y DISCUSIONES 47
2.7.1	Variables de crecimiento 47
2.7.2	Variables del rendimiento..... 49
2.8	CONCLUSIONES 56
2.9	RECOMENDACIONES 57
2.10	BIBLIOGRAFÍA..... 58
CAPÍTULO III SERVICIOS REALIZADOS EN EL ÁREA EXTENSIÓN AGRÍCOLA DE LA FINCA MISIÓN TÉCNICA AGRÍCOLA CHINA DE TAIWÁN, EN EL MUNICIPIO DE LA LIBERTAD, PETÉN, GUATEMALA, C.A. 60	
3.1	PRESENTACIÓN 61
3.2	Diseño de seis parcelas demostrativas con seis variedades diferentes de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), como cultivos de rotación para la producción de papaya (<i>Carica papaya</i> L.)..... 62
3.2.1	OBJETIVOS 62
A	General..... 62
B	Específico 62
3.2.2	METODOLOGIA 62

	PÁGINA
A	Medición del área demostrativa 62
B	Variedades de frijol utilizadas..... 63
C	Semilla 63
D	Preparación del terreno..... 64
E	Encalado 64
F	Aplicación de materia orgánica 64
G	Diseño de las parcelas demostrativas..... 65
H	Siembra..... 67
I	Control de malezas 67
J	Control de plagas 68
K	Fertilización 69
L	Cosecha..... 70
M	Desgranado..... 70
N	Secado 70
O	Ventilado 71
P	Peso seco de la semilla en libras 71
3.2.3	RESULTADOS 72
3.2.4	Evaluación 73
3.3	Producción de 40,000 pilones de papaya (<i>carica papaya</i>), en etapa vivero, bajo las condiciones de la finca de la Misión Técnica Agrícola de Taiwán. 74
3.3.1	OBJETIVOS..... 74
A	Objetivo general 74
B	Objetivos Específicos..... 74
3.3.2	Metodología..... 74
A	Semilla 75
B	Limpieza, desinfección y preparación de las camas dentro del vivero..... 76
C	Sustrato..... 76
D	Materias primas para la preparación del sustrato 77
a	Tierra de bosque..... 77
b	Gallinaza..... 78
c	Fertilizante químico 12-24-12 78

PÁGINA

E	Elaboración del sustrato	79
F	Llenado de bolsas de nylon con el sustrato.....	80
G	Colocación de las bolsas dentro del vivero.....	81
H	Pre-germinación de la semilla	82
I	Tratamiento de la semilla para eben ser desinfectadas mediante evas ya sea que se esten la siembra.	83
J	Siembra de la semilla	84
K	Fertilización	85
L	Manejo de plagas y enfermedades.....	86
M	Salida de los pilones del vivero	87
3.3.3	Resultados	88
3.3.4	Evaluación.....	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	PÁGINA
1. Ubicación de la finca Misión Agrícola China-Taiwán.	4
2. Serie de suelos.....	5
3. Serie de suelo en el sitio experimental	33
4. Climadiagrama de la región de Petén.....	34
5. Peso seco de 100 semillas en gramos	40
6. Vainas con granos de frijol	42
7. Semilla de frijol rojo seda.....	43
8. División de bloques y tratamientos	43
9. Aplicación de pesticidas	45
10. Variedades de frijol utilizadas.....	63
11. Mecanización agrícola.....	64
12. Aplicación de materia orgánica.....	65
13. Diseño de parcelas demostrativas.....	66
14. Siembra de forma manual	67
15. Aplicación de herbicida.....	68
16. Aplicación de pesticidas	69
17. Desgranado de las vainas	70
18. Secado de la semilla.....	71
19. Peso de la semilla en libras	71
20. Transferencia de información a estudiantes	72
21. Capacitación sobre el uso de herbicidas	72
22. Semilla certificada de papaya TN-1	75
23. División de las camas dentro del vivero.....	76
24. Cernido de la tierra de bosque	77
25. Experimento de la formula No. 14	79
26. Preparación de la mezcla	80
27. Llenado de bolsas con el sustrato	81
28. Colocación de las bolsas dentro del vivero.....	81
29. Pesado y lavado de la semilla	82

	PÁGINA
30. Colocación de la semilla con toallas húmedas dentro de la bandeja	83
31. Colocación de la bandeja dentro de la incubadora y semilla pre-germinada	84
32. Aplicación de riego.....	85
33. Aplicación de pesticidas.....	86
34. Pílon listo para el trasplante	87
35. Entrega de pilones	88

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	PÁGINA
1. Principales problemas en el área de extensión agrícola.....	12
2 Matriz FODA.....	13
3 Matriz de priorización.....	14
4 Resultados de la priorización problemas	15
5. Plagas que afectan al cultivo	28
6. Enfermedades que afectan al cultivo.....	29
7. Distancias de siembra entre surcos y entre plantas evaluadas.	38
8. Análisis de varianza para altura de planta en metros.	47
9. Análisis de varianza del diámetro de cobertura del follaje entre surcos y entre plantas en metros.....	48
10. Comparación múltiple de medias (Tukey) para diámetro del follaje entre surcos.....	48
11. Comparación múltiple de medias (Tukey) para diámetro del follaje entre plantas.....	49
12. Análisis de varianza para número de vainas por planta	50
13. Comparación múltiple de medias (Tukey) para número de vainas por planta entre surcos.....	50
14. Comparación múltiple de medias (Tukey) para número de vainas por planta entre plantas.....	51
15. Análisis de varianza para número de granos por vaina.	51
16. Análisis de varianza para peso seco de 100 semillas en gramos.....	52
17. Análisis de varianza para rendimiento en kilogramos por hectárea.....	53
18. Comparación múltiple de medias (Tukey) para rendimiento en kilogramos por hectárea.	54
19. Efectos principales de los factores evaluados vrs. el rendimiento en kilogramos por hectárea	55
20. Distanciamiento de siembra y área total por cada parcela	66
21. Rendimiento en quintales por hectárea	73
22. Costo de producción por pilón de papaya	89
23A. Descripción de los tratamientos evaluados.	90
24A. Cantidad de fertilizante aplicado por planta.	91
25A. Matriz de resultados	92

EL TRABAJO DE GRADUACIÓN FUE REALIZADO EN EL ÁREA DE EXTENSIÓN AGRÍCOLA, DEL PROYECTO DE PAPAYA (*CARICA PAPAYA L.*), EN LA FINCA DE LA MISIÓN TÉCNICA AGRÍCOLA DE LA REPÚBLICA CHINA DE TAIWÁN, MAGA. LA LIBERTAD, PETÉN, GUATEMALA. C.A.

RESUMEN

El diagnóstico realizado en el área de extensión agrícola, del proyecto de producción y exportación de papaya (*Carica papaya L.*), de la finca de la misión técnica agrícola de la República China de Taiwán, La Libertad, Petén, tuvo como finalidad identificar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, determinando la situación actual y priorizando las necesidades inmediatas de dicha área. La información se obtuvo mediante un análisis FODA y una matriz de priorización de problemas. Identificando los problemas de: a) producción de pilones para las asociaciones, b) reparación de la infraestructura del vivero, c) diseñar parcelas demostrativas con cultivos rotados con papaya, d) incorporación de materia orgánica en el área de investigación, e) bodega para almacenamiento de productos químicos.

A demás se realizó la investigación sobre la “Evaluación del efecto de cinco distancias de siembra en el rendimiento del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) variedad Rojo Seda”, para evaluar el efecto que tiene el distanciamiento de siembra en el cultivo de frijol sobre los parámetros de crecimiento (altura de planta y diámetro del follaje entre surcos y plantas) componentes de rendimiento (número de vainas por planta, número de semillas por vaina, peso seco de 100 semillas y rendimiento en kilogramos por hectárea). Obteniendo como resultado, la altura de planta no muestra diferencias significativas en los distanciamientos evaluados y los mayores diámetros de cobertura del follaje con un promedio de 0.32 m en los distanciamientos de 0.60 m entre surcos y 0.60 m entre plantas.

Los mayores rendimientos se obtuvieron en los distanciamientos de 0.30 m entre surcos y 0.20 m entre plantas y 0.40 m entre surcos y 0.20 m entre plantas con un promedio de 3,899.86 kg/ha y 3,772.82 kg/ha respectivamente. El mayor número de vainas por planta se obtuvo en las distancias de 0.60 m entre surcos y 0.60 m entre plantas con un promedio

de 28 vainas por planta, el número de granos por vaina y el peso seco de 100 semillas no mostraron diferencias significativas en los distanciamientos evaluados.

En base a los resultados obtenidos en el diagnóstico se realizaron dos servicios: a) Diseño de seis parcelas demostrativas con seis variedades diferentes de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), como cultivos de rotación para la producción de papaya (*Carica papaya* L.), el objetivo de la elaboración de las parcelas fue demostrar y transferir nuevas técnicas de tecnología, hacia los productores de papaya asociados al proyecto de la misión de Taiwán, sobre el manejo del uso del suelo después de un ciclo de producción del cultivo de papaya; permitiendo hacer de su conocimiento a los productores la actividad de rotar el uso del suelo con cultivos tradicionales que contribuyan a controlar el desarrollo del ciclo de plagas y enfermedades que causan serios daños económicos en la producción y comercialización de la papaya,

b) Producción de 40,000 pilones de papaya (*Carica papaya* L.), en etapa de vivero los cuales fueron entregados a la asociación de pequeños productores de papaya “ASONUSCA” del Municipio de Las Cruces, Petén. Su objetivo fue capacitar a dichos productores sobre la elaboración y producción de sus propios pilones, brindándoles el servicio de asesoría técnica en la ejecución de las diferentes actividades de desarrollo de la plántula dentro del vivero, esta actividad permite que las asociaciones obtengan pilones a más bajo costo de los que ofrecen las empresas privadas productoras de pilones. Además, se ha comprobado que se obtienen pilones de mejor calidad, debido a que en el vivero de la misión se utiliza sustrato a base de tierra de bosque y bolsas de nylon de 4 pulgadas de ancho por 5 pulgadas de largo.

A diferencia de las empresas privadas ellos utilizan sustrato comercial y bandejas de plástico que contienen 51 agujeros, debido a que el espacio que tienen los cubos de las bandejas son pequeños por lo que las plántulas tienen mucha competencia el tallo es delgado a diferencia con la que se produce en bolsas de nylon.



CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO

Del área de extensión, producción de plantas (vivero) e investigación agrícola, del proyecto de exportación de papaya (*Carica papaya* L.), en la Finca de la Misión Técnica Agrícola de la República China de Taiwán, MAGA. La Libertad, Petén, Guatemala. C.A.

1.1 PRESENTACIÓN

La Misión Técnica Agrícola de Taiwán, inicio actividades en Guatemala en 1973, con la llegada de siete especialistas. Según el Acuerdo de Cooperación Técnica entre ambos Gobiernos, firmado el 22 de diciembre de 1971, el propósito de la misión está enfocado a aumentar la producción agrícola y elevar el nivel de vida de ambos pueblos.

Las actividades de la Misión en Guatemala se extendieron a varias zonas del país a través del desarrollo de diferentes programas. Colaboraron en este esfuerzo el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (ICTA, PROFRUTA), el INTECAP y la Universidad de San Carlos de Guatemala, a través de la Facultad de Agronomía.

En base a las actividades de la Misión se impulsó el Proyecto de Petén, sobre el cultivo de papaya, el proyecto cuenta con 114 hectáreas en dicha área se construyó una finca modelo sobre la producción y exportación de papaya, utilizando el híbrido de Tainung No. 1. El objetivo de la finca modelo es capacitar y ofrecer a los agricultores la alternativa de diversificar sus actividades; además, promover el inicio de la exportación hacia los Estados Unidos de América.

Hoy en día lo más relevante de la Misión es brindar apoyo técnico a agricultores individuales, grupos organizados o empresas, que deseen establecer un proyecto de papaya (*Carica papaya*) en el territorio de Petén.

El presente informe describe con mayor detalle los servicios que el proyecto presta a los agricultores de peten, para el cual se realizó un diagnostico en el área de extensión agrícola, producción de pilones e investigación, de la finca del proyecto de papaya de la Misión, dicho plan se ejecutó con el propósito de describir los recursos existentes, y actividades productivas del uso de la tierra, obteniendo la información mediante la utilización de la técnica FODA, que describe las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas, en las condiciones en las que se encuentra el área de extensión agrícola, abarcando así en algunas consideraciones a la finca en su entorno.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 Localización

El experimento se realizó dentro los límites de La finca Misión Técnica Agrícola China-Taiwán, perteneciente al municipio de La Libertad, departamento de Petén. Dicha finca se encuentra ubicada en el kilómetro 509, con una elevación máxima de 200 m.s.n.m. y mínima de 180 msnm con una Latitud Norte 16° 46' 40.1" y una Longitud Oeste de 90° 08'08.78", la extensión territorial de la finca es de 114 hectáreas. El municipio cuenta con una población total de 110,000 habitantes y Grupos étnicos en las siguientes proporciones ladino 59%, Q'eqchi 39%, Otros 2% (Esquivel 2010).

1.2.2 Acceso al municipio

El acceso a la finca desde la Ciudad Capital de Guatemala, consiste: Inicialmente en tomar la carretera asfaltada CA-9 de la Ciudad Capital de Guatemala hasta la Ruidosa, Municipio Morales, kilómetro 245, posteriormente se toma la carretera asfaltada CA-13 que conduce a la Ciudad de Flores Cabecera Departamental de Petén, el cual se encuentra en el kilómetro 475 y se encuentra en la jurisdicción del municipio de San Benito. Posteriormente se toma la carretera asfaltada que conduce al municipio de San Francisco, kilómetro 490, luego se toma la carretera asfaltada que conduce al municipio de La Libertad, Petén y en el kilómetro 505 se encuentra la finca Misión Agrícola, China-Taiwán (Esquivel 2010).

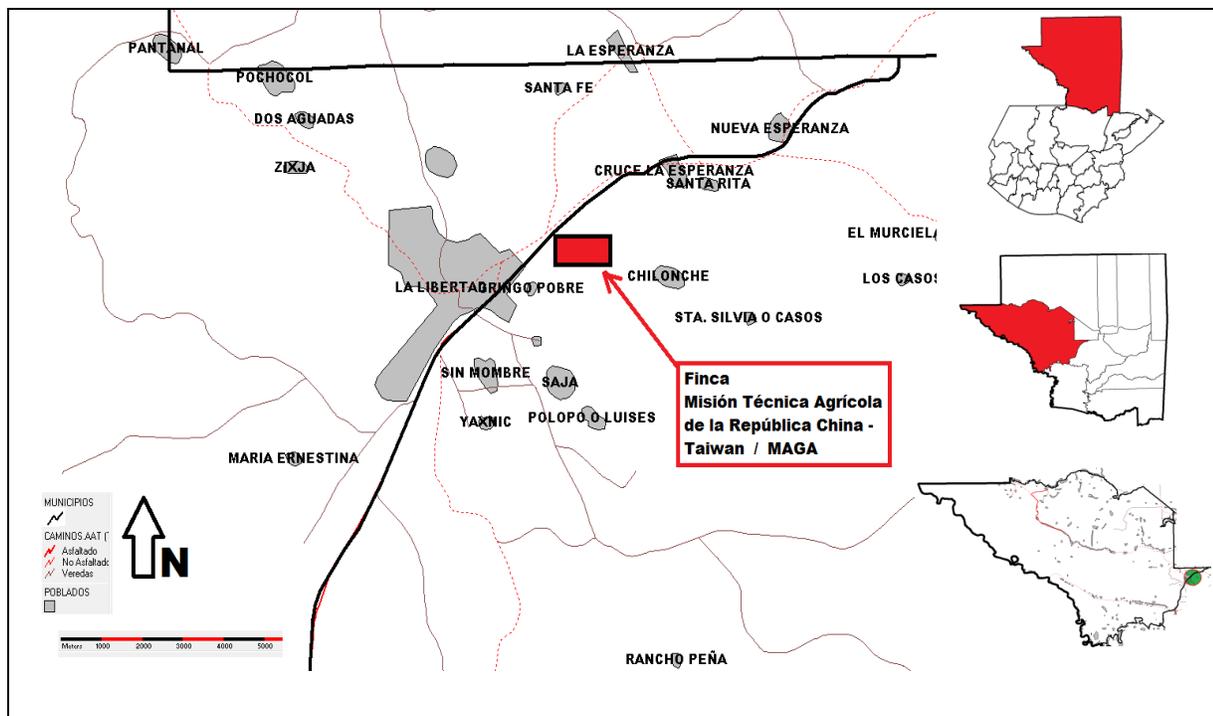


Figura 1. Ubicación de la finca Misión Agrícola China-Taiwán.

Fuente: MAGA, 2005.

1.2.3 Serie de suelos

La finca cuenta con dos series de suelos, la serie chachaclum y chacalte, las cuales se pueden observar en la figura 2.

A Serie de Suelos Chacalté

Los suelos Chacalté son poco profundos, bien drenados, que se han desarrollado sobre caliza dura y masiva en un clima cálido y húmedo. Ocupan relieves inclinados a altitudes bajas. Se asemejan a los suelos Cuxú, pero se distinguen de éstos por ser más cafés, tienen un subsuelo café definido en la mayoría de los lugares, y se han desarrollado sobre caliza masiva y dura, mientras que los Cuxú se han desarrollado sobre yeso suave o sobre roca estratificada. En la mayoría de los lugares la roca madre de los Chacalté parece ser dolomítica. Ocupan relieve kárstico inclinado donde pendientes con inclinación mayor del 50 % son común (Simmons, Tárano y Pinto 1959).

B Serie de Suelos Chachaclún

Son profundos, con buen drenaje, y se han desarrollado sobre material residual proveniente de rocas calcáreas, a una altura de 150msnm. La serie Chachaclum pertenece a los suelos cambisoles y cuenta con un espesor de entre 10 a 15 cm. Dentro del horizonte A, la textura es arcillo-limosa color café oscuro con una estructura granular y grado moderado de compactación. Posee un bajo Contenido de materia orgánica y acidez del suelo, alrededor de 6.0 (Simmons, Tárano y Pinto 1959).

