

**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 figure on horseback, a castle, and a lion. The shield is set against a background of green hills and a blue sky. The seal is surrounded by a circular border containing the Latin text "ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER CÆTERAS ORBIS CONSPICUA CAROLINA".

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**EVALUACIÓN DE SEIS PROGRAMAS DE FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE
EJOTE FRANCÉS (*Phaseolus vulgaris*) var. Serengeti, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS
REALIZADOS EN LOS MUNICIPIOS DE SAN MARTÍN JILOTEPEQUE Y SAN JUAN
COMALAPA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.**

JORGE PASCUAL ROJAS

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2,017

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

**TRABAJO DE GRADUACIÓN: “EVALUACIÓN DE SEIS PROGRAMAS DE
FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE EJOTE FRANCÉS (*Phaseolus vulgaris*) var.
Serengeti, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LOS MUNICIPIOS DE SAN
MARTÍN JILOTEPEQUE Y SAN JUAN COMALAPA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA,
C.A.”**

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

POR

JORGE PASCUAL ROJAS

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO
EN
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2,017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

Decano	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
Vocal I	Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara
Vocal II	Ing. Agr. M.A. César Linneo García Contreras
Vocal III	Ing. Agr. M.Sc. Erberto Raúl Alfaro Ortiz
Vocal IV	Per. Agr. Walter Yasmany Godoy Santos
Vocal V	P.C. Neydi Yasmine Juracán Morales
Secretario	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2,017

Guatemala, octubre de 2017

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: "Evaluación de seis programas de fertilización en el cultivo de ejote francés (*Phaseolus vulgaris*) var. Serengeti, diagnóstico y servicios realizados en los municipios de San Martín Jilotepeque y San Juan Comalapa, Chimaltenango, Guatemala, C.A."; 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 para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Jorge Pascual Rojas

ACTO QUE DEDICO

A

DIOS:

Por darme el privilegio de alcanzar una de mis metas mas importantes, por poner en mi sabiduria, conocimiento e inteligencia y por ser la luz que guia mi camino.

MI MADRE:

Paula Susana Rojas por darme la vida y ser mi mejor ejemplo de lucha y superacion en la vida, a quien dedico este triunfo.

MI PADRE:

Zacarias por apoyarme y estar pendiente de mi.

MI HERMANA:

Cristina por el apoyo incondicional en todo momento y por ser pilar fundamental de este logro.

MIS HERMANOS:

Francisco, Enrique, Roberto por brindarme su ayuda y por motivarme a seguir adelante en la vida.

MIS TIOS:

Marcelo, Agustina y demas tios por estar siempre al pendiente de nosotros, por sus consejos y por su apoyo familiar.

MIS PRIMOS:

Mario, Rene, Graciela, Eddy, Carmen y demas primos por su amistad, cariño y las experiencias compartidas en nuestras vidas.

MIS SOBRINOS:

Por compartir con migo momentos de alegría en nuestras vidas.

MIS AMIGOS:

Carlos López, Emerson Soto, Gilberto Morales, Brayan Luna, Juan Marroquin, Gerardo Garcia, Bruno Mejia, Bruno Molina, Carlos Hernandez, Roberto Velasquez, Jefferson Ramirez, Hector Salazar, Sara Puzul, Silvia Alquejay, Natalia Quixtan, Selvin Morales, Estuardo Garcia, Samuel Vielman, por las experiencias compartidas en estos años, a quienes aprecio mucho.

AGRADECIMIENTOS

A:

Dios:

Por permitirme alcanzar mis sueños y tener una vida llena de alegría y bendición.

Mi familia:

Por todo el apoyo, cariño y aprecio brindado a lo largo de mi vida.

**Universidad de San Carlos
de Guatemala:**

Alma Mater, que me dio la oportunidad de ser parte de la mejor universidad de educación superior en Guatemala.

Facultad de Agronomía:

Por abrirme las puertas y facilitarme mi preparación académica de educación superior, a quien agradeceré siempre el haberme convertido en un profesional.

Mi asesor:

Dr. Aníbal Sacbaja por sus valiosos aportes académicos, por su disponibilidad, paciencia y colaboración para la finalización de esta investigación.

Mi supervisor:

Ing. Agr. Silvel Elias Gramajo por su tiempo, orientación y apoyo incondicional a lo largo de mi Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).

CARE Guatemala:

Por facilitarme las herramientas necesarias para culminar con éxito el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), a sus distintos profesionales por su amistad, colaboración y apoyo.