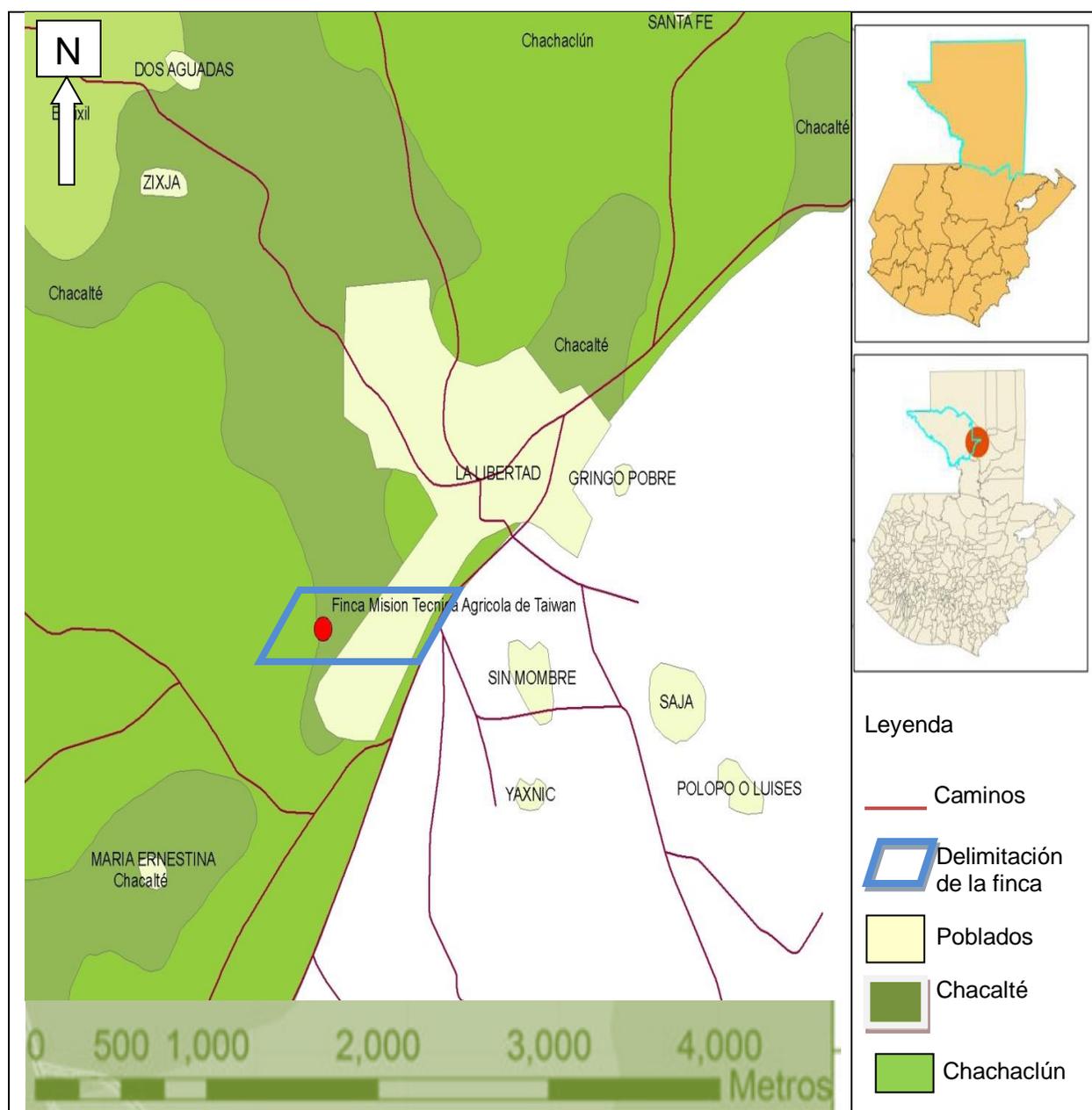


Figura 2. Serie de suelos

Fuente: (Simmons, Tárano y Pinto 1959).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General

- Determinar mediante un diagnóstico la situación actual del área de extensión agrícola, la producción de plantas y el área de investigación, en la finca de la misión técnica agrícola de la República China de Taiwán, dando prioridad a la problemática de los servicios ya existentes que brinda dicha área.

1.3.2 Específicos

- Generar un listado de los diferentes cultivos que están siendo producidos, en el área de investigación agrícola enfocados a la rotación con papaya (*Carica papaya*), e identificar su problemática.
- Identificar los problemas que existen en la producción de pilones de papaya para mejorar su eficiencia.

1.4 METODOLOGÍA

La metodología que se utilizó para realizar el diagnóstico consiste básicamente en las siguientes fases:

1.4.1 Fase de recopilación de información

En esta fase se obtiene la información necesaria para la realización del diagnóstico, como fuentes bibliográficas (estudios realizados en el área, hojas cartográficas, etc.) y fuentes primarias (dentro de la misma entidad).

1.4.2 Fase de reconocimiento del área de extensión agrícola y vivero

Se realizó un recorrido completo en las instalaciones y aéreas de producción de las parcelas demostrativas e investigación, también se llevó a cabo el primer acercamiento con los trabajadores de dicha finca para familiarizarse con las personas y manejo tradicional que le dan a los cultivos ya establecidos así como también el uso de la tierra y la producción de pilones de papaya.

1.4.3 Fase de gabinete

En esta fase se procedió a realizar un plan de diagnóstico, de dicha área en el cual se determinarían los objetivos y metas a cumplir; en base a este se definieron los problemas o necesidades encontradas y el tema de investigación y las variables que se tomarían en cuenta para la obtención de la información.

1.4.4 Fase de ordenamiento y análisis de la información.

Una vez recabada toda la información se procedió a su ordenamiento en base a la información general del área de trabajo, condiciones climáticas y sus actividades productivas.

Luego de tener ordenada la información se llevó a cabo su respectivo análisis y discusión de lo obtenido, para luego el planteamiento de algunas recomendaciones, y por último concluir de acuerdo a los objetivos planteados.

1.4.5 Fase de gabinete final.

Consistió en la elaboración del informe final de diagnóstico, el cual refleja la situación actual de las áreas productivas, determinando así los problemas existentes y alternativas de solución de los mismos en la finca.

Con la información recabada se realizó un análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas), de la situación actual, tanto social, cultural y una evaluación de las prácticas agrícolas que se estaban desarrollando en el área de extensión agrícola, producción de plantas (vivero) y área de investigación de la finca de la Misión Técnica Agrícola de la República China de Taiwán.

1.5 RESULTADOS

Listado de cultivos que se estaban produciendo en el área de investigación con el propósito de ser rotados con papaya en la finca de la misión.

Maní	(<i>Arachis Hypogea</i>)
Frijol	(<i>Phaseolus lunatus</i> L.) variedad Mongo
Frijol	(<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) variedad Icta No. 3
Soya	(<i>Glycine max</i>)
Maíz	(<i>Zea mays</i>)
Malanga	(<i>Colocasia esculenta</i>)
Camote	(<i>Ipomea batata</i>)

1.5.1 Recursos del área de extensión agrícola

El área de extensión, cuenta con los recursos que se describen a continuación.

1.5.2 Recursos naturales

Los recursos naturales más destacados que cuenta la finca son los siguientes:

- Disponibilidad de agua.
- Extensión de la finca 114 hectáreas, de ello el área de extensión ocupa 2 hectáreas.
- Condiciones climáticas adecuadas para el cultivo de papaya, y para los cultivos tradicionales producidos en el Petén, la temperatura promedio es de 26.3 °C, con una

precipitación promedio anual de 1116.8 mm, llueve aproximadamente 115 días al año, con una humedad relativa de 83% (Esquivel 2009).

- Condiciones Edáficas: las condiciones edáficas que presenta la finca son baja fertilidad con una deficiencia de Potasio, Fosforo, Magnesio, Cobre, Zinc, Hierro, con un adecuado nivel de Calcio y un exceso de Manganeso. Con una clase textural arcillosa y una acidez de 5.6 (Esquivel 2009).

1.5.3 Recursos físicos

Entre los principales recursos físicos del área de extensión agrícola de la finca de la Misión de Taiwán, entre ellos algunos de los recursos se comparten con el uso general de la finca, entre ellos se describen:

Recursos propios del área de extensión

1 vehículo

1 tractor agrícola

1 rastra, 1 arado, 1 rotovaitor

1 picadora de estiércol

1 picadora de sácate de corte

1 montacargas

1 boleadora (para aplicación de cal)

2 asperjadoras motorizadas de espalda (plaguicidas y fungicidas)

2 asperjadoras de mochila (herbicidas)

1 oficina

1 invernadero para la producción de pilones de papaya

1 umbráculo para la producción de pilones de papaya

1 galera para preparación de abonos orgánicos

1 galera para almacenamiento de materias primas para la preparación de abonos orgánicos (gallinaza, cascarilla de arroz, carbón, concentrado para aves, bovinaza)

Recursos compartidos

1 surqueador

1 pozo mecánico que genera que abastece el sistema de riego para toda la finca y comparte con el vivero.

El área cuenta con todos los recursos físicos necesarios para desempeñar y llevar acabo sus metas y objetivos, el objetivo del área de extensión su función en si es prestar servicios los cuales se divide en tres razones principales: asesoría técnica, capacitación e investigación, enfocado siempre para productores de papaya legalmente inscritos y que forman parte de la misión de Taiwán, a continuación se describen estos tres servicios de la manera siguiente:

1. Cuenta con la disponibilidad de tener un propio medio de transporte destinado para visitar las fincas de los productores, la visita tiene como propósito impartirles asesoría técnica, asesorando a los interesados desde el inicio, de cómo formar una asociación y formar parte del proyecto de papaya de la misión, así también aclararles si los suelos de sus fincas llenan o no los requisitos para establecer un cultivo de papaya. Para todas las asociaciones que forman parte del proyecto de la Misión, también tienen el derecho que mediante la asesoría técnica se les preste el servicio de mecanización o preparación del suelo, mediante el uso del tractor y sus implementos agrícolas, incluyendo en esta fase la capacitación sobre la preparación de suelo aplicación de gallinaza, aplicación de fertilizante químico, corrección de pH del suelo (aplicación de cal), uso de herbicidas, uso de plaguicidas y fungicidas, estas capacitaciones se llevan acabó directamente en la finca de los productores.
2. Otro de los servicios que se incluyen es la producción de los pilones de papaya para las asociaciones legalmente inscritas en el proyecto de papaya, esta práctica se lleva acabó en las instalaciones de la finca de la misión de Taiwán, haciendo uso de los invernaderos, en esta actividad se recomienda que se integren las familias de todos los socios niños y esposas o en su defecto puede llevar a sus hermanos u otro familiar para la elaboración de sus pilones.
3. También cuenta con 1 hectárea de terreno para investigaciones agrícolas, en la cual se encuentra destinada para desarrollar parcelas demostrativas que ayuden a mejorar el conocimiento de los productores siempre y cuando lo que se pretende investigar o demostrar este enfocado o relacionado en la producción de papaya en general se elaboran parcelas demostrativas con cultivos tradicionales que sirven para ser rotados con papaya.

1.5.4 Recursos económicos

Los recursos económicos que se presentan a continuación únicamente muestran los salarios de los empleados que laboran directamente para el área de extensión agrícola, debido a que no se tiene acceso a otros datos como el presupuesto que maneja dicha área para su funcionamiento. Sabiendo que la gestión y organización, para fondos destinados al proyecto de papaya, es financiado principalmente por la embajada de la hermana república China de Taiwán.

El área cuenta con:

1 Ingeniero de origen Taiwanés, a cargo del área de extensión.

1 asistente de extensión que devengaba un salario de Q. 2,700 más una bonificación de Q. 250 con todas las prestaciones de ley.

4 personas que devengaban un salario de Q. 2,150 más una bonificación de Q. 250 con todas las prestaciones de ley, dos de estas personas estaban directamente para la producción de pilones y el área de investigación y dos como tractoristas para la preparación de suelo, servicio que se prestaba a las asociaciones y para preparar el suelo en el área de investigación.

1 encargado de vivero que devengaba un salario de Q. 4,000 con una bonificación de Q. 250 con todas sus prestaciones de ley.

1.5.5 Principales problemas del área de extensión agrícola

En el área de extensión agrícola de la finca de la misión, existen problemas los cuales afectan las actividades que ahí se desarrollan, a continuación se presentan los principales problemas del área de extensión agrícola.

Cuadro 1. Principales problemas en el área de extensión agrícola

No.	Descripción
1	Construir una bodega para almacenamiento de productos químicos y así evitar que estos se encuentren en la oficina.
2	Reparar o cambiar algunas vigas de madera que están en mal estado dentro del umbráculo y también la maya antivérica que en algunos lados esta rota.
3	En el área de investigación se deberían diseñar siempre parcelas demostrativas con cultivos rotados con papaya de una forma ordenada en la cual existan caminamientos para que a los visitantes (grupos de productores, estudiantes) se les facilite la observación de los cultivos y comprendan mediante una charla lo que se pretende investigar o demostrar con la siembra de dichos cultivos.
4	Aprovechar y continuar con la aplicación de materia orgánica en cada época de siembra de cultivos en el área de investigación, con el propósito de mejorar las condiciones de fertilidad del suelo.
5	Producción de pilones de papaya para las asociaciones inscritas legalmente en el proyecto de papaya de la misión técnica agrícola de Taiwán.

1.5.6 FODA del área de extensión y su contorno de la finca de la Misión de Taiwán.

Cuadro 2 Matriz FODA

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Riego Disponible • Disponibilidad de Maquinaria y Equipo Agrícola • Técnicos con gran capacidad en el área agrícolas • Programas de desarrollo comunitario • Disponibilidad de infraestructura • Disponibilidad de área para investigación • Parcelas demostrativas sobre cultivos rotativos con papaya ya establecidos • Conocimiento sobre la producción de cultivos agrícolas 	<ul style="list-style-type: none"> • Alta disponibilidad de mano de obra por la cercanía del pueblo. • Capacitación y asesoría técnica a grupos organizados, asociaciones. • Vías de comunicación y Acceso al área de investigación en buen estado. • Producción de pilones de papaya para las asociaciones productoras de papaya. • Demostración y experimentación con productos orgánicos e inorgánicos para la producción de pilones. • Financiamiento a grupos organizados para proyectos de producción de papaya. • Equidad de género.
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura en el área de vivero dañada por termitas y malla antivírica del umbráculo e invernadero se encuentran en mal estado. • Mal acondicionamiento de los productos químicos. • Suelos con baja fertilidad. • Inconformidad del MAGA por algunos cultivos que no pueden ser establecidos en el área de investigación debido a que son hospederos de plagas que causan daño al cultivo de papaya. 	<ul style="list-style-type: none"> • El tiempo de la Misión de la República China de Taiwán, dura solo 20 años.

1.5.7 Matriz de priorización

Para clasificar y determinar el problema principal que afecta las actividades del área de extensión de la finca se elaboró una matriz en la cual se presentan los problemas que influyen directamente en dicha área.

Cuadro 3 Matriz de priorización

Problema	Producción de pilones para las asociaciones	Reparación de infraestructura del vivero	Diseño de parcelas demostrativas cultivos rotados con papaya	Incorporación de materia orgánica en el área de investigación	Bodega para almacenar químicos
Producción de pilones para las asociaciones	_____	Producción de pilones para las asociaciones	Producción de pilones para las asociaciones	Producción de pilones para las asociaciones	Producción de pilones para las asociaciones
Reparación de infraestructura del vivero	_____	_____	Diseño de parcelas demostrativas cultivos rotados con papaya	Incorporación de materia orgánica en el área de investigación	Reparación de infraestructura del vivero
Diseño de parcelas demostrativas en el área de investigación	_____	_____	_____	Diseño de parcelas demostrativas en el área de investigación	Diseño de parcelas demostrativas en el área de investigación
Incorporación de materia orgánica en el área de investigación	_____	_____	_____	_____	Incorporación de materia orgánica en el área de investigación
Bodega para almacenar químicos	_____	_____	_____	_____	_____

Cuadro 4 Resultados de la priorización problemas

Problema	Frecuencia	Rango
Producción de pilones para las asociaciones.	4	1
Reparación de infraestructura del vivero.	1	4
Diseño de parcelas demostrativas en el área de investigación.	3	2
Incorporación de materia orgánica en el área de investigación.	2	4
Construir una bodega para almacenar químicos	0	5

Mediante la priorización de problemas en el área de extensión agrícola de la finca de la misión son: en primer lugar esta la producción de pilones para las asociaciones y como segundo problema a priori es el diseño de parcelas demostrativas en el área de investigación con cultivos rotados con papaya. Seguidamente se encuentra la incorporación de materia orgánica en el área de investigación, la reparación del vivero y la construcción de una bodega para almacenar productos químicos.

1.6 CONCLUSIONES

- Mediante el recorrido a las instalaciones del área de extensión agrícola de la finca de la misión, y la entrevista con los encargados y trabajadores del área antes mencionada se logró recopilar información en la cual se elaboró una lista sobre los cultivos existentes en el área de investigación encontrando entre ellos cultivos tradicionales, otros que son adicionales pero que se pueden producir y el cultivo de exportación el cual es de mayor importancia para la producción de la finca, identificando que los cultivos que se están produciendo no cuentan con un diseño adecuado en los cuales deberían de haber caminamientos para que los visitantes puedan realizar sus recorridos en dicha área y de esta manera logren una mejor observación sobre los cultivos y determinen que es lo que se pretende demostrar e investigar, y mediante una pequeña charla en el campo ellos puedan obtener sus propias conclusiones sobre los cultivos rotados con papaya que se estén produciendo.
- Al hacer un recorrido dentro y fuera de los invernaderos así como la entrevista con el encargado de la producción de pilones de papaya y con algunos socios de la asociación No. 4 “La Puerta Negra”, que estaban produciendo sus pilones en dichas instalaciones se logró determinar, que al producir sus pilones en dichas instalaciones el costo de producción es más económico que comprarlos en empresas privadas que se dedican a la producción de pilones de papaya.

1.7 RECOMENDACIONES

- En el área de investigación se deben diseñar parcelas demostrativas con cultivos agrícolas tradicionales del departamento de peten, enfocados para ser rotados con papaya, en el contexto que los grupos de productores y estudiantes que tengan la oportunidad de visitar las instalaciones del área de extensión agrícola de la finca de la Misión, tengan la experiencia de observar que luego de un periodo de cultivo de papaya, para darle descanso al suelo se debe sembrar otro tipo de cultivo esta práctica se debe realizar con el objetivo de mejorar la fertilidad del uso del suelo, así como el manejo de las plagas y las enfermedades que afectan al cultivo de papaya.
- Continuar con la producción de pilones, para las asociaciones productoras de papaya inscritas legalmente inscritas y que forman parte del proyecto de papaya de la Misión Técnica Agrícola de la República de China de Taiwán, con el propósito de que ellos adquieran sus pilones a un menor costo y de mejor calidad que los que ofrecen producir empresas particulares.