ASODERE:

Un agradecimiento muy especial a la Junta Directiva de Asociación de Desarrollo Empresarial Rural de Estancia la Virgen por todo el apoyo, su disposición y por facilitar la realización de la investigación en la región a través de Rudy Mejía y Rigoberto Mejía.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
RESUMEN GENERAL	X
1 EVALUACIÓN DEL USO DEL FONDO REVOLVENTE EN LAS CADENAS DE VALOR DE LOS CULTIVOS DE EJOTE FRANCÉS (<i>Phaseolus vulgaris</i>) ARVEJA CHINA (<i>Pisun sativum</i>) Y MORA (<i>Rubus sp</i>) DEL PROYECTO “NUTRIENDO EL FUTURO EN GUATEMALA” EN LOS MUNICIPIOS DE SAN MARTÍN JILOTEPEQUE Y SAN JUAN COMALAPA, CHIMALTENANGO.....	1
1.1 PRESENTACIÓN	2
1.2 MARCO REFERENCIAL	4
1.2.1.1 Localización geográfica	4
1.2.1.2 Características geográficas	4
1.3 OBJETIVOS	6
1.3.1 Objetivo General	6
1.3.2 Objetivos Específicos	6
1.4 METODOLOGÍA.....	7
1.4.1 Fase 1. Elección de método de evaluación y herramientas a utilizar.	7
1.4.2 Fase 2. Recolección de información de fuente primaria.	7
1.4.3 Fase 3. Recolección de información de fuente secundaria.	8
1.4.4 Fase 4. Análisis de la información	8
1.4.5 Fase 5. Priorización de problemáticas.....	8
1.5 RESULTADOS	9
1.5.1 Descripción de la problemática por medio de fuente de información secundaria.	9
1.5.2 La problemática en los municipios de referencia	14
1.5.3 Descripción de la problemática por medio de fuente de información primaria.	15
1.5.4 Identificación del problema.....	27
1.5.5 Priorización de problemas	27
1.6 CONCLUSIONES.....	29
1.7 RECOMENDACIONES	30
1.8 BIBLIOGRAFÍA	31
2 EVALUACIÓN DE SEIS PROGRAMAS DE FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE EJOTE FRANCÉS (<i>Phaseolus vulgaris</i>) Var. Serengeti, EN LA COMUNIDAD	

	Página
ESTANCIA DE LA VIRGEN, SAN MARTÍN JILOTEPEQUE, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.	32
2.1 INTRODUCCIÓN	33
2.2 MARCO TEÓRICO.....	35
2.2.1 MARCO CONCEPTUAL	35
2.2.1.1 Fertilización.....	35
2.2.1.2 Importancia del análisis de suelo.....	35
2.2.1.3 Principios de fertilización mineral	35
2.2.1.5 Formas de aplicación de fertilizantes	40
2.2.1.6 Fertilización en bandas o hileras	40
2.2.1.7 Fertilización foliar	40
2.2.1.8 Uso de fertilizantes químicos en la producción agrícola	41
2.2.1.9 Fertilizantes químicos.....	41
2.2.1.10 Fertilizante químico hidrosoluble.	41
2.2.1.11 Materiales orgánicos utilizados en la agricultura.	41
2.2.1.12 Materia orgánica.	42
2.2.1.13 Composición de la materia orgánica	42
2.2.1.14 Elementos minerales presentes en la materia orgánica.....	43
2.2.1.15 Ácidos húmicos presentes en la materia orgánica.....	43
2.2.1.16 Influencia de la materia orgánica sobre las propiedades químicas.	44
2.2.1.17 Influencia de la materia orgánica sobre las propiedades físicas.	44
2.2.1.18 Influencia de la materia orgánica sobre las propiedades biológicas.....	44
2.2.1.19 Dinámica de la materia orgánica en el suelo	45
2.2.1.20 Descripción de la planta de ejote francés	45
2.2.1.21 Requerimientos nutricionales del ejote francés	45
2.2.1.22 Variedad.....	46
2.2.1.23 Fenología de la planta de frijol común.	47
2.2.1.24 Aspectos agronómicos del cultivo	49
2.3. Marco referencial.....	52
2.3.1 Ubicación geográfica.....	52
2.3.2 Colindancias de la comunidad.....	52
2.3.3 Suelos	52

	Página
2.3.4 Topografía.....	53
2.3.5 Flora y fauna	53
2.3.6 Clima.....	53
2.3.7 Antecedentes de la investigación	54
2.4 OBJETIVOS	55
2.4.1 Objetivo General	55
2.4.2 Objetivos Específicos	55
2.4.3 HIPÓTESIS	55
2.5 METODOLOGÍA.....	56
2.5.1 Diseño experimental	56
2.5.2 Tratamientos	57
2.5.3 Repeticiones	58
2.5.4 Unidad experimental	58
2.5.5 Arreglo espacial (croquis de campo)	59
2.5.6 Variables de respuesta.....	60
2.5.7 Manejo del experimento	61
2.5.8 Preparación del terreno	61
2.5.9 Siembra	61
2.5.10 Riego	61
2.5.11 Fertilización.....	61
2.5.12 Control de malezas	64
2.5.13 Cosecha.....	64
2.5.14 Análisis de la información.....	64
2.5.15 Análisis estadístico.....	64
2.5.16 Modelo estadístico	64
2.5.17 Prueba de medias.....	65
2.5.18 Análisis económico	65
2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	72
2.6.1 Análisis de ANDEVA.....	73
2.6.2 Análisis Post-ANDEVA con el método Scott & Knott	74
2.6.3 Concentración de nutrientes en hojas de ejote francés por cada programa de fertilización.....	75

	Página
2.6.4 Análisis económico agrícola con presupuestos parciales.	78
2.6.5 Cálculo de la tasa marginal de retorno (TMR).	79
2.6.6 Estimación de la relación beneficio costo	80
2.7 CONCLUSIONES.....	81
2.8 RECOMENDACIONES	82
2.9 BIBLIOGRAFÍA	83
2.10 ANEXOS	86
3 SERVICIOS PROFESIONALES REALIZADOS EN EL PROYECTO “NUTRIENDO EL FUTURO” EN GUATEMALA	92
3.1 PRESENTACIÓN.....	93
3.2 PRIMER SERVICIO: CAMPAÑA SOBRE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS A PRODUCTORES DE EJOTE FRANCÉS (<i>Phaseolus vulgaris</i>), ARVEJA CHINA (<i>Pisun sativum</i>), MORA (<i>Rubus sp</i>), AL MISMO TIEMPO DEL ESTABLECIMIENTO DE TRAMPAS PARA EL CONTROL DE INSECTOS EN PARCELAS PRODUCTIVAS DE SAN JUAN COMALAPA Y SAN MARTÍN JILOTEPEQUE, CHIMALTENANGO, GUATEMALA C.A.	95
3.2.1 INTRODUCCIÓN	95
3.2.2 OBJETIVOS	96
3.2.2.1 Objetivo General	96
3.2.2.2 Objetivos Específicos	96
3.2.3 METODOLOGÍA.....	96
3.2.4 RECURSOS	97
3.2.5 RESULTADOS	98
3.2.6 EVALUACIÓN	101
3.3 SEGUNDO SERVICIO: CICLOS DE CAPACITACIÓN Y FORMACIÓN PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS BPA’S Y BPM’S EN LAS CADENAS DE VALOR DE EJOTE FRANCÉS (<i>Phaseolus vulgaris</i>), ARVEJA CHINA (<i>Pisun sativum</i>), MORA (<i>Rubus sp</i>) DESARROLLADOS EN LOS MUNICIPIOS DE SAN JUAN COMALAPA Y SAN MARTIN JILOTEPEQUE, CHIMALTENANGO, GUATEMALA C.A.	102
3.3.1 INTRODUCCIÓN	102
3.3.2 OBJETIVOS	103
3.3.2.1 Objetivo General	103
3.3.2.2 Objetivos Específicos	103
3.3.3 METODOLOGÍA.....	103

	Página
3.3.4 RECURSOS	105
3.3.5 RESULTADOS	106
3.3.6 EVALUACIÓN	108
3.4 TERCER SERVICIO: CUANTIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN DE BIOMASA APROVECHABLE EN 10 HORTALIZAS EN LOS CENTROS EXPERIMENTALES DE SAN JUAN COMALAPA Y SAN MARTIN JILOTEPEQUE, CHIMALTENANGO, GUATEMALA C.A.	109
3.4.1 INTRODUCCIÓN	109
3.4.2 OBJETIVOS	110
3.4.2.1 Objetivo General	110
3.4.2.2 Objetivos Específicos	110
3.4.3 METODOLOGÍA.....	110
3.4.4 RECURSOS	112
3.4.5 RESULTADOS	113
3.4.6 EVALUACIÓN	116
3.5 BIBLIOGRAFÍA	117