1.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Cigarro, E. 2005. Misión Técnica Agrícola de la República de China: una oportunidad de desarrollo para Guatemala: proyecto de papaya en el Petén, Guatemala. Tesis Lic. Rel. Int. Guatemala, USAC. 70 p.
2. Esquivel Sandoval, V. 2010. Evaluación de cinco programas de fertilización para el cultivo de papaya (*Carica papaya*) variedad Tainung. bajo condiciones del municipio de La Libertad, Petén. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 57 p.
3. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.



CAPÍTULO II

Evaluación del efecto de cinco distancias de siembra en el rendimiento del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Rojo Seda, bajo las condiciones de la finca de la Misión Técnica Agrícola de la República China de Taiwán - MAGA, en La Libertad, Petén, Guatemala, C.A.

2.1 INTRODUCCIÓN

La investigación se realizó en la finca de la Misión Técnica Agrícola de la República China de Taiwán - MAGA, en el municipio de La Libertad, Petén. El cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Rojo Seda, es una variedad no consumida por la población Guatemalteca, su producción es para la exportación. Para los pobladores de las comunidades de la ribera del río Usumacinta del municipio de Las Cruces, Petén. Su objetivo fue Evaluar el efecto del distanciamiento de siembra en el rendimiento del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad Rojo Seda.

En la presente investigación, se evaluaron 5 distancias de siembra entre surcos y entre plantas (0.20, 0.30, 0.40, 0.50, 0.60 m), utilizando el diseño experimental de bloques al azar con arreglo de parcelas en franjas con 3 repeticiones, Las variables de respuesta que se evaluaron fueron: crecimiento (altura de planta y diámetro del follaje) rendimiento (número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso seco de 100 semillas y rendimiento en kg/ha).

Las distancias de siembra evaluadas entre surcos y plantas afectaron el diámetro de cobertura del follaje pero no su interacción. Siendo la de 0.60 m entre surcos y 0.60 m entre plantas, con un promedio de 0.33 m de diámetro de cobertura. La altura de planta no presentó diferencias significativas en las distancias evaluadas.

Determinándose que los distanciamientos de siembra de 0.20 m entre surcos y 0.30 m entre plantas y 0.40 m entre surcos y 0.20 m entre plantas; produjeron el mayor rendimiento en kilogramos por hectárea, obteniendo un rendimiento de 3,899.86 kg/ha y 3,772.82 kg/ha respectivamente.

Las distancias de siembra de 0.60 m entre surcos y 0.60 m entre plantas afectaron el número de vainas por planta, con un promedio de 28 vainas por planta, el número de granos por vaina y el peso seco de 100 semillas no presentaron diferencias significativas en las distancias evaluadas.

2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Grupo de Desarrollo e Inversiones Corporativas (Deinsa) asiste desde el 2010 a 34 campesinos, sumándose en el 2011, mil 200 agricultores en la producción de frijol rojo en el norte del país. La siembra de frijol Rojo de Seda en Petén abrió la puerta para que por primera vez Guatemala exportara ese grano en el 2012 a través de familias agricultoras del municipio de Las Cruces, Petén, quienes tienen a cargo el proyecto de siembra del cultivo de frijol variedad Rojo Seda para exportación, con el apoyo del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, MAGA.

Además de ser una leguminosa que se adapta a suelos marginales y su manejo agronómico es similar al frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), representa una oportunidad de ingresos no sólo para el municipio de Las Cruces, sino para todo el departamento de Petén, quienes, en base al informe del MAGA y de acuerdo a las expectativas la siembra de frijol, llegarían a las 1,112 hectáreas producidas en el 2012, con un promedio de 1,623 a 1,948 kg/ha.

Sin embargo, a pesar de ser un excelente producto para la exportación, el frijol Rojo Seda es una variedad poco consumida por la población guatemalteca, cuyo cultivo es relativamente nuevo. Por esta razón, para poder integrar este material a un sistema productivo es necesario conocer sus características agro-fisiológicas que definen las técnicas de cultivo a utilizarse. Dentro de estas, destaca el distanciamiento de siembra entre surcos y entre plantas, para determinar qué efectos tienen sobre los parámetros de crecimiento (altura de la planta y diámetro de follaje) y rendimiento (número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso seco de 100 semillas y peso seco en kg/ha) y así poder determinar las distancias que favorecen un mejor rendimiento en la producción del frijol rojo, lo cual dio origen a llevarse a cabo la siguiente investigación.

2.3 MARCO TEÓRICO

2.3.1 Marco teórico conceptual

A Frijol rojo (*Phaseolus vulgaris* L.)

Es un producto fresco que está en la lista de productos aceptables en el mercado de los Estados Unidos, posee grandes oportunidades comerciales (IICA 2007).

El frijol rojo además de ser una leguminosa que se adapta a condiciones climáticas y edáficas similar al frijol común, se cultiva en diversas zonas del país, sin embargo, por su volumen de producción y área de cultivo comercial los departamentos de Jalapa, Jutiapa, Chiquimula y Petén; los más importantes en la producción nacional (Coprisa-agroexport 2012).

El frijol se cultiva en Guatemala en 3 épocas del año o de siembra conocidas como: Primera: se siembra en junio y cosecha en agosto; la segunda se le llama aventurera se realiza en septiembre y cosecha en noviembre y la que se siembra en noviembre y diciembre y cosecha en febrero o marzo (Coprisa-agroexport 2012).

B Características descriptivas

El frijol es originario de América, siendo el principal centro de diversificación el área de México y Guatemala; con una distribución de 50° Latitud Norte a 45° Latitud Sur. En la actualidad se cultiva en forma extensiva en todo el mundo. Se adapta en regiones tropicales y subtropicales semiáridas frescas, así como zonas subhúmedas. Es un cultivo que se adapta mejor a regiones subtropicales y desde el trópico hasta las regiones templadas. Su ciclo vegetativo dura aproximadamente entre 85 a 90 días (Ruiz 1999)

a Requerimientos climáticos y edáficos

Según Ruiz (1999) el frijol se adapta desde los 0 hasta 2,400 msnm y Hernández (2009) de 200 hasta 1,500 msnm. Requiere de 350 a 400 mm durante el ciclo y prospera en regiones con precipitación anual entre 600 y 2,000 mm. Son convenientes 110 a 180 mm entre siembra y floración; 50 a 90 mm durante la floración e inicio de la fructificación. Las épocas más críticas por la necesidad de agua son 15 días antes de la floración y 18 a 22 días antes de la maduración de las primeras vainas. Los 15 días previos a la cosecha, deberían ser secos.

Las plantas de frijol consumen la mayor cantidad de agua en las etapas de floración y llenado de vainas, en estas etapas las plantas de frijol, son más sensibles a la falta de agua, afectándose seriamente el rendimiento. El exceso de humedad hace disminuir el N reduciendo el desarrollo de la planta, además, se favorece el ataque de gran número de patógenos que causan enfermedades (Hernández 2009).

El frijol requiere de humedad adecuada en el suelo para que haya un buen crecimiento, desarrollo de la planta, formación y llenado del grano. A la vez requiere de un periodo seco o de poca precipitación al final del ciclo, para favorecer el proceso de maduración y cosecha. Por estas razones es importante sembrar a tiempo, para no carecer de humedad y para que la cosecha coincida con una estación seca favorable. Cuando se siembra al final de la época recomendada, se sugiere el uso de variedades de ciclo corto (Hernández 2009).

Esta especie requiere una atmósfera moderadamente húmeda y es afectada por una atmósfera excesivamente seca y cálida. El cultivo puede resistir variaciones extremas de 12 a 35°C, aunque no por tiempos prolongados; el frijol no tolera las heladas (Ruiz 1999).

La temperatura mínima para el frijol es de 18 °C y la máxima de 28 °C, siendo el rango óptimo de 20 °C a 25 °C. El ciclo vegetativo se alarga conforme se reduce la temperatura, y las temperaturas altas aceleran los procesos fisiológicos del frijol. Temperaturas extremas provocan que las vainas sean vanas, al afectar la viabilidad del polen, aborto de flores y vainas, y reducción del tamaño de la semilla (Hernández 2009).

Los suelos óptimos son los de texturas ligeras como los franco-arcillosos y franco-arenosos; en tanto que los suelos pesados de tipo barrial son un poco menos productivos; en sistemas de producción bajo humedad residual la productividad de los terrenos varía en forma descendente en el siguiente orden: suelos aluviales, arenosos y arcillosos, prefiere suelos sueltos y ligeros de textura franca o franca limosa (Ruiz 1999).

Requiere de un mínimo de 60 cm de profundidad del suelo, la absorción de agua se produce principalmente en los primeros 0.5 a 0.7m de profundidad, suelos ácidos ocasionan bajo rendimiento; requiere suelos aireados y con buen drenaje (Ruiz 1999).

El frijol se desarrolla en áreas de siembra que se ubican en suelos de baja fertilidad, con buena estructura y drenaje. El pH óptimo para sembrar frijol oscila entre 6.5 y 7.5, mediamente ácido. Estos suelos en su mayoría son del orden Ultisol e Inceptisol. No obstante se cultiva y desarrolla bien en suelos de fertilidad moderada y texturas livianas (como suelos de origen volcánico o Andisoles) (Hernández 2009).

C Ciclo vegetativo

El ciclo vegetativo del frijol varía entre 68 a 80 días, dependiendo de las condiciones ecológicas y la variedad, en promedio normalmente el ciclo dura 75 días (IICA 2007).

a Etapas de desarrollo de la planta de frijol

Durante el ciclo biológico de la planta de frijol se han identificado nueve etapas de desarrollo. En la fase vegetativa estas etapas son: germinación, emergencia, hojas primarias, primera hoja trifoliada y tercera hoja trifoliada. En la fase reproductiva las etapas son prefloración, floración, formación de vainas llenado de vainas y maduración (CIAT 1998).

b Dinámica del crecimiento de órganos

Se ha obtenido información de algunas variedades de frijol, que nos permiten conocer que la producción de ramas, flores y área foliar, tienen que ver con el hábito de crecimiento, y que las variedades de hábito de crecimiento indeterminado, tienen más nudos en el tallo principal que las de hábito determinado, ofrecen mayores posibilidades en la respuesta a la ramificación y al área foliar, y ésta influenciada por las condiciones ambientales, posiblemente luz y agua disponible en el suelo (Engleman 1979).

D Componentes del rendimiento

El rendimiento del frijol está en función de varias características anatómicas y morfológicas que tienen que ver con el número de vainas por rama, el número de vainas por planta, el número de semillas por vaina y el peso de la semilla (Oporta; Rivas 2006).

El comportamiento de la producción de semilla por vaina está ligado a condiciones de alta intensidad de radiación solar debido al incremento del área foliar, aumentando la capacidad fotosintética de la planta, formando de esta manera nutrimentos que estimulan la formación de la semilla (Oporta; Rivas 2006).

Peso de la semilla está condicionado por el traslado de los nutrientes de la planta a las semillas durante la fase vegetativa de la planta (Oporta; Rivas 2006).

El frijol sembrado a menor densidad presenta un número mayor de vainas por planta, ocasionado posiblemente por un número mayor de ramas lo cual se confirma con los resultados obtenidos (Oporta; Rivas 2006).

Según Pinchinat y Jacques (1966), realizaron un estudio con el objeto de reunir datos para orientar y acelerar la selección de líneas más productivas de frijol, mediante la estimulación de la heredabilidad del rendimiento y sus componentes primarios, así como de las correlaciones fenotípicas y genotípicas que existen entre estos caracteres. Se determinó que los caracteres peso de grano y número de granos por vaina tuvieron los porcentajes mayores de heredabilidad, el número de vainas por planta tuvo una heredabilidad intermedia y el rendimiento por planta la heredabilidad más baja.

E Manejo agronómico

El manejo agronómico para el frijol Rojo Seda es igual, que el del frijol común.

a Semilla

Lo ideal es usar semilla certificada de variedades mejoradas que han sido liberadas comercialmente, ya que éstas presentan una mejor adaptación a las diferentes regiones frijoleras del país. El reciclaje o uso de semilla de un ciclo de cultivo a otro, es válido siempre y cuando ésta se haya producido en condiciones adecuadas de manejo agronómico y sanidad, procurando su uso hasta un máximo de cuatro ciclos de siembra (Escoto 2011).

El tratamiento químico a la semilla no ha sido una práctica tradicional o usual por parte de los productores, sin embargo, técnicamente es recomendable tratar la semilla con un insecticida, para protegerla de daños de plagas del suelo y protección de las plántulas. Algunos de los productos y dosis, actualmente recomendados, se describen a continuación: Productos y dosis para el tratamiento de la semilla: Thiodicarb 500 cc/100 lbs, Thiametoxam 60 cc/50 lbs, y Imidacloprid 4 gr/lb. De preferencia tratar la semilla, con tiempo prudencial, antes de realizar la siembra en el campo (Escoto 2011).

b Tipos de siembra y distancias de siembra

Siembra mecanizada: Consiste en la preparación convencional del terreno, con una pasada de arado para eliminar las malas hierbas e incorporar rastrojos de siembras anteriores, dos semanas después se realizan dos pasadas de rastra, para eliminar los terrenos y dejar lista la cama de siembra (Hernández 2009).

La siembra se realiza con sembradoras de granos, esta debe graduarse para depositar e 13 a 15 semillas por metro lineal y se recomienda una distancia entre surcos de 60 cm. La población debe ser uniforme y alcanzar entre 200,000 a 250,000 plantas por hectárea. Se necesitan entre 35 y 45 kg/ha de semilla (Hernández 2009).

Siembra en mínima labranza: Este sistema de siembra considera la aplicación de herbicida glifosato, preparación y siembra con un equipo de mínima labranza de cuatro cuerpos pegada a los tres puntos de un tractor. Uno de los más importantes beneficios es el ahorro de mano de obra para las labores de siembra y fertilización, ya que no requiere de equipos pesados como rastra y arado (Hernández 2009).

Siembra con macana: por lo general se realiza mediante una chapea o botar un guamil este se quema cuando el monte este seco y se considera la aplicación de herbicida sistémico glifosato, quince días antes de la siembra, el método consiste en hacer un hoyo en el suelo con estaca o macana, en cada hoyo se colocan de dos a tres semillas (Hernández 2009).

Para la siembra de invierno (junio), se utiliza una distancia de 50 cm entre surcos y 40 cm entre plantas. Para la época de verano (septiembre – diciembre) se puede sembrar a una distancia de 40 cm entre surcos y 40 cm entre plantas. Con esto se logra una población de entre 150,000 a 180,000 plantas/ha se requiere entre 27 y 36 kg/ha de semilla (Hernández 2009).

Siembra con arados manuales: en terreno previamente preparado, se abre el surco de siembra por medio de arados manuales azadones. Seguidamente, en el fondo del surco se coloca el fertilizante y después de taparlo ligeramente se colocan a chorro seguido, entre 13 y 15 semillas por metro lineal a una distancia entre surcos de 60 cm; con estas distancias se alcanzan entre 200,000 a 250,000 plantas por hectárea. Se necesitan entre 35 y 45 kg/ha de semilla (Hernández 2009).

c Siembra en camellones

La siembra en camellones se realiza cuando los suelos no tienen un buen drenaje y la época de lluvia es constante. En hileras simples, sembrando en el lomo del camellón a una distancia de 60 centímetros entre hileras y de 10 centímetros entre plantas (IICA 2007).

En hileras dobles, éste método consiste en sembrar dos hileras en el camellón, con una separación de 40 centímetros entre hileras y de 60 centímetros entre camellones (IICA 2007).

d Control de malezas

La mejor estrategia de manejo de malezas es aquella que involucra o integra diferentes métodos de control y se complementa con un buen manejo del cultivo en aspectos como: semilla de buena calidad, siembra en época oportuna, fertilización adecuada, drenaje del suelo, control de insectos plagas y enfermedades. El manejo adecuado de la distancia de siembra es importante, ya que permite que el cultivo cierre dentro del periodo crítico de competencia de malezas. Con respecto al control mecánico, en áreas pequeñas se pueden utilizar las deshierbas manuales, mientras que en siembras extensas y mecanizadas resulta más adecuado el uso de herbicidas selectivos (Hernández 2009).

Recomendaciones técnicas de cuánto, cuándo y cómo aplicar los herbicidas:

- (Glifosato). Por su acción sistémica a través del tejido foliar, es necesario que la maleza esté en actividad metabólica, es decir que la planta (maleza) no esté sometida a ningún estrés, ya sea por sequía o por exceso de humedad, se recomienda para sistemas de siembra de labranza cero aplicado en presiembra o preemergencia del cultivo, procurando hacer los debidos traslapes de aplicación, ya que su efecto de control es evidente hasta los 6 a 8 días después de aplicado (Escoto 2011).
- (Pendimetalina). Recomendado para impedir la germinación de semilla de malezas, principalmente gramíneas como caminadora (*Rotboelia exaltata*) que es muy común y agresiva en los sistemas de producción de siembra convencional, debe aplicarse inmediatamente después de sembrar el frijol, de preferencia que el suelo este húmedo, buena preparación de suelo y asegurándose que la semilla haya sido adecuadamente tapada (Escoto 2011).

e Manejo integrado de plagas y enfermedades

En los (cuadros 5 y 6), se describen las plagas o insectos dañinos que en presencia excesiva de los mismos causan daños económicos en el cultivo de frijol, así también las enfermedades que causan problemas para el cultivo de frijol, las plantas se ven afectadas por el ataque de algún microorganismo, como los hongos, las bacterias y los virus.

También mencionan algunos controles que se pueden tomar en cuenta para el manejo de dichas plagas y enfermedades además como las dosis de algunos productos químicos que pueden ser utilizados para manejar o controlar la presencia de las plagas y enfermedades.

Cuadro 5. Plagas que afectan al cultivo

Nombre Común	Control cultural	Control químico	dosis
Gallina Ciega (<i>Phyllophaga</i> spp)	Buena preparación del suelo	Carbaryl	1 litro/150 libras de semilla
Chicharrita Verde (<i>Empoasca kraemeri</i>)	Mantener el cultivo limpio de malezas	Deltametrina Endosulfán	10 a 12 cc/4 galones de agua 50 cc/4 galones de agua
Tortuguilla (<i>Diabrotica</i> sp. <i>Cerotoma</i> sp)	Mantener el cultivo limpio de malezas	Deltametrina Endosulfán	10 a 12 cc/4 galones de agua 50 cc/4 galones de agua
Barrenador del Tallo (<i>Elasmo- palpus lignosellus</i>)	Buena preparación del suelo. Control de malezas	Endosulfán	50 cc/4 galones de agua
Mosca Blanca <i>Bemisia tabaci</i>	Rotación de cultivos	Deltametrina Endosulfán	10 a 12 cc/4 galones de agua 50 cc/4 galones de agua
Picudo de la vaina (<i>Apión gobmani</i>)	Eliminar el rastrojo	Deltametrina Endosulfán	10 a 12 cc/4 galones de agua 50 cc/4 galones de agua
Gorgojo del fríjol (<i>Acan-thoselides obtectus</i>) (<i>Zabrotes subfaciatus</i>)	Eliminación de estiércol de Ganado vacuno	Photoxin	Silo 30 qq/6 pastillas Silo 18 qq/4 pastillas Silo 12 qq/ 3 pastillas

Fuente: (Escoto 2011)

Cuadro 6. Enfermedades que afectan al cultivo

Nombre Común	Nombre Científico	Control químico	dosis
Roya	<i>Uromyces Phaseoli</i>	Mancozeb	2,5 kg/ha
Mancha angular	<i>Phaeoisariopsis griseola</i>	Benomyl	0.5kg/ha
Antracnosis	<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>	benzimidazol	0,55 g/litro
Mustia hilachosa	<i>Thanatephorus cucumeris</i>	Clorotalonil	0.25 a 1.0 kg

Fuente: (Escoto 2011)

f Fertilización

Para obtener un mejor rendimiento del cultivo de frijol en términos de producción de grano, una nutrición mineral balanceada es fundamental. El conjunto de prácticas agronómicas como la adecuada preparación del suelo, la fertilidad natural del suelo, el potencial productivo de la variedad, semilla, época y condiciones climáticas, son factores que influyen en el estado nutricional de la planta, resultando en una mayor o menor productividad (Hernández 2009).

Las cantidad total que consume el frijol para producir 1 tonelada de grano corresponden en promedio a 53 kg de nitrógeno, 6 de fosforo (15 kg P₂O₅), 55 de Potasio (66 de K₂O). Aunque hay diferencias entre variedades, la tendencia es la misma, para Nitrógeno, Fosforo y Potasio, aproximadamente la mitad de estos nutrimentos se acumulan en el grano, mientras que el 80 y 70% de Ca y Mg, respectivamente, permanecen en los residuos de cosecha. La máxima absorción de Nitrógeno, Fosforo y Potasio corresponde al periodo entre los 30 y los 45 días después de la siembra (Hernández 2009).

El encalado ayuda mucho a mejorar el pH del suelo, disminuir la acidez del mismo y mejorar la disponibilidad de macro y micronutrimentos (Hernández 2009).

g Cosecha

i Arranque

Se recomienda realizar la cosecha (o arranque) cuando se observe en la plantación lo siguiente:

- Las hojas están amarillas y más de la mitad han caído.
- Las vainas cambian de color, esto va a depender de la variedad.

Las plantas se arrancan y se amontonan con la raíz hacia arriba por dos o tres días mientras se secan para ser aporreadas. En algunos casos es necesario proteger el frijol de las lluvias, para esto se puede utilizar un plástico que cubra los montones de frijol, formando una especie de rancho (Hernández 2009).

Para construir el rancho se requiere de un plástico agrícola de 6 m de ancho por 6 m de largo o de 6 m de ancho por 7 m de largo de color negro. Además, se debe montar una tarima (elevada a 30 cm del suelo), colocando una cama hecha de hojas de palma o cualquier otro rastrojo disponible, pero asegurarse de que este bien seco (Hernández 2009).

ii Aporreo

Con esta labor se procura separar el grano de la vaina. La aporrea puede hacerse manualmente, utilizando un tendido con nylon negro y golpeando con un bate los manojos de plantas de frijol o montones de plantas (Hernández 2009).

iii Secado y limpieza

El método más frecuente de secado consiste en colocar los granos de frijol en tendidos con nylon al sol hasta que estos alcancen una humedad del 15%. La limpieza del grano juega un papel muy importante, debido a que le da mejor apariencia y por ende mayor precio de venta. Tradicionalmente se han utilizado zarandas para eliminar basura, terrones y piedras (Hernández 2009).

F Estándares de calidad

El mercado internacional exige un frijol con 98% de Pureza, Entre 13 a 14% de Humedad. 100% limpio y uniforme en coloración 45 minutos de cocción con cero plaga viva y muerta (IICA 2007).

a Mayoristas

- a. Color Uniforme.
- b. Impurezas 2%.
- c. Picado, partido o podrido 1%.
- d. Libre de plaga muerta. Libre de olor a plaguicida.
- e. Tamaño uniforme del grano en el rango de 9 a 12 mm.
- f. Humedad 13 a 14%.
- g. Empaque en sacos de polipropileno enteros y limpios, con un peso neto de 45.45 kilos (IICA 2007).

G Comercio

a Mercados potenciales

El Salvador, Honduras, Guatemala, Costa Rica, Nicaragua (IICA 2007)

H Exportación de frijol Rojo Seda

La siembra de mil 200 manzanas de frijol Rojo Seda en Petén abrió la puerta para que por primera vez Guatemala exportara ese grano en el 2012 (Larios 2011).

El Grupo de Desarrollo e Inversiones Corporativas (Deinsa) asiste desde el 2010 a 34 campesinos, y ahora suman mil 200 agricultores de frijol rojo en el norte del país. La segunda fase del proyecto fue sembrada a inicios de diciembre del 2011 y la cosecha en marzo del 2012 (Larios 2011).

Se espera impulsar las exportaciones de frijol rojo y también el consumo local, Deinsa expuso que el frijol Rojo Seda constituye una nueva oferta exportable, La producción de las manzanas que se sembraron ya contaban con ofertas de compradores de los Estados Unidos (Larios 2011).

Las expectativas, El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (Maga) hizo un estudio sobre la siembra del frijol en Petén, y de acuerdo con las expectativas se esperaba que no fueran solo mil 200 manzanas las que se cultivarían, sino que llegarían a las mil 588 (Larios 2011).

Además se estimó que en esa área serían cultivados 39 mil 700 quintales de ese grano, el cual sería comercializado en el país y también exportado. Los ingresos brutos que se generarían llegarían a los Q15.8 millones. El proceso de comercialización se aría desde el inicio de las plantaciones por Deinsa (Larios 2011).

I Uso del arreglo en franjas para experimentos de espaciamiento.

Estrada (1993) describe la propuesta de un diseño no sistemático para la evaluación de distancias de siembra entre surcos y entre plantas, el cual permite que dicho espaciamiento pueda variar en dos dimensiones sobre un arreglo combinatorio, con un número constante de plantas por unidad experimental. Los efectos principales son confundidos con filas y columnas de un bloque rectangular, de tal manera que unidades experimentales de diferente tamaño y forma se ubiquen en una distribución compacta.

Estrada (1993) describe que se sugiere que en el proceso de arreglo y aleatorización de las unidades experimentales, para un diseño en bloques al azar con arreglo en franjas, se llevan a cabo los siguientes pasos:

- a) Dividir cada bloque en franjas.
- b) Sortear los niveles de cada factor en las franjas de cada bloque. Los factores son: distanciamientos entre surcos y distanciamiento entre plantas y los niveles hacen referencia a las modalidades de cada uno de los factores.
- c) En cada bloque se hace un sorteo independiente.

2.3.2 Marco referencial

A Acceso al sitio experimental

Al ingresar a la finca se toma la carretera de terracería que conduce hacia el área de extensión agrícola, conocida como el vivero, en dicha área se encuentran las instalaciones de invernaderos para la producción de pilones de papaya, oficina y atrás de las instalaciones de los viveros se encuentra el área de investigación en dicha área fue donde se realizó el experimento.

B Serie de suelos en el sitio experimental

Dentro de los límites de la finca en la que se realizó el experimento cuenta con una serie de suelos chacalté observar en la figura 3.

a Serie de suelos chacalté

Los suelos Chacalté son poco profundos, bien drenados, que se han desarrollado sobre caliza dura y masiva en un clima cálido y húmedo. Ocupan relieves inclinados a altitudes bajas. Se asemejan a los suelos Cuxú, pero se distinguen de éstos por ser más cafés, tienen un subsuelo café definido en la mayoría de los lugares, y se han desarrollado sobre caliza masiva y dura, mientras que los Cuxú se han desarrollado sobre yeso suave o sobre roca estratificada. En la mayoría de los lugares la roca madre de los Chacalté parece ser dolomítica. Ocupan relieve kárstico inclinado donde pendientes con inclinación mayor del 50 % son comunes (Simmons, Tárano y Pinto 1959).

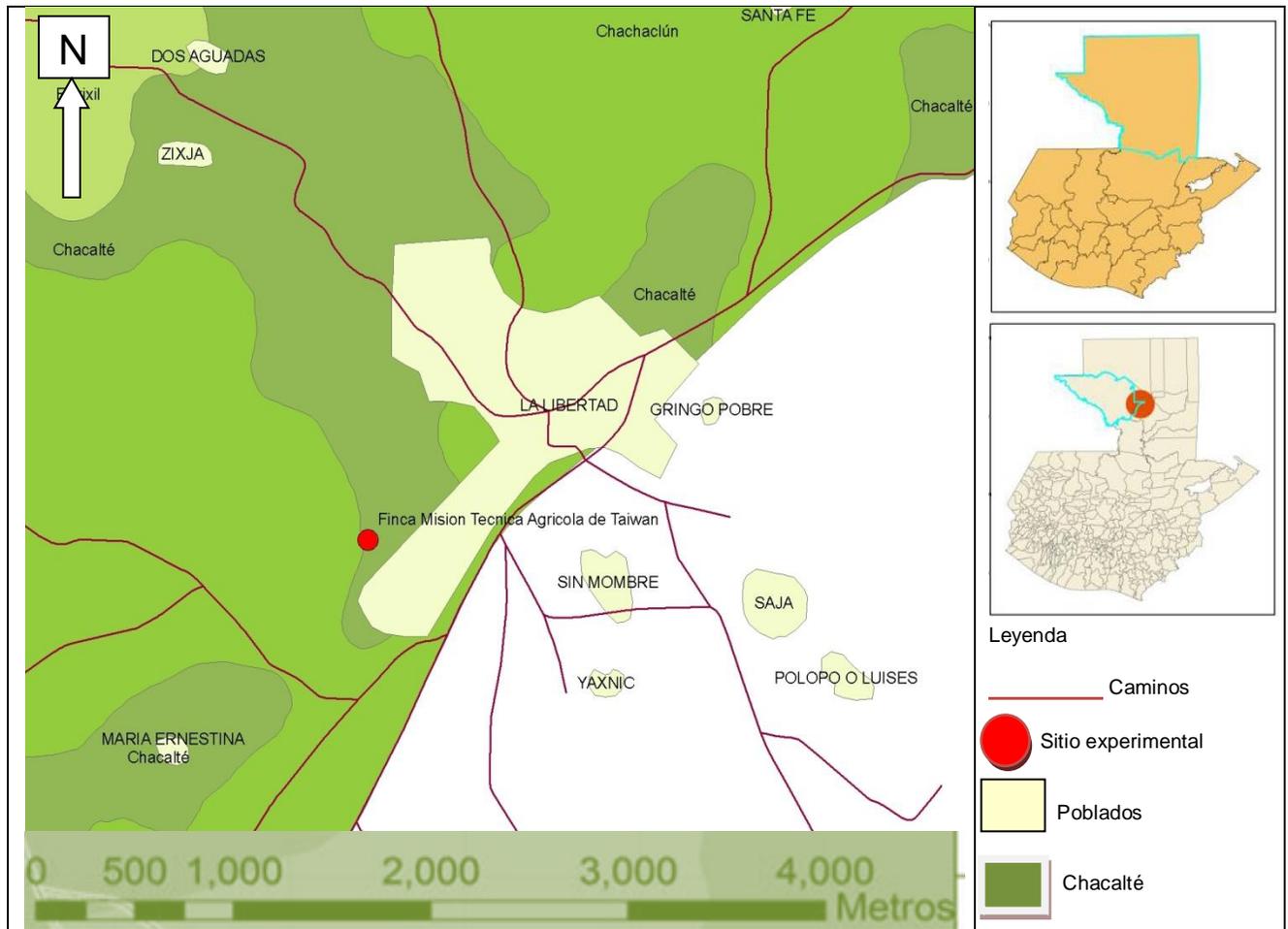


Figura 3. Serie de suelo en el sitio experimental

Fuente: (Simmons, Tárano y Pinto 1959).

C Material de frijol utilizado

Variedad Rojo Seda.

Semilla: Forma de semilla: arriñonada, recta en el lado del hilo. Días a germinación: 8.5 Color de testa: rojo claro. Peso de 100 semillas: 26.32 g (IICA 2011).

Tallo: Tipo I arbustivo determinado. Altura planta: 51.07cm (IICA 2011).

Floración y madurez: Días a floración: 30 a 35 días después de la emergencia. Madurez fisiológica: 60-65 días después de la emergencia (IICA 2011).

Vaina: Color de vaina: rojo. Ápice de vaina: medianamente curvo. Vainas por planta: 7 Semillas por vaina: 5 Longitud vaina: 10.7 cm (IICA 2011).

Criterios del productor. Color de grano: excelente. Precio comercialización: bueno. Sabor del caldo: excelente. Tiempo de cocción: 75 minutos. Caldo espeso. Resistencia a plagas: tolerante estrés abiótico, tolerante a sequía (IICA 2011).

D Condiciones climáticas de Petén

Utilizando información procedente de la estación meteorológica de Flores, Petén, del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología de Guatemala - INSIVUMEH, se elaboró el climadiagrama de la región (figura 4), que representa el comportamiento de las variables de temperatura y precipitación pluvial mensual durante el año 2011. Se utilizó la información de dicha estación por ser la más cercana al lugar del experimento.

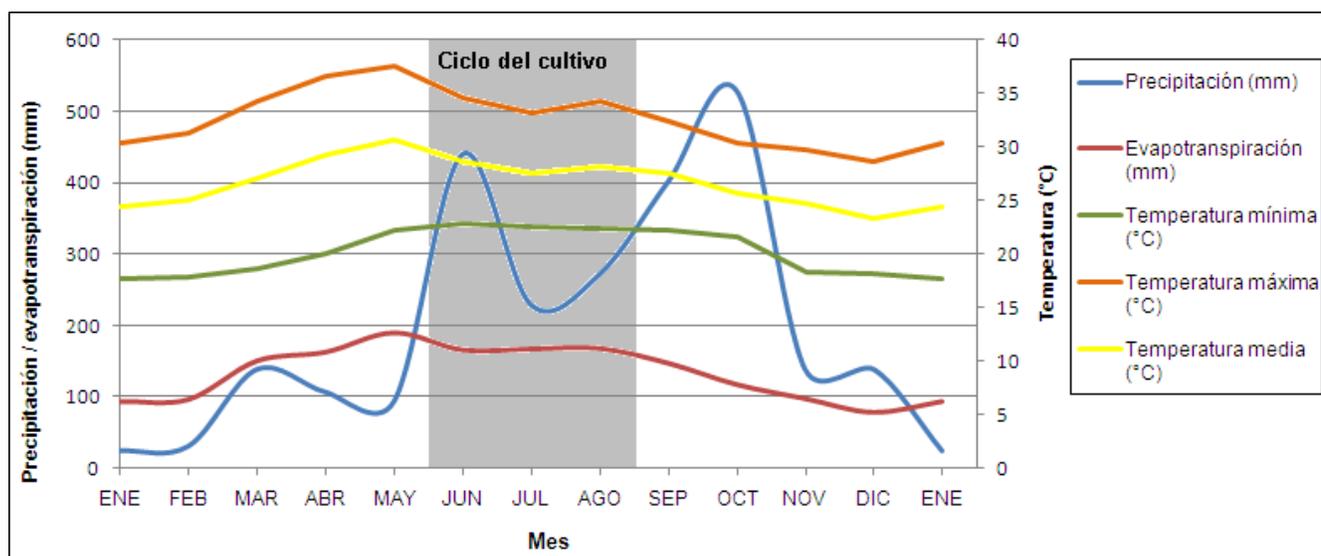


Figura 4. Climadiagrama de la región de Petén

Fuente: (INSIVUMEH 2014).

a Precipitación

Según los registros históricos de precipitación, el año 2011 fue un año muy húmedo. En total se precipitaron 2545.3 mm, que corresponde a la mayor precipitación registrada en los últimos 20 años. La época seca (donde la evapotranspiración potencial supera a la precipitación) se dio en los meses de enero a mayo, mes en el que se inició la época lluviosa terminando hasta diciembre. La precipitación tuvo un comportamiento bastante variable durante dicho año, siendo los meses más secos enero, febrero y mayo, con precipitaciones pluviales menores a 100 mm. Marzo y abril presentaron precipitaciones mayores (138.7 y 106.8 mm respectivamente). Las mayores precipitaciones se dieron en junio y octubre (440.5 y 529.6 mm respectivamente), existiendo un tiempo de canícula entre la segunda quincena de julio y la primera de agosto (figura 4). Ha sido regla general que en Petén empiece a llover a partir del 10 de mayo, por lo que los agricultores comienzan a sembrar granos básicos, especialmente el frijol, con el fin de cosechar durante la canícula. Se siguió este mismo principio durante el experimento.

b Temperatura

En cuanto a la variable temperatura, los registros indican que el promedio general del año fue de 26.8°C, dándose la menor temperatura mensual en el mes de enero (17.7 °C) y la mayor en el mes de mayo (37.6 °C). Durante el ciclo del cultivo, la temperatura mínima mensual se dio en mayo (22.3°C) y la máxima en el mismo mes (37.6 °C). En los siguientes meses, correspondientes a dicho ciclo, la temperatura mensual no disminuyó de 22.4 °C (agosto) y no fue mayor a 34.6 °C (junio), las cuales se mantuvieron dentro del rango aceptable por el cultivo.

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 Objetivo general

Evaluar el efecto que tiene el distanciamiento de siembra sobre el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Rojo Seda.

2.4.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto que tienen los distanciamientos de siembra (entre surcos y plantas) sobre los parámetros de crecimiento (altura de planta y diámetro de cobertura del follaje).
- Evaluar el efecto que tienen los distanciamientos de siembra (entre surcos y plantas) sobre los parámetros de rendimiento (número de vainas por planta, número de semillas por vaina, peso seco de 100 semillas y rendimiento en kilogramos por hectárea).

2.5 HIPÓTESIS

- El distanciamiento de siembra entre surcos y plantas no tendrá efecto sobre la altura de planta pero en los distanciamientos mayores existirá un mayor diámetro de cobertura del follaje.
- Un distanciamiento mayor de siembra entre surcos y plantas incidirá en un número mayor de vainas por planta, pero presentarán un menor rendimiento de grano seco (kilogramos por hectárea) por ser una menor densidad de siembra. Así mismo, los distanciamientos de siembra no tendrán efecto en el número de granos por vaina y el peso seco de 100 semillas.

2.6 METODOLOGÍA

2.6.1 Tratamientos

La iniciativa surgió del informe del proyecto de siembra de frijol Rojo Seda para exportación, en el cual familias agricultoras de las Cooperativas de la ribera del río Usumacinta del Municipio de Las Cruces, Petén. Cuentan con 34 manzanas de frijol Rojo Seda, con el apoyo y asesoría de técnicos del Ministerio de Agricultura.

Actualmente la densidad de siembra utilizada es de 125,000 plantas por hectárea, con distanciamientos entre surcos y entre plantas de 0.40 m. Sin embargo, este distanciamiento ha sido utilizado por cultura general, principalmente en la siembra de frijol negro, para encontrar un mejor distanciamiento entre surcos y entre plantas para el frijol rojo, se evaluaron las distancias de: 0.20, 0.30, 0.40, 0.50 y 0.60 m. Estos distanciamientos se detallan en el (cuadro 7), su nivel y sus factores entre surcos y entre plantas evaluados en el experimento.

Cuadro 7. Distancias de siembra entre surcos y entre plantas evaluadas.

NIVEL FACTOR	1	2	3	4	5
Distancia entre surcos m (A)	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60
Distancia entre plantas m (B)	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60

2.6.2 Diseño experimental

Se utilizó el diseño en bloques al azar, con un arreglo de parcelas en franjas, con 3 repeticiones, determinándose un arreglo combinatorio de 25 combinaciones (cuadros 7 y 23A).

A Modelo estadístico

El análisis de los experimentos en franjas son más complejos, en comparación con un arreglo en parcelas divididas; y dan menor precisión a las comparaciones entre los niveles del factor que se ubica en la parcela pequeña. Por ello, los experimentos en franjas deben ser evitados, siempre que sea posible. Sin embargo, existen varias situaciones en que razones de orden práctica nos llevan a adoptarlos. Dentro de estas situaciones se pueden citar: experimentos con épocas de cosecha, tipos de preparación del suelo, en evaluaciones de distanciamientos de siembra, etc (López 2009).

El modelo estadístico que sirvió de base para efectuar los análisis de varianza de las variables evaluadas es el siguiente: (Estrada 1993).

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + (\alpha\beta)_{ik} + \tau_j + (\tau\beta)_{jk} + (\alpha\tau)_{ij} + (\alpha\tau\beta)_{ijk}$$

En donde:

Y_{ijk}	=	Variable de respuesta de la ijk -ésima unidad experimental
μ	=	Valor de la media general
β_k	=	Efecto del k – ésimo bloque
α_i	=	Efecto de la i – ésima distancia entre surco
$(\alpha\beta)_{ik}$	=	Error A
τ_j	=	Efecto de la j – ésima distancia entre plantas
$(\tau\beta)_{jk}$	=	Error B
$(\alpha\tau)_{ij}$	=	Efecto debido a la interacción entre la i - ésima distancia entre surco la j - ésima distancia entre plantas.
$(\alpha\tau\beta)_{ijk}$	=	Error C

B Unidad experimental

La unidad experimental estuvo conformada por treinta y seis plantas, delimitándose una unidad de muestreo de diez plantas. Se trazaron seis surcos con seis plantas dentro de cada surco.

El área total por bloque fue de 100 m cuadrados; distancia entre bloque de 2 m y el área total del experimento de 340 m cuadrados.

2.6.3 Variables de respuesta

A Parámetros de crecimiento

Se midieron los parámetros de altura por planta, diámetro de cobertura del follaje entre surcos y diámetro de cobertura del follaje entre plantas, expresados en metros.

B Parámetros de rendimiento

Se cuantificó el número de vainas por planta, el número de semillas por vaina, el peso seco de 100 semillas por muestra en gramos y al final de la cosecha se pesó la cantidad de granos producidos por cada parcela neta en kilogramos por hectárea.



Figura 5. Peso seco de 100 semillas en gramos

2.6.4 Medición de las variables

A Parámetros de crecimiento

a Altura de planta en metros

Esta variable se midió al final del ciclo del cultivo, después de arrancadas las plantas, se seleccionaron al azar 10 plantas de cada parcela neta. La altura se consideró desde el primer nudo hasta el ápice terminal de la planta.

b Diámetro de cobertura del follaje entre surcos y entre plantas en metros

Estas variables de crecimiento fueron medidas a las plantas etiquetadas en las unidades de muestreo. Debido a la forma de las plantas, el diámetro se midió a la altura de la parte media del tallo principal. Esta actividad se realizó a los 35 días después de emergidas las plantas o más bien en la etapa de inicio de la floración.

B Rendimiento

a Número de vainas por planta

Después de arrancadas las plantas, de cada parcela neta utilizando diez plantas seleccionadas de cada unidad de muestreo, se les conto el número de vainas por planta, se registró en la hoja de toma de datos, y se calculó la media aritmética como medida representativa.

b Número de granos por vaina

Utilizando las mismas plantas seleccionadas para medir el número de granos por planta, se cuantifico el número de granos por vaina.



Figura 6. Vainas con granos de frijol

c Peso seco de 100 semillas por unidad de muestreo en gramos

Se determinó el peso de las semillas en gramos, al final del ciclo del cultivo, después del secado de la semilla, tomando al azar 100 semillas correspondientes a cada unidad de muestreo y para obtener la cantidad de peso se utilizó una balanza electrónica.

d Rendimiento kilogramos por hectárea

Esta variable se midió al final del ciclo del cultivo, después del secado de la semilla, se pesó la cantidad de granos producidos por cada una de las parcelas netas, obteniendo el peso de grano seco en kilogramos por hectárea.

2.6.5 Manejo del experimento

A Semilla

La semilla fue clasificada y donada por el grupos de agricultores que tenían a cargo la producción del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Rojo Seda para exportación.



Figura 7. Semilla de frijol rojo seda.

B Preparación del terreno

Se efectuó un paso de arado, y dos pasos de rastra con el objetivo de que el suelo quedara bien mullido. Luego se realizaron las divisiones de los bloques y sus tratamientos de acuerdo al diseño experimental propuesto, seguidamente se trazaron los surcos para cada unidad experimental.



Figura 8. División de bloques y tratamientos

C Siembra

Esta actividad se realizó por la mañana, de forma manual utilizando una macana de madera para abrir los agujeros, tomando en cuenta que el suelo se encontraba en una humedad adecuada con el objetivo de que la semilla al hacer contacto con el suelo y permanecer enterrada en el mismo iniciara su proceso de germinación y la semilla fue tratada con un bioactivador (Thiodicarb) para el manejo de plagas del suelo utilizando un centímetro cubico por litro de agua, con esta mezcla se remojo la semilla.

D Fertilización

Se realizaron dos aplicaciones foliares, la primera a los 15 días después de emergidas las plantas, la segunda a los 25 días. Para lo cual se utilizó el producto comercial Poliquel Multi, con una dosis de 2.5 lts/ha de producto.

De la misma manera se recomendó aplicar formulaciones físicas en base a los requerimientos que el cultivo de frijol requiere para tener un crecimiento fisiológico y rendimiento adecuado, utilizando una dosis de 60 kg/ha de nitrógeno, fosforo y potasio, aplicando la fórmula 15-15-15 en una sola época a los 20 días después de la siembra.

Debido a que el arreglo en franjas para la evaluación de dos factores, distancias entre surcos y distancia entre plantas, conlleva al establecimiento de unidades experimentales de distinto número de densidades de siembra, fue necesario calcular la cantidad de fertilizante a aplicar por planta, para cada uno de los tratamientos; los resultados se detallan en el cuadro 24A.

E Manejo de malezas

Esta actividad se realizó de dos formas: productos químicos, al segundo día después de la siembra, asperjando directamente al suelo: Glifosato en dosis de 4 lts/ha, Alaclor dosis de 4 lts/ha.

De forma mecánica y manual utilizando azadón a los 35 días después de la siembra.

F Manejo de plagas y enfermedades

Para el control de plagas de lepidópteros y tortuguillas, se hicieron dos aplicaciones de piretroide thamectoxam (Engeo). La primera a los ocho días después de la siembra, la segunda a los 20 días después de la siembra, con una dosis de 0.5 lts/ha.

Para prevenir enfermedades fungosas, se realizaron dos aspersiones de Azoxystrobin (Amistar) la primera a los ocho días después de la siembra, y la segunda a los 20 días después de la siembra, con una dosis de 360 grs/ha.

Además se utilizó Azoxystrobin (Decis), realizando dos aplicaciones la primera a los 30 días después de la siembra la segunda a los 15 días después de la primera usando una dosis de 0.75 lts/ha

También se realizaron dos aplicaciones de Sulfato de cobre (Phyton), la primera a los 30 días después de la siembra y la segunda a los 15 días después de la primera con una dosis de 1 lt/ha.

Para los productos químicos utilizados en el manejo de plagas y enfermedades (insecticidas y fungicidas) la cantidad de agua utilizada fue de 1,200 lts/ha.



Figura 9. Aplicación de pesticidas

G Cosecha o arranque

La cosecha se efectuó de forma manual dentro de las parcelas netas, después del ciclo del cultivo, se arrancaron las plantas e identificadas por bloque, letras y números, se dejaron reposar durante 15 días bajo techo en una galera se colgaron los manojos debido a la época lluviosa con el propósito que estas perdieran la humedad. Las plantas se arrancaron

cuando se observó que las hojas estaban amarillas y más de la mitad habían caído, las vainas cambiaron de color rojo a café amarillento.

H Aporreo, secado y limpieza de la semilla

Esta actividad se realizó al final del ciclo del cultivo, después de la cosecha o arranque de las plantas, utilizando un tendido con una lona de nylon, y golpeando con un bate de madera los manojos de plantas de frijol, identificadas por cada parcela neta, separando de esta manera el grano de la vaina.

El método que se utilizó para el secado, consistió en colocar los granos de frijol, de cada parcela neta en un tendido con nylon al aire libre durante 2 días de sol, con el objetivo que perdieran humedad. Luego se ventilo utilizando un ventilador eléctrico con el propósito de eliminar residuos de rastrojo y tierra.

2.6.6 Análisis estadístico de la información

Se realizó el análisis de varianza de acuerdo con el modelo estadístico del diseño, con un nivel de confianza de 95%, para cada variable.

Cuando existieron diferencias significativas entre los niveles de los factores en forma individual o en su interacción, se procedió a efectuar la comparación de múltiple de medias de Tuckey.

Se realizó un análisis de correlación entre las variables de crecimiento (altura de plata y diámetro del follaje) de rendimiento (número de vainas, número de semillas, peso seco de 100 semillas y rendimiento en kilogramos por hectárea) las cuales fueron medidas, con el propósito de determinar el grado de correlación lineal de las mismas, se utilizó un nivel de significancia de 0.5.

2.7 RESULTADOS Y DISCUSIONES

2.7.1 Variables de crecimiento

En base a los resultados obtenidos durante la investigación, (cuadro 25A), se realizó el análisis de varianza (cuadros 8 y 9) para las variables altura de la planta y diámetro de cobertura del follaje entre surcos y entre plantas.

Cuadro 8. Análisis de varianza para altura de planta en metros.

Fuente de variación	Suma cuadrados	Grados libertad	Cuadrados medios	F	p-valor	(Error)
Modelo	0.1	42	2.40E-03	3.21	0.0005	
distancia entre surcos	0.01	4	2.90E-03	0.44	0.7750 ns	(Distancia entre surcos*Blo..
Distancia entre plantas	1.40E-03	4	3.50E-04	0.25	0.8994 ns	(Distancia entre plantas*Blo..
Bloque	0.01	2	1.00E-02	8.15	0.0014	
Distancia entre surcos*Dis..	0.01	16	9.00E-04	1.19	0.3259 ns	
Distancia entre surcos*Blo..	0.05	8	1.00E-02	8.52	<0.0001	
Distancia entre plantas*Blo..	0.01	8	1.40E-03	1.81	0.1114	
Error	0.02	32	7.60E-04			
Total	0.13	74				

Coefficiente de Variación (CV) = 6.46%

Se determinó que la altura de planta no es afectada por los distanciamientos de siembra entre surcos y entre plantas, ya que no existen diferencias significativas entre los niveles de los factores evaluados ni en la interacción (cuadro 4).

Aun cuando los distanciamientos de siembra menores que suponen una mayor competencia por algunos factores del medio, tales como humedad, luz, nutrientes, espacio, etc; la altura de la planta se mantiene uniforme a cualesquiera de las densidades de siembra utilizadas en la investigación.

Con respecto al diámetro de cobertura del follaje de la planta, los resultados del análisis de varianza que se presentan (cuadro 5); evidencian que al menos una distancia entre surcos como también una distancia entre plantas produce un efecto significativamente diferente, sin embargo no existe interacción entre ambos factores.

Cuadro 9. Análisis de varianza del diámetro de cobertura del follaje entre surcos y entre plantas en metros.

Fuente de variación	Suma cuadrados	Grados libertad	Cuadrados medios	F	p-valor	(Error)
Modelo	0.45	42	0.01	4.39	<0.0001	
distancia entre surcos	0.18	4	0.04	10.83	0.0026 **	(Distancia entre surcos*Blo..
Distancia entre plantas	0.08	4	0.02	10.81	0.0026 **	(Distancia entre plantas*Blo..
Bloque	0.10	2	0.05	20.76	<0.0001	
Distancia entre surcos*Dis..	0.04	16	2.3E-03	0.93	0.5423 ns	
Distancia entre surcos*Blo..	0.03	8	4.1E-03	1.70	0.1362	
Distancia entre plantas*Blo..	0.02	8	1.9E-03	0.79	0.6124	
Error	0.08	32	2.4E-03			
Total	0.52	74				

Coefficiente de Variación (CV) = 17.76%

En la prueba de Tukey (cuadro 10) se puede observar que el factor distanciamiento entre surcos de la variable de diámetro de cobertura del follaje, el distanciamiento de (0.60 m) presenta el mayor diámetro de la planta, pero que los tratamientos de (0.30, y 0.50 m) muestran resultados que son iguales al de (0.60 m). Mientras que el tratamiento (0.20 m) es la mayor limitante para este parámetro, porque es el que presenta el menor diámetro del follaje de la planta.

Cuadro 10. Comparación múltiple de medias (Tukey) para diámetro del follaje entre surcos

Distancia entre surcos	Diámetro entre surcos	
0.60 m	0.32 m	A
0.30 m	0.32 m	A
0.50 m	0.30 m	A
0.40 m	0.25 m	A B
0.20 m	0.19 m	B

Tratamientos con la misma letra, son estadísticamente iguales

En cuanto al distanciamiento entre plantas (cuadro 11), se puede observar que los distanciamientos (0.60 y 0.50 m), presentan los mayores diámetros de cobertura del follaje los cuales tienen la menor densidad de plantas por hectárea, lo cual genera un mayor

espacio entre plantas, y el distanciamiento (0.20 m) es el que tiene el menor diámetro de follaje entre plantas y se puede observar que también afecta el diámetro de follaje entre surcos por lo cual no es recomendable utilizar el distanciamiento de 0.20 m entre surcos y 0.20 m entre plantas para esta variable.

Cuadro 11. Comparación múltiple de medias (Tukey) para diámetro del follaje entre plantas

Distancia entre plantas	Diámetro entre plantas	
0.60 m	0.33 m	A
0.50 m	0.30 m	A B
0.30 m	0.26 m	B C
0.40 m	0.25 m	B C
0.20 m	0.24 m	C

Tratamientos con la misma letra, son estadísticamente iguales

El hecho de que no exista interacción entre los factores evaluados quiere decir que los efectos de cada uno de éstos actúan por separado, y que con limitar a la planta a una distancia menor, ya sea entre surcos o entre plantas, es suficiente para que el diámetro del follaje muestre un cambio significativamente menor en la planta. Por lo tanto, se puede inferir que es más conveniente que el distanciamiento entre surcos sea mayor que el de plantas, el cual permitirá realizar un mejor manejo agronómico al cultivo.

2.7.2 Variables del rendimiento

Los resultados sobre la variable Número de vainas por planta (cuadros 12, 13 y 14). Muestran que, existe al menos un tratamiento que presenta diferencia significativa al resto. En las comparaciones de múltiples de medias de Tukey se observa que los distanciamientos entre surcos 0.60, 0.50 y 0.40 m presentan el mayor número de vainas. Así mismo se puede observar que los distanciamiento entre plantas de 0.60, 0.50 y 0.40 m muestran el mayor número de vainas.

Con estos resultados podemos comprender que el espacio incide en el número de vainas que la planta produce, dentro del marco de los distanciamientos evaluados, el espacio

0.60 m, presenta conjuntamente con las distancias de 0.40 y 0.50 m, presentan mayores rendimientos. El ANDEVA muestra que no existe interacción entre los factores, por lo que es suficiente utilizar un distanciamiento de 0.40 m en adelante, ya sea entre surcos o entre plantas, para obtener el mayor número de vainas por planta.

Cuadro 12. Análisis de varianza para número de vainas por planta

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	grados de libertad	Cuadrados Medios	Valor de (F)	p-valor	
Modelo	243816.00	42	5805.14	5.93	<0.0001	
Distancia entre surcos	92205.33	4	23051.33	7.05	0.0098 **	(Distancia entre surcos*Bl..
Distancia entre plantas	64125.33	4	16031.33	20.26	0.0003 **	(Distancia entre plantas*B..
Bloque	31496.00	2	15748.00	16.08	<0.0001	
Distancia entre surcos*Dis..	23488.00	16	1468.00	1.50	0.1607 ns	
Distancia entre surcos*Blo..	26170.67	8	3271.33	3.34	0.0068	
Distancia entre plantas*Bl..	6330.67	8	791.33	0.81	0.6004	
Error	31336.00	32	979.25			
Total	275152.00	74				

Coeficiente de Variación (CV) = 13.08%

Cuadro 13. Comparación múltiple de medias (Tukey) para número de vainas por planta entre surcos.

Distancia entre surcos	Vainas por planta	
0.60 m	28	A
0.50 m	27	A B
0.40 m	25	A B C
0.30 m	20	B C
0.20 m	19	C

Tratamientos con la misma letra, son estadísticamente iguales

Cuadro 14. Comparación múltiple de medias (Tukey) para número de vainas por planta entre plantas.

Distancia entre plantas	Vainas por planta	
0.60 m	27	A
0.50 m	26	A
0.40 m	24	A B
0.30 m	22	B C
0.20 m	19	C

Tratamientos con la misma letra, son estadísticamente iguales

Y los distanciamientos de 0.20 m son los que menos número de vainas presentan, podemos observar que es el mismo distanciamiento es el que limita el crecimiento de la variable del diámetro del follaje de la planta por lo tanto las plantas necesitan una distancia de siembra de 0.40 m para que su crecimiento vegetativo sea adecuado y produzca una mayor cantidad de vainas por planta.

El análisis de varianza para número de granos por vaina, (cuadro 15) los distanciamientos entre surcos y plantas no muestran diferencia significativa. Para los efectos simples como para interacción. Debido principalmente a que el número de granos por vaina, es una característica propia de cada variedad, es altamente heredable, y los factores evaluados en este experimento permiten, el desarrollo adecuado de esta variable (Pinchinat y Jacques 1966).

Cuadro 15. Análisis de varianza para número de granos por vaina.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	Valor de (F)	p-valor	
Modelo	6081522.51	42	144798.15	0.98	0.5342	
Distancia entre surcos	919619.79	4	229904.95	1.34	0.3346 ns	(Distancia entre surcos*Bl.
Distancia entre plantas	302039.39	4	75509.85	0.85	0.5297 ns	(Distancia entre plantas*B.
Bloque	580123.55	2	290061.77	1.96	0.1579	
Distancia entre surcos*Dis.	2200935.28	16	137558.46	0.93	0.5485 ns	
Distancia entre surcos*Blo.	1371667.25	8	171458.41	1.16	0.3547	
Distancia entre plantas*Bl.	707137.25	8	88392.16	0.60	0.7737	
Error	4744331.28	32	148260.35			
Total	10825853.79	74				

Coefficiente de Variación (CV) = 28.12%

Los resultados del ANDEVA (cuadro 16) muestran que el distanciamiento entre surcos y plantas y su interacción no tienen incidencia significativa sobre el peso de las 100 semillas, hasta el distanciamiento más corto (0.20 m) permite una adecuada formación y desarrollo del grano, esto conlleva a afirmar que bajo cualesquiera de los distanciamientos de siembra evaluados el comportamiento de dicha variable será es igual.

Cuadro 16. Análisis de varianza para peso seco de 100 semillas en gramos.

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	grados de libertad	Cuadrados Medios	Valor de (F)	p-valor	
Modelo	1.9E-05	42	4.6E-07	1.10	0.3899	
Distancia entre surcos	9.0E-07	4	2.2E-07	0.48	0.7527 ns	(Distancia entre surcos*Bl.
Distancia entre plantas	3.5E-06	4	8.7E-07	3.52	0.0612 ns	(Distancia entre plantas*B.
Bloque	1.9E-06	2	9.7E-07	2.31	0.1159	
Distancia entre surcos*Dis.	7.4E-06	16	4.6E-07	1.10	0.3942 ns	
Distancia entre surcos*Blo.	3.8E-06	8	4.7E-07	1.12	0.3754	
Distancia entre plantas*Bl..	2.0E-06	8	2.5E-07	0.59	0.7789	
Error	1.3E-05	32	4.2E-07			
Total	3.3E-05	74				

Coeficiente de Variación (CV) = 3.06%

En base a los resultados obtenidos durante la investigación, (cuadro 25A), se realizó el análisis de varianza y comparación de múltiple de medias para rendimiento en kilogramos por hectárea (cuadros 17).

Los resultados evidencian que al menos un tratamiento de los factores de distanciamiento entre surcos y entre plantas provoca un rendimiento significativamente diferente al resto en cuanto al rendimiento del cultivo. También se puede observar que existe interacción entre ambos factores.

Cuadro 17. Análisis de varianza para rendimiento en kilogramos por hectárea

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	Valor de (F)	p-valor	
Modelo	49821370.88	42	1186223.12	12.57	<0.0001	
Distancia entre surcos	17821733.34	4	4455433.34	14.17	0.0011 **	(Distancia entre surcos*Bl.
Distancia entre plantas	21640901.21	4	5410225.30	22.31	0.0002 **	(Distancia entre plantas*B.
Bloque	1553954.58	2	776977.29	8.23	0.0013	
Distancia entre surcos*Dis..	4349513.39	16	271844.59	2.88	0.0053 **	
Distancia entre surcos*Blo..	2515027.01	8	314378.38	3.33	0.0070	
Distancia entre plantas*Bl..	1940241.34	8	242530.17	2.57	0.0274	
Error	3019579.83	32	94361.87			
Total	52840950.71	74				

Coeficiente de Variación (CV) = 14%

En la comparación múltiple de medias de Tukey (cuadro 18), realizadas en la interacción de los factores, se determinó que los tratamientos que incluyen una distancia de siembra de 0.20 m entre surcos y 0.30 m entre plantas; 0.40 m entre surcos y 0.20 m entre plantas; son estadísticamente iguales y produjeron el rendimiento en kilogramos por hectárea más altos.

Los rendimientos obtenidos tienen una tendencia general a disminuir cuando las distancias entre surcos y plantas son más abiertas. Esto puede verificarse en el (cuadro 19).

Cuadro 18. Comparación múltiple de medias (Tukey) para rendimiento en kilogramos por hectárea.

Distancia entre surcos	Distancia entre plantas	Rendimiento en kilogramos por hectárea	
0.20 m	0.30 m	3899.86	A
0.40 m	0.20 m	3772.85	A
0.20 m	0.20 m	3549.93	A B
0.30 m	0.20 m	3012.53	A B C
0.20 m	0.40 m	2949.78	A B C
0.40 m	0.30 m	2699.85	B C D
0.20 m	0.50 m	2648.79	B C D E
0.60 m	0.20 m	2613.10	B C D E F
0.30 m	0.30 m	2334.08	C D E F G
0.50 m	0.20 m	2214.45	C D E F G
0.20 m	0.60 m	2129.91	C D E F G H
0.30 m	0.40 m	2071.29	C D E F G H
0.50 m	0.30 m	2062.42	C D E F G H
0.40 m	0.40 m	1858.96	D E F G H
0.60 m	0.30 m	1857.38	D E F G H
0.30 m	0.60 m	1857.00	D E F G H
0.40 m	0.50 m	1812.18	D E F G H
0.50 m	0.50 m	1687.72	E F G H
0.30 m	0.50 m	1681.09	E F G H
0.50 m	0.40 m	1613.75	F G H
0.60 m	0.40 m	1567.21	G H
0.40 m	0.60 m	1446.65	G H
0.60 m	0.50 m	1191.72	H
0.60 m	0.60 m	1177.92	H
0.50 m	0.60 m	1146.47	H

Tratamientos con la misma letra, son estadísticamente iguales

Cuadro 19. Efectos principales de los factores evaluados vrs. el rendimiento en kilogramos por hectárea

Distancia entre surcos (m)	entre	Distancia entre plantas (m)	entre	Plantas por hectárea	Rendimiento Kg/ha
0.20		0.30		166,666	3,899.86
0.40		0.20		125,000	3,772.82

Las distancias de siembra que produjeron los mayores rendimientos fueron 0.2 m entre surcos y 0.3 m entre plantas, con 3,899.86 kg/ha; y 0.40 m entre surcos y 0.20 m entre plantas, con 3,772.85 kg/ha. Son los que tienen las menores distancias entre surcos y entre plantas, a si también se puede observar (cuadro 16A) que tienen las mayores densidades de siembra utilizadas en la investigación. Estos rendimientos son mayores al promedio nacional de 1591 kg/ha, pero es de hacer notar que puede deberse a factores como el manejo, ya que el experimento fue realizado en parcelas pequeñas.

2.8 CONCLUSIONES

- Según los resultados del experimento, se puede concluir que, dentro del marco de distanciamientos de siembra evaluados, éstos no tienen efecto sobre la altura de las plantas, pero sí sobre el diámetro de cobertura de follaje, obteniéndose los mayores diámetros a partir de 0.4 m.
- El distanciamiento de siembra tiene efecto sobre el número de vainas por planta, siendo a mayor distanciamiento de siembra existe un mayor número de vainas. El que más vainas por planta produjo fue el de 0.6 m con 28 vainas por planta, seguido de los tratamientos de 0.5 y 0.4 m con 27 y 25 vainas por planta respectivamente. El distanciamiento no tiene efecto sobre el número de semillas por vaina y el peso seco de 100 semillas, variables que son mayormente afectadas por la genética de la planta que por factores ambientales. Las más altas densidades fueron las que mostraron el mayor rendimiento, siendo los distanciamientos 0.2 m entre surcos y 0.3 m entre plantas, 0.4 x 0.2 m, con un rendimiento de 3900 y 3773 kg/ha respectivamente.

2.9 RECOMENDACIONES

- Considerando el manejo del cultivo y los resultados obtenidos durante el experimento, se recomienda utilizar un distanciamiento de siembra entre surco de 0.40 m y entre plantas de 0.20 m, que permite un rendimiento de 3,900 kg/ha y un mejor manejo agronómico para el cultivo. Para darle continuidad a la investigación, sería de gran beneficio hacer pruebas en parcelas productivas con superficies mayores a 1 hectárea.

2.10 BIBLIOGRAFÍA

1. AGN (Agencia Guatemalteca de Noticias, GT). 2011. Promueven siembra de frijol rojo (en línea). Guatemala. Consultado 25 mar 2011. Disponible en http://agn.gob.gt/agn/index.php?option=com_content&view=article&id=7115:promueven-siembra-de-frijol-rojo-en-sayaxche&catid=74:peten&Itemid=148
2. CIAT, CO. 1988. Conceptos básicos de la fisiología del frijol: guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audiotutorial sobre el mismo tema (en línea). Colombia. Consultado 12 abr 2012. 56 p. Disponible en http://books.google.com.gt/books?id=EEoOww3driYC&pg=PA3&hl=es&source=gbs_selected_pages&cad=3#v=onepage&q&f=false
3. COPRISA-AGROEXPORT. 2012. Frijol rojo seda (en línea). Guatemala. Consultado 20 feb 2014. Disponible en http://www.coprisa-agroexport.com/main/?page_id=260
4. Engleman, EM. 1979. Contribuciones al conocimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris*) en México. México, Chapingo, Colegio de Postgraduados. 140 p.
5. Escoto, DN. 2011. El cultivo del frijol (en línea). Tegucigalpa, Honduras. Consultado 20 feb 2014. Disponible en <http://www.dicta.hn/files/Guia-cultivo-de-frijol-2011.pdf>
6. Esquivel Sandoval, V. 2010. Evaluación de cinco programas de fertilización para el cultivo de papaya (*Carica papaya*) variedad Tainung. bajo condiciones del municipio de La Libertad, Petén. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 57 p.
7. Estrada Muy, RA. 1993. Evaluación de 16 distancias de siembra sobre el crecimiento y rendimiento en el cultivo de chile chocolate (*Capsicum* sp.) en el valle central de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 42 p.
8. Hernández Fonseca, JC. 2009. Manual de recomendaciones técnicas cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) (en línea). San José, Costa Rica. Consultado 20 feb 2014. Disponible en <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00176.pdf>
9. IICA, CR. 2007. Guía práctica para la exportación a EE.UU frijol rojo (en línea). Managua, Nicaragua. Consultado 25 mar 2011. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A4914E/A4914E.PDF>
10. IICA, CR. 2011. Catálogo de frijoles criollos rojo seda de Las Segovias, Nicaragua (en línea). Managua, Nicaragua. Consultado 18 mayo 2012. Disponible en http://www.iica.int.ni/pdf_redsicta/catalogoFrijolCriolloNica.pdf
11. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2014. Estación meteorológica de Flores, Petén, Guatemala (en línea). Flores, Petén, Guatemala. Consultado 06 mar 2014. Disponible en <http://www.insivumeh.gob.gt/estacionesmet.html>

12. Larios, R. 2011. Frijol rojo de seda será exportado. Guatemala. Consultado 18 feb 2014. Disponible en http://www.prensalibre.com/economia/Frijol-rojo-seda-exportado_0_593940607.html
13. López Bautista, EA. 2009. Diseño y análisis de experimentos: fundamentos y aplicaciones en agronomía. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 164 p.
14. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2005. Atlas temático de la república de Guatemala. Guatemala. 62 p.
15. Oporta Pichardo, ES; Rivas Cáceres, AM. 2006. Efecto de la densidad poblacional y la época de siembra en el rendimiento y calidad de la semilla de una población de caupi rojo (*Vigna unguiculata*, L). en la finca El Plantel, Managua, Nicaragua. Consultado 18 mayo 2012. Disponible en <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf01o61.pdf>
16. Pinchinat, A; Jacques C. 1966. Heredabilidad de los componentes de rendimiento y otros caracteres en frijol (*Phaseolus vulgaris* L), San José, Costa Rica (en línea). Costa Rica. Consultado 18 mar 2014. Disponible en http://books.google.com.gt/books?id=JR0PAQAAIAAJ&pg=PA233&lpg=PA233&dq=numeros+de+granos+por+vaina+es+una+herencia+gen%C3%A9tica&source=bl&ots=62akmT67V0&sig=kj7tzWI8LXD9-Kd9yj3rSwGstdo&hl=es&sa=X&ei=_FAiU9iQMleb0AH38oGQDw&ved=0CDUQ6AEwAg#v=onepage&q=numeros%20de%20granos%20por%20vaina%20es%20una%20herencia%20gen%C3%A9tica&f=false
17. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.



CAPÍTULO III

Servicios realizados en el área extensión agrícola de la finca misión técnica agrícola China de Taiwán, En El Municipio de La Libertad, Petén, Guatemala, C.A.

3.1 PRESENTACIÓN

El área de extensión agrícola, del proyecto de papaya (*Carica papaya* L.) de la finca de la misión técnica agrícola de Taiwán, es la responsable de llevar acabo tres actividades principales entre ellas destaca la transferencia de conocimientos agrícolas a personas interesadas en mejorar la tecnología en la producción de papaya en específico a las asociaciones de agricultores que pertenecen al proyecto de papaya de Petén de la misión de Taiwán.

Dentro de las actividades que comprende el ejercicio profesional supervisado (EPS) de la facultad de Agronomía de la universidad de San Carlos de Guatemala se encuentra la elaboración de servicios relacionados con las necesidades de la institución en la cual se esta ejerciendo dicha práctica.

Uno de los servicios que se presento y se realizo en el área de extensión agrícola de la finca de la misión de Taiwán es el diseño de seis parcelas demostrativas, con seis variedades diferentes de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), sabiendo que es uno de los principales cultivos tradicionales que se producen en el departamento de Petén y que puede ser utilizado para la rotación de cultivos con papaya (*Carica papaya* L.).

Otra de las actividades que realiza el área de extensión agrícola de la finca de la misión técnica de Taiwan, es la producción de pilones para las asociaciones de productores de papaya (*carica papaya* L.), el hecho de producir las asociaciones sus propios pilones en las instalaciones del proyecto de papaya de la misión, permite que las asociaciones obtengan pilones a mas bajo precio que el que venden las empresas privadas productoras de pilones además se a comprobado que se obtienen pilones de mejor calidad; debido a que en el vivero de la misión se utiliza sustrato a base de tierra de bosque y bolsas de nylon de 4 pulgadas de ancho por 5 pulgadas de largo.

A diferencia de las empresas privadas ellos utilizan sustrato comercial y bandejas de plástico que contienen 51 agujeros, debido a que el espacio que tienen los cubos de las bandejas son pequeños por lo que las plántulas tienen mucha competencia el tallo es delgado a diferencia con la que se produce en bolsas de nylon.

A continuación se presenta la producción de 40,000 pilones de papaya que fueron entregados a la Asociación No. 5 "ASONUSCA".

3.2 Diseño de seis parcelas demostrativas con seis variedades diferentes de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), como cultivos de rotación para la producción de papaya (*Carica papaya* L.).

3.2.1 OBJETIVOS

A General

- Diseño de seis parcelas demostrativas, con seis variedades diferentes de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) (Icta Ligero, rojo seda, Blanco criollo, Icta No. 3, Ipala criollo vaina morada y Michigan), como cultivos de rotación para la producción de papaya (*carica papaya* L.).

B Específico

- Determinar mediante giras de campo, la transferencia de información, motivación y capacitación a los productores de papaya, estudiantes y personas individuales, sobre el uso de cultivos tradicionales utilizados en la rotación de la producción de papaya.
- Determinar al final del ciclo del cultivo, de cada variedad el rendimiento en quintales por hectárea.

3.2.2 METODOLOGIA

A Medición del área demostrativa

Se realizó un recorrido en el área de investigación, para determinar y marcar los puntos del área que se utilizó para diseñar las parcelas demostrativas, con una cinta métrica se midió el área total del terreno, el cual tenía 5,000 metros cuadrados.

También se recopilaron datos para la elaboración de un pequeño plano, sobre la forma que presentaba el terreno; para plasmar en papel el diseño de las parcelas demostrativas y presentarlas a la institución para la aprobación de las mismas observar la figura 13.

B Variedades de frijol utilizadas

Icta Ligero

Frijol Rojo SEDA

Frijol Blanco (criollo)

Icta No. 3

Ipala (criollo vaina morada)

Michigan

C Semilla

La semilla fue clasificada y donada por varios agricultores de las comunidades del Municipio de Las Cruces, Petén, quienes se dedican a la producción de frijol, de los cuales mediante las visitas de campo para dar asesoría técnica a cargo de técnicos del MAGA se les consulto a los agricultores sobre las variedades mas comunes que ellos producen en la zona, y los productores se comprometieron a recopilar el material de seis variedades diferentes de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), estos materiales fueron entregados al proyecto de papaya para establecer la siembra de frijol en las parcelas demostrativas en el área de investigación de dicho proyecto.

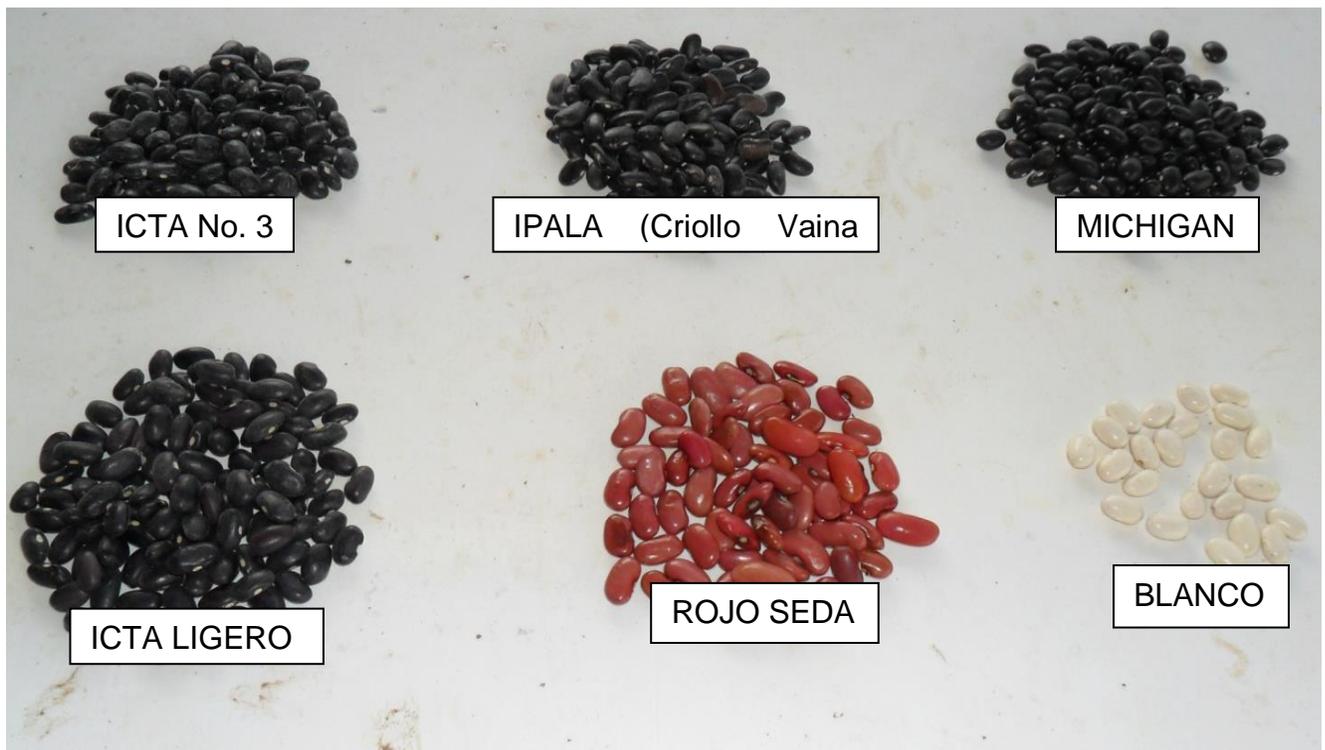


Figura 10. Variedades de frijol utilizadas

D Preparación del terreno

Se efectuó un paso de arado, y dos pasos de rastra con el objetivo de que el suelo quedara bien mullido.



Figura 11. Mecanización agrícola

E Encalado

La aplicación de cal se realizó de forma manual aplicando una dosis de 100 gramos por metro cuadrado, esta actividad se llevó a cabo después de la pasada del arado, para que con la primera pasada de la rastra se lograra la incorporación al suelo. El propósito de incorporar cal al suelo es para corregir el pH del mismo, debido a que los suelos poseen un bajo contenido de materia orgánica y acidez.

F Aplicación de materia orgánica

También se le incorporó gallinaza y estiércol de ganado bovino utilizando una dosis de 30 gramos por metro cuadrado. Esta actividad se realizó después de la primera pasada de la rastra para que con la segunda pasada de rastra se lograra incorporar al suelo. Tomar en cuenta que la gallinaza y bovinaza ya se encontraban en estado de descomposición, tomando en cuenta que al ser incorporada al suelo no causara ningún efecto de fermentación el cual causara daño a la planta de frijol en sus primeras fases de crecimiento.



Figura 12. Aplicación de materia orgánica

G Diseño de las parcelas demostrativas

Las parcelas se diseñaron con el propósito de demostrar, a los productores individuales y grupos organizados que se dedican a la producción de papaya, así también a estudiantes y agricultores que tuvieron la oportunidad de visitar mediante giras de campo las instalaciones de la finca, lograran observar la importancia que tiene la rotación de cultivos tradicionales con la producción del cultivo de papaya, refiriéndose que el frijol por ser una leguminosa y la cual tiene características de fijar nitrógeno al suelo se puede hacer uso como cultivo de rotación. Sabiendo que después de una época de siembra de papaya el suelo debe dejarse reposar como mínimo dos años, con el propósito que el suelo descansa y se logre evitar el desgaste del mismo y también dispersar las plagas y enfermedades que ocasionan pérdidas para el cultivo de la papaya.

En la figura 13, se muestra como se distribuyeron las seis diferentes variedades de frijol en el área de investigación, en la cual se pueden apreciar los caminamientos entre cada parcela así y en el centro lo cual separa a tres variedades sembradas a la izquierda y las otras tres a la derecha.

Michigan	Caminamiento	Blanco (criollo)
Caminamiento		Caminamiento
Ipala (vaina morada)		Rojo seda
Caminamiento		Caminamiento
Icta No. 3		Icta ligero

Figura 13. Diseño de parcelas demostrativas

Cuadro 20. Distanciamiento de siembra y área total por cada parcela

Variedad	Distanciamiento en metros	Área total en metros cuadrados
Icta ligero	0.30 por 0.30	1050
Icta No. 3	0.40 por 0.40	1050
Rojo seda	0.40 por 0.40	807
Ipala (vaina morada)	0.40 por 0.40	807
Blanco (criollo)	0.30 por 0.30	643
Michigan	0.40 por 0.40	643

H Siembra

Esta actividad se realizó por la mañana, de forma manual utilizando una macana de madera para abrir los agujeros, tomando en cuenta que el suelo se encontraba en una humedad adecuada con el objetivo de que la semilla al hacer contacto con el suelo y permanecer enterrada en el mismo iniciara su proceso de germinación y así obtener un mayor porcentaje de germinación, la semilla fue tratada con un bioactivador para el manejo de plagas del suelo utilizando 1 cc de producto en 1 L de agua, con esta mezcla se remojo la semilla.

Se utilizaron dos semillas por postura.



Figura 14. Siembra de forma manual

I Control de malezas

Esta actividad se realizó de dos formas: productos químicos, al segundo día después de la siembra, asperjando directamente al suelo se utilizó: Glifosato en dosis de 4 litros/ha, Alaclor dosis de 4 litros/ha; en una dosis de agua de 400 litros/ha. Obteniendo una dosis utilizada por cada producto de 160 cc/bomba de mochila de 16 litros.

Para la aplicación de los herbicidas pre-emergentes es importante, la señalización de los traslapes de aplicación para que estos coincidan tal y como se observa (figura 15) En la cual se utilizo una pyta de nylon.

De forma mecánica y manual utilizando azadón a los 35 días después de la siembra.



Figura 15. Aplicación de herbicida

J Control de plagas

Para el control de plagas de lepidópteros y tortuguillas, se realizaron dos aplicaciones de thamectoxam (Engeo). La primera a los ocho días después de la siembra. La segunda a los 20 días después de la siembra, con una dosis de 0.5 litros/ha.

Para prevenir enfermedades fungosas, se realizaron dos aspersiones de Azoxystrobin (Amistar) la primera a los ocho días después de la siembra, y la segunda a los 20 días después de la siembra, con una dosis de 360 gr/ha.

Además para el control de plagas se utilizó Decis, realizando dos aplicaciones la primera a los 30 días después de la siembra la segunda a los 45 días después de la siembra usando una dosis de 0.75 lts/ha.

También se realizaron dos aplicaciones de sulfato de cobre (Phyton), la primera a los 30 días después de la siembra y la segunda a los 45 días después de la siembra con una dosis de 1 lts/ha.

Para los productos químicos utilizados en el manejo de plagas y enfermedades (insecticidas y fungicidas) la dosis de agua utilizada fue de 1,200 lts/ha.



Figura 16. Aplicación de pesticidas

K Fertilización

Se realizaron dos aplicaciones foliares, la primera a los 15 días después de emergidas las plantas, la segunda estuvo distanciada 10 días de la anterior. Para lo cual se utilizó el producto comercial Bayfolan Forte, con una dosis de 2.5 lts/ha de producto y una dosis de 600 litros de agua por hectarea.

Con las dosis antes mencionadas se realizó una conversión para obtener la dosis por motobomba de mochila de aspersión de 25 litros, obteniendo una dosis total de 100 cc/bomba de 25 litros de agua.

Se recomendó aplicar formulaciones físicas en base a los requerimientos que el cultivo de frijol requiere para tener un crecimiento fisiológico y rendimiento adecuado, utilizando una dosis de 60 kg/ha de N-P-K P, aplicando la fórmula 12-124-12 en una sola época a los 20 días después de la siembra.

L Cosecha

La cosecha se efectuó de forma manual dentro de cada variedad, después del ciclo del cultivo, se arrancaron las plantas y se identificaron por cada variedad, luego se dejaron reposar durante 15 días bajo techo en una galera debido a la época lluviosa con el propósito que estas perdieran la humedad.

M Desgranado

Después de 15 días de arrancadas las plantas se procedió a desvainarlas utilizando una desgranadora, que es movida atreves de un motor gasolina.



Figura 17. Desgranado de las vainas

N Secado

El secado de la semilla de cada variedad bien identificadas, se realizo al aire libre sobre una lona durante 2 días de sol con el propósito de obtener una humedad entre 13 y 14%. Luego se ventilo con el propósito de que el grano alcanzara un 98% de pureza.



Figura 18. Secado de la semilla

O Ventilado

Después de darle dos días de sol a la semilla se procedió a ventilarlo utilizando un ventilador eléctrico, de manera que la semilla quedara limpia sin rastrojos o basura.

P Peso seco de la semilla en libras

Después de estar seca y ventilada la semilla se procedió a pesarla mediante el uso de una báscula de reloj.



Figura 19. Peso de la semilla en libras

3.2.3 RESULTADOS



Figura 20. Transferencia de información a estudiantes



Figura 21. Capacitación sobre el uso de herbicidas

Cuadro 21. Rendimiento en quintales por hectárea

Variedad	Distanciamiento en metros	Área total en metros cuadrados	Quintal área establecida	Quintal por hectárea
Icta ligero	0.30 por 0.30	1050	3.1	29.5
Icta No. 3	0.40 por 0.40	1050	2.6	24.7
Rojo seda	0.40 por 0.40	807	2.9	35.9
Ipala	0.40 por 0.40	807	2.2	27.2
Blanco	0.30 por 0.30	643	1.9	29.5
Michigan	0.40 por 0.40	643	2.3	35.7

3.2.4 Evaluación

Mediante capacitaciones y transferencia de tecnología por medio de las giras de campo, de visitantes que se obtuvieron durante el ciclo de las diferentes variedades de frijol, establecidas en las parcelas demostrativas se logro obtener la presencia de estudiantes del ultimo año de diversificado del Instituto Tecnológico de Agricultura de Cobán, Alta Verapaz (figura 20), así como la presencia de productores al inicio del establecimiento de las parcelas (figura 21).

3.3 Producción de 40,000 pilones de papaya (*carica papaya*), en etapa vivero, bajo las condiciones de la finca de la Misión Técnica Agrícola de Taiwán.

3.3.1 OBJETIVOS

A Objetivo general

- Producir 40,000 pilones de papaya (*carica papaya*), en etapa vivero, bajo las condiciones de la finca de la Misión Técnica Agrícola de Taiwán.

B Objetivos Específicos

- Entregar los pilones de papaya a la asociación No. 5 “ASONUSCA” a los 35 días después de la siembra o cuando las plántulas tengan entre 6 a 8 hojas verdaderas.
- Elaborar los costos de producción por pilón.

3.3.2 Metodología

Para la producción de pilones de papaya, se debe tomar en cuenta el ciclo de la plántula dentro del vivero el cual es muy corto con tan solo 35 días después de la siembra de la semilla o cuando la plántula tiene 6 hojas verdaderas y no se puede atrasar para trasplantar por eso para empezar a reproducir los pilones de papaya tiene que estar seguro que la preparación del suelo del campo definitivo tiene que estar preparado antes de que los pilones estén listos para ser trasplantados.

Se recomendó realizar una buena programación sobre la preparación del suelo, para que coincidiera en su totalidad estar listo en el momento en que los pilones estuvieran listos para ser trasplantados y no hubiera inconvenientes al momento de llevarlos al campo definitivo.

Después de programar bien la preparación del suelo en la finca de la asociación de pequeños productores de papaya, asociación No. 5 “ASONUSCA”, del Municipio de las Cruces, Petén, se coordinó con los socios para que estos conjuntamente con sus familias asistieran a la elaboración y producción de sus propios pilones de papaya.

A continuación se describen los pasos que se llevaron a cabo para la producción de los pilones de papaya.

A Semilla

Primero se debe elegir la variedad o híbrido de papaya que se quiere producir, en la actualidad en el proyecto de producción y comercialización de papaya, de Petén al igual que las otras fincas productoras se cultiva TN-1 (Tainung No. 1), es un híbrido, y es producido en Taiwán, por la compañía KNOWN-YOU SEED CO. LTD. Aquí en Guatemala la semilla la podemos adquirir de empresas que se dedican al comercio de diferentes tipos de semillas certificadas.

Existen algunas fincas que producen maradol pero en pequeñas cantidades, el híbrido Tainung No. 1 es el más requerido por los mercados de Estados Unidos y Canadá, y locales como el CENMA y El Salvador.

Posee características como: Alta productividad, Grados Brix 13%, Peso 1.4 Kg / fruto, su ciclo de vida total es de 18 meses, su inicio de cosecha es a los 7 meses DDT (Días después de transplante), la cosecha dura 10 meses, tiene un rendimiento comprobado de 100 a 120 Ton. / ha y se adapta entre los 100 a 1600 msnm.



Figura 22. Semilla certificada de papaya TN-1

B Limpieza, desinfección y preparación de las camas dentro del vivero.

Ocho días antes de iniciar la producción de pilones dentro del vivero se lavo el sadan o malla antivirica tanto arriba como a los costados así como el cobertor de suelo se lavo con agua a presión, luego se desinfecto utilizando productos agroquímicos mezclando insecticida mas fungicida esto para tratar de eliminar cualquier tipo de plaga que se encuentre dentro del vivero así también para tener un mejor manejo de las enfermedades fungosas, usando Mancozeb 80% 3 grs/ litro de agua mas Malathion 57 EC, a razón de 1 cc/litro de agua.

Ocho días después de desinfectarse el invernadero con productos químicos se procedió a establecer las camas dividiéndolas con estacas y pita de nylon

Las camas o camellones tenían un ancho de 1.20 metros dejando un espacio de 0.5 metros entre cada cama estos espacios facilitaron el manejo de los pilones y la aplicación del riego.



Figura 23. División de las camas dentro del vivero

C Sustrato

El sustrato que se utilizo para la preparación de los pilones, es una formula (figura 25) que fue obtenida por una pequeña investigación realizada por el Ingeniero Taiwanes Thomas Jian Fu, dicha formula contiene 8 partes de tierra de bosque con una parte de gallinaza y un 0.5% de fertilizante químico de 12-24-12.

D Materias primas para la preparación del sustrato

a Tierra de bosque

La tierra de bosque se obtiene mediante personas ajenas a la institución quienes se comprometen a recolectar y llevarla al vivero de la finca de la misión técnica, las cuales reciben un pago de Q. 500.00 por 15 m³ cúbicos de tierra lo cual equivale a una palangana de camión de volteo.

Esta tierra de bosque se encuentra seca, luego pasa por un proceso de cernido con una zaranda de maya de metal, esto para que baya lo mas fino posible y no tengan terrones ni piedras o raíces de arboles al ser mezclado con los otros materiales, luego de cernirse se debe desinfectar utilizando un insecticida y fungicida (Mancozeb 80%) 3 grs/ litro de agua mas Malathion 57 EC, a razón de 1 cc/litro de agua.

Se deja reposar la tierra desinfectada durante 8 días para luego ser utilizada en la mezcla para la elaboración de sustrato.



Figura 24. Cernido de la tierra de bosque

b Gallinaza

La gallinaza se obtiene a través de vendedores intermediarios o de granjas avícolas cercanas a la región, a un precio de Q. 15.00 por saco, el cual se sabe que la gallinaza es pura para su uso en la producción de pilones se pone a fermentar, se riega en el piso de cemento formando una capa de 15 centímetros de alto y de ancho el espacio que sea necesario para cuando ay que voltearla durante es proceso de fermentación.

Luego que la gallinaza esta tendida en el piso, se le agrega un 50% de humedad, la humedad se mide por un método practico, se toma un puñado y se aprieta con firmeza, no se deben producir gotas de agua entre los dedos, al abrir la mano se debe producir un terrón que mantiene su forma, pero se rompe con un toque ligero si la humedad no es suficiente se agrega mas agua y si hay exceso se agrega mas gallinaza.

Si la gallinaza se pone a fermentar por la mañana se deberá mover o darle vuelta a manera de bajar la temperatura y luego sucesivamente los próximos tres días se le da vuelta por la mañana y otra por la tarde después de tres días la temperatura bajara porque el proceso de fermentación esta terminando lo cual después de 8 días de que se inicio a fermentar estará lista para usarse.

Ahora bien si se compra gallinaza ya preparada o de fabrica como le llaman, esta ya no ay necesidad de fermentarla porque ya paso por un proceso de descomposición.

c Fertilizante químico 12-24-12

Este producto se puede adquirir en cualquier agro servicio, se utiliza como complemento para el desarrollo de la plántula durante sus 35 días que pasa en el vivero, en el cual cabe mencionar que al inicio la plántula necesita fuentes de nitrógeno y fosforo para su desarrollo.



Figura 25. Experimento de la formula No. 14

E Elaboración del sustrato

Se mezclan 4 cubetas que tienen como medida 20 kilogramos de tierra de bosque (desinfectada) a esas cuatro cubetas se les agregan 40 gramos de 12-24-12 más media cubeta de gallinaza (fermentada) que equivale a 10 kilogramos de gallinaza.

A esta mezcla se le dan 4 vueltas esto para que los insumos que se le incorporan queden de forma homogénea para que sea muy efectivo.

Luego de haberse preparado la mezcla estará lista para el llenado de las bolsas de nylon.



Figura 26. Preparación de la mezcla

F Llenado de bolsas de nylon con el sustrato

Las bolsas (especiales para la producción de pilones) que se utilizan son de color negro, las cuales tienen agujeros que permiten la filtración del agua, las medidas de las bolsas es de 4 pulgadas de ancho por 5 pulgadas de largo (4"x 5").

El llenado de las bolsas con el sustrato se realizó de forma manual, esta actividad la realizaron los miembros de las familias de los socios de la asociación No. 5.



Figura 27. Llenado de bolsas con el sustrato

G Colocación de las bolsas dentro del vivero

Después de tener divididas las camas dentro del vivero se procedió a colocar las bolsas llenas con el sustrato de forma ordenada las cuales permanecieron ahí hasta que los pilones completaron su ciclo de crecimiento dentro del vivero.



Figura 28. Colocación de las bolsas dentro del vivero

H Pre-germinación de la semilla

NOTA: la mayoría de asociaciones de agricultores que siembran papaya, cada bloque es de 7 hectáreas con la finalidad de que esta cantidad de área en producción tiene la capacidad de cosechar 1 contenedor de fruta por semana para exportación.

En la zona la mayoría utiliza maquinaria para el manejo del cultivo, como para fumigación y cosecha entonces se recomendó sembrar con una distancia de calle de 3.6 metros y entre planta 1.75 metros lo cual nos da 1600 plantas por hectáreas.

Sabemos que la semilla de Tainung No. 1 que produjeron en la casa comercial su formula de polinización sale 50% de hembra y 50% de hermafrodita por eso se recomienda que al momento que se siembra debe ser 3 pilones en cada postura. Otro aspecto a tomar en cuenta es el promedio de 85% el cual indica el porcentaje de germinación de la semilla. También es importante tener presente que en cada gramo de peso de semilla contienen 73 semillas por lo que se utilizo la formula siguiente:

$1600 \times 3 \div 85\% \times 7 \div 73 = 542$ gramos de semilla para producir pilones para 7 hectáreas.

La pre-germinación se realizo en su totalidad en 5 días (en una semana), en la cual se pesaron 110 gramos de semilla por día.



Figura 29. Pesado y lavado de la semilla

I Tratamiento de la semilla para eben ser desinfectadas mediante evas ya sea que se esten la siembra.

Por que tratar la semilla de papaya antes de la siembra, si sembramos directamente las semillas en las bolsas con sustrato, se presentan problemas tales como una germinación lenta, desuniforme y no todas las semillas germinan.

Para evitar estos problemas se sometió la semilla a un proceso de pregerminación, iniciando primero con el peso de 110 gramos de semilla luego se pusieron a remojar en una cubeta ó recipiente de plástico con agua limpia de pH neutro, “agua purificada” primero se lavo la semilla y luego se dejo remojando en agua limpia durante 8 horas, después de ese tiempo se volvió a lavar con agua limpia el agua, se recomendó que el agua estuviera a temperatura normal.

Utilizando toallas húmedas de papel mayordomo y en una bandeja de plástico se colocaron las toallas en el fondo del recipiente encima de las toallas húmedas se coloco las semilla y se cubrieron con otras toallas húmedas.



Figura 30. Colocación de la semilla con toallas húmedas dentro de la bandeja

La bandeja se identifico con la fecha en la cual inicio el proceso de pre-germinación cantidad de gramos de semilla y la persona encargada.

La bandeja se coloco en la incubadora manual a una temperatura de 35°C dependiendo de las condiciones climáticas los focos se encienden cuando sea necesario, la temperatura se observo a cada 8 horas así también la humedad de las toallas, mientras que la semilla se revisaba a cada 24 horas por lo general con estas condiciones el proceso dura

72 horas, las semillas empiezan a germinar, lo cual se nota porque se empiezan a abrir ligeramente observándose un punto blanco (la radícula), este es el momento optimo para sembrar las semillas, en las bolsas llenas de sustrato que se encuentran en el vivero.

Solamente deben llevarse al vivero las semillas que han germinado (abierto) y las que no, continuaran con el proceso en la incubadora y se llevaran al vivero a medida que se vayan abriendo. Al final del proceso aseguraremos un 95% de emergencia en el vivero.



Figura 31. Colocación de la bandeja dentro de la incubadora y semilla pre-germinada

J Siembra de la semilla

Antes de sembrar la semilla se regaron las bolsas llenas de sustrato que se encontraban dentro del vivero, colocadas en los camellones ya establecidos. La siembra de la semilla se realizo utilizando un palillo de madera, o simplemente con el dedo índice también se puede abrir el agujero que va en el centro de la bolsa con sustrato, calculando que el agujero tenga 1 centímetro de profundidad colocando una semilla pre-germinada por agujero.

Riego

El tiempo y la frecuencia de de aplicación de esta actividad estuvo en función directa del tamaño de la planta y del medio ambiente en el cual pasaron las plántulas dentro del vivero. Tratando que los pilones mantuvieran el sustrato siempre a capacidad de campo.

En general se realizaron dos intervalos de riego uno por la mañana y otro por la tarde, solo en ocasiones que durante el día o noche hubiera una precipitación pluvial (lloviera) no era necesario regar.

Las regaderas que se utilizaron son de briza fina esto nos permitió un riego más uniforme y no lastima el follaje de las plántulas o inclusive no golpea el sustrato para que este no sea removido hacia fuera de las bolsas.

El agua que se utilizo es de pozo mecánico el cual sirve para abastecer todo el sistema de riego para la finca de la misión de Taiwán.



Figura 32. Aplicación de riego

K Fertilización

El uso de este sustrato, en la producción de pilones de papaya no necesita de aplicaciones de ningún tipo de fertilizante; debido a que la elaboración del mismo, contiene los suficientes nutrientes para que la plántula tenga un crecimiento adecuado, durante su proceso dentro del vivero. La única aplicación que se realiza es a los 35 días después de la siembra, esto se hace un día antes de que los pilones sean llevados al campo definitivo; se le llama preparación de los pilones para ser transportados y trasplantados al campo definitivo, debido al estrés que la plántula va a sufrir durante ese cambio fase, del vivero al campo, se le aplico con un día de anticipación un fertilizante foliar, en este caso se utilizo Bayfolan Forte usando una dosis de 1cc/lit de agua, el foliar se aplico en la mañana antes de la aplicación de riego esto se hace con la prevención de que la planta no se requeme.

L Manejo de plagas y enfermedades.

Se realizaron 3 aplicaciones de fungicidas e insecticidas de forma preventiva, la mezcla de estos productos fueron dirigidas al follaje de las plántulas, la primera aplicación se realizo a los diez días después de haber emergido las plantitas, esto para prevenir los hongos del suelo como Damping off, que es el mas común y que siempre a perjudicado en producciones anteriores dentro del vivero, así también la prevención de grillos y gusanos cortadores que causan problema al cortar el tallo de las plántulas. Se uso Phyton 6.6 SL (fungicida) mas Malathion 57 EC a razón de 1cc/lit de agua.

Las otras dos aplicaciones estuvieron separadas a cada 8 días tanto de la primera como de la segunda en estas se aplico Amistar (fungicida sistémico) usando una dosis de 0.25 grs/lit de agua mas Oberón 24 SC (insecticida acaricida) con una dosis de 0.30 cc/lit de agua.

Se aplicaron estos productos de forma preventiva debido a que en el vivero se tiene un historial que siempre en las producciones de pilones aparecen los problemas de ácaros y fitopatógenos.



Figura 33. Aplicación de pesticidas

M Salida de los pilones del vivero

Los pilones de papaya fueron entregados a la asociación No. 5, a los 35 días después de la siembra, las plántulas llegaron a tener entre 6 a 8 hojas verdades, estas se colocaron en cajas plásticas, las cuales llevaban una cantidad de entre 48 a 50 plántulas por caja, los socios llenaron las cajas con plántulas y fueron trasladadas al campo definitivo, utilizando como medio de transporte un vehículo de baranda.



Figura 34. Pilón listo para el trasplante

3.3.3 Resultados

Después de los 35 días de haber sembrado los primeros 110 gramos de semilla pre-germinada, se iniciaron a entregar 5,700 pilones de papaya por día a la asociación No. 5 “ASONUSCA”, se les entregaba cada día esa cantidad de pilones para que ellos en el campo definitivo tuvieran la oportunidad de sembrar una hectárea por día, y así sucesivamente se les estuvieron entregando los pilones durante 7 días consecutivos.



Figura 35. Entrega de pilones

Cuadro 22. Costo de producción por pilón de papaya

Concepto	Costo unitario en quetzales
Semilla	0.30
Sustrato	0.25
Bolsa	0.15
Plaguicidas	0.09
Mano de obra	0.17
subtotal	0.96
Otras (luces, agua) por 5%	0.04
Total	1

3.3.4 Evaluación

Se produjeron 40,000 pilones de papaya los cuales fueron entregados a los socios de la asociación campesina productora de papaya No. 5 “ASONUSCA”, con el propósito de que inicien con la siembra de 7 hectáreas de papaya, así también se obtuvo la participación de los núcleos familiares de los socios de dicha asociación. Y se espera que en una segunda ocasión que necesiten de la elaboración de sus pilones para incrementar el área de producción de su finca estén en la capacidad de producir sus propios pilones.

Se determino de forma resumida la cantidad en quetzales que cuesta producir un pilón de papaya utilizando los insumos y sustrato mencionados en este servicio. Obteniendo que el precio de un pilón de papaya valga Q. 1 mientras que las empresas particulares los venden a Q. 1.5

APÉNDICE

Cuadro 23A. Descripción de los tratamientos evaluados.

Tratamiento	Distancia entre surcos (m)	Distancia entre plantas (m)	Parcela bruta en metros cuadrados	Plantas por hectárea	Parcela neta en metros cuadrados
A1B1	0.20	0.20	1	250,000	0.16
A1B2	0.20	0.30	1.5	166,666	0.24
A1B3	0.20	0.40	2	125,000	0.32
A1B4	0.20	0.50	2.5	100,000	0.4
A1B5	0.20	0.60	3	83,333	0.48
A2B1	0.30	0.20	1.5	166,666	0.24
A2B2	0.30	0.30	2.5	111,111	0.36
A2B3	0.30	0.40	3	83,333	0.48
A2B4	0.30	0.50	3.75	66,666	0.6
A2B5	0.30	0.60	4.5	55,555	0.72
A3B1	0.40	0.20	2	125,000	0.32
A3B2	0.40	0.30	3	83,333	0.48
A3B3	0.40	0.40	4	62,500	0.64
A3B4	0.40	0.50	5	50,000	0.8
A3B5	0.40	0.60	6	41,666	0.96
A4B1	0.50	0.20	2.5	100,000	0.4
A4B2	0.50	0.30	3.75	66,666	0.6
A4B3	0.50	0.40	5	50,000	0.8
A4B4	0.50	0.50	6.25	40,000	1
A4B5	0.50	0.60	7.5	33,333	1.2
A5B1	0.60	0.20	3	83,333	0.48
A5B2	0.60	0.30	4.5	55,555	0.72
A5B3	0.60	0.40	6	41,666	0.96
A5B4	0.60	0.50	7.5	33,333	1.2
A5B5	0.60	0.60	9	27,777	1.44

Cuadro 24A. Cantidad de fertilizante aplicado por planta.

Tratamiento	Distancia entre surcos (m)	Distancia entre plantas (m)	Gramos de NPK por planta
A1B1	0.20	0.20	0.24
A1B2	0.20	0.30	0.36
A1B3	0.20	0.40	0.48
A1B4	0.20	0.50	0.6
A1B5	0.20	0.60	0.72
A2B1	0.30	0.20	0.36
A2B2	0.30	0.30	0.54
A2B3	0.30	0.40	0.72
A2B4	0.30	0.50	0.9
A2B5	0.30	0.60	1.08
A3B1	0.40	0.20	0.48
A3B2	0.40	0.30	0.72
A3B3	0.40	0.40	0.96
A3B4	0.40	0.50	1.2
A3B5	0.40	0.60	1.44
A4B1	0.50	0.20	0.6
A4B2	0.50	0.30	0.9
A4B3	0.50	0.40	1.2
A4B4	0.50	0.50	1.5
A4B5	0.50	0.60	1.8
A5B1	0.60	0.20	0.72
A5B2	0.60	0.30	1.08
A5B3	0.60	0.40	1.44
A5B4	0.60	0.50	1.8
A5B5	0.60	0.60	2.16

Cuadro 25A. Matriz de resultados

Repetición	Distancia entre surcos (m)	Distancia entre plantas (m)	Altura por planta (m)	Diámetro del follaje (m)	Numero de vainas	Numero de semillas	Peso seco de 100 semillas	Peso kilogramos por hectárea
BLOQUE I	0.20	0.20	0.43	0.10	12	6	0.02126	3,826.8
	0.20	0.30	0.43	0.15	18	6	0.02110	3,797.98
	0.20	0.40	0.41	0.23	24	6	0.02223	4,001.98
	0.20	0.50	0.43	0.36	26	5	0.02138	2,779.4
	0.20	0.60	0.42	0.38	21	6	0.02195	2,304.74
	0.30	0.20	0.43	0.28	12	6	0.02147	2,576.39
	0.30	0.30	0.43	0.28	12	6	0.02147	2,576.39
	0.30	0.40	0.44	0.30	22	6	0.02165	2,381.49
	0.30	0.50	0.42	0.30	18	6	0.02150	1,547.98
	0.30	0.60	0.40	0.38	26	6	0.02187	1,620.65
	0.40	0.20	0.45	0.25	25	6	0.02076	3,892.5
	0.40	0.30	0.35	0.30	22	6	0.02101	2,311.09
	0.40	0.40	0.39	0.21	20	6	0.02123	1,592.25
	0.40	0.50	0.44	0.36	26	7	0.021	1,911
	0.40	0.60	0.40	0.42	23	7	0.02201	1,476.48
	0.50	0.20	0.41	0.33	20	5	0.02080	2,080
	0.50	0.30	0.43	0.31	19	7	0.02072	1,837.15
	0.50	0.40	0.39	0.38	26	5	0.02129	1,383.85
	0.50	0.50	0.40	0.39	26	6	0.02221	1,385.9
	0.50	0.60	0.46	0.39	32	6	0.02128	1,361.9
	0.60	0.20	0.45	0.37	21	7	0.02107	2,581.06
	0.60	0.30	0.48	0.40	20	6	0.02135	1,423.32
	0.60	0.40	0.47	0.32	24	7	0.02134	1,493.77
	0.60	0.50	0.40	0.37	20	6	0.02176	870.39
0.60	0.60	0.48	0.44	28	6	0.02140	998.64	

Continuidad cuadro 25A

BLOQUE II	0.20	0.20	0.38	0.20	11	5	0.02149	2,954.87
	0.20	0.30	0.42	0.19	19	6	0.02126	4,039.38
	0.20	0.40	0.43	0.12	20	5	0.01996	2,495
	0.20	0.50	0.37	0.21	18	6	0.02356	2,544.48
	0.20	0.60	0.37	0.22	20	5	0.02094	1,744.99
	0.30	0.20	0.40	0.20	16	6	0.01973	3,156.79
	0.30	0.30	0.39	0.36	17	6	0.02047	2,319.93
	0.30	0.40	0.39	0.36	20	6	0.02095	2,094.99
	0.30	0.50	0.40	0.31	23	6	0.02166	1,992.7
	0.30	0.60	0.40	0.36	27	6	0.02211	1,898.98
	0.40	0.20	0.47	0.32	18	6	0.02119	2,860.65
	0.40	0.30	0.50	0.22	24	5	0.02040	2,039.99
	0.40	0.40	0.48	0.20	25	6	0.02035	1,907.87
	0.40	0.50	0.44	0.25	29	6	0.01978	1,720.86
	0.40	0.60	0.49	0.20	25	5	0.02205	1,148.42
	0.50	0.20	0.38	0.27	18	5	0.02169	1,952.1
	0.50	0.30	0.41	0.29	25	6	0.02053	2,052.98
	0.50	0.40	0.39	0.31	30	6	0.02022	1,819.8
	0.50	0.50	0.38	0.28	33	6	0.02135	1,690.92
	0.50	0.60	0.38	0.38	27	6	0.02134	1,152.35
	0.60	0.20	0.40	0.30	20	6	0.02042	2,041.99
	0.60	0.30	0.39	0.29	25	7	0.02093	2,034.84
	0.60	0.40	0.43	0.25	24	6	0.02141	1,284.58
	0.60	0.50	0.39	0.44	25	6	0.02134	1,066.99
0.60	0.60	0.41	0.41	36	6	0.01952	1,171.17	

Continuidad cuadro 25A

BLOQUE III	0.20	0.20	0.55	0.10	15	5	0.02063	3,868.12
	0.20	0.30	0.48	0.13	16	7	0.02069	3,862.21
	0.20	0.40	0.49	0.14	17	5	0.02214	2,352.37
	0.20	0.50	0.53	0.15	25	5	0.02098	2,622.5
	0.20	0.60	0.41	0.21	27	5	0.02080	2,339.99
	0.30	0.20	0.41	0.24	19	5	0.02087	3,304.4
	0.30	0.30	0.38	0.33	21	5	0.02127	2,481.49
	0.30	0.40	0.41	0.34	17	6	0.02044	1,737.39
	0.30	0.50	0.42	0.30	22	5	0.02049	1,502.58
	0.30	0.60	0.39	0.37	25	7	0.02110	2,051.37
	0.40	0.20	0.42	0.20	28	6	0.02174	4,565.4
	0.40	0.30	0.39	0.20	30	7	0.02142	3,748.48
	0.40	0.40	0.38	0.19	26	6	0.02130	2,076.75
	0.40	0.50	0.46	0.25	27	6	0.02228	1,804.68
	0.40	0.60	0.38	0.23	31	6	0.02213	1,715.05
	0.50	0.20	0.49	0.21	25	5	0.02089	2,611.25
	0.50	0.30	0.50	0.21	27	6	0.02127	2,297.14
	0.50	0.40	0.45	0.19	32	5	0.02047	1,637.6
	0.50	0.50	0.42	0.26	38	6	0.02178	1,986.34
	0.50	0.60	0.43	0.26	26	5	0.02135	925.16
	0.60	0.20	0.42	0.18	31	6	0.02075	3,216.24
0.60	0.30	0.47	0.28	30	6	0.02114	2,113.98	
0.60	0.40	0.42	0.28	36	6	0.02137	1,923.27	
0.60	0.50	0.50	0.24	38	6	0.02155	1,637.78	
0.60	0.60	0.47	0.30	40	6	0.02046	1,363.96	