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PÁGINA
Figura 1. Gráfica de cultivos producidos por los agricultores que hacen uso del fondo revolvente.....	17
Figura 2. Gráfica del uso que le dan los productores al fondo revolvente en sus proyectos de producción agrícola.	18
Figura 3. Gráfica de problemas solucionados para los agricultores con el uso del fondo revolvente.	19
Figura 4. Gráfica de calificación que le dan los productores al funcionamiento del fondo revolvente.	20
Figura 5. Gráfica del grado de satisfacción de la manera en que funciona el fondo revolvente.	21
Figura 6. Gráfica de percepción de los impactos positivos que ha causado el fondo revolvente en las comunidades.	22
Figura 7. Gráfica de exigencias no cubiertas por el fondo revolvente, según el criterio de los productores.	23
Figura 8. Gráfica de aceptación del uso del fondo revolvente en algún proyecto diferente al de características agrícolas.....	24
Figura 9. Gráfica de alternativas de uso del fondo revolvente según la preferencia de los productores.	25
Figura 10. Gráfica de percepción de las mejoras que podría seguir teniendo en las comunidades el uso del fondo revolvente.	26
Figura 11. Unidad experimental.	59
Figura 12. Distribución de los tratamientos en la parcela.....	59
Figura 13. Gráfica de distribución en % de la materia seca producida por cada órgano de una planta de ejote francés.....	78
Figura 14A. Fotografía de la selección del área y limpieza de parcela de Investigación.	86
Figura 15A. Fotografía de la preparación de terreno y elaboración de surcos.	86
Figura 16A. Fotografía de la elección de fórmulas de fertilizantes y pesado.....	86

	Página
Figura 17A. Fotografía de la incorporación de fertilizantes según programas de fertilización.	87
Figura 18A. Fotografía de la mezcla de fertilizantes y colocación de molch.	87
Figura 19A. Fotografía de aplicación de fungicida a la semilla y siembra de ejote francés.	87
Figura 20A. Fotografía de la fertilización según cada programa de fertilización.	88
Figura 21A. Fotografía del crecimiento vegetativo y sus fertilizaciones.	88
Figura 22A. Fotografía de la producción y toma de resultados.	88
Figura 23. A) Capacitación teórica componentes MIP., B) Métodos de control físico, mecánico, biológico, químico y etológico en las parcelas.	99
Figura 24. A) Tipos y formas adecuadas de muestreo en parcelas., B) Identificación de plagas en los cultivos.....	100
Figura 25. A) Elaboración y preparación de trampas con hormona y adherente., B) Colocación de trampas en parcelas.	100
Figura 26. A) Capacitación en fertilización y nutrición vegetal de cultivos de exportación., B) Valor agregado del cultivo de mora.	107
Figura 27. A) Manejo de ahorro y crédito en la agricultura., B) Manejo fitosanitario de cultivos de exportación.	107
Figura 28. A) Cuantificación de producción de macuy., B) Cuantificación de producción de cebolla.	115

ÍNDICE DE CUADROS

CONTENIDO	PÁGINA
Cuadro 1. Disposición de Tierra para Cultivar (hectáreas).	11
Cuadro 2. Prácticas Agrícolas desarrolladas.	12
Cuadro 3. Prácticas Post Cosecha en los últimos 12 meses.	13
Cuadro 4. Requerimientos nutricionales y producción obtenida del cultivo de ejote francés.	46
Cuadro 5. Fenología de la planta de frijol común.	48
Cuadro 6. Análisis químico de suelos de la parcela de investigación.	56
Cuadro 7. Nutrientes aplicados en kg/ha para cada programa de fertilización.	57
Cuadro 8. Aporte potencial de elementos de los materiales orgánicos en los distintos tratamientos.	58
Cuadro 9. Programa de fertilización T1 testigo absoluto.	62
Cuadro 10. Programa de fertilización T2 casa comercial TECSA.	62
Cuadro 11. Programa de fertilización T3 aplicación del agricultor.	62
Cuadro 12. Programa de fertilización T4 recomendación ICTA-MAGA según (Villeda, J. 1992).	63
Cuadro 13. Programa de fertilización T5 según análisis de suelos.	63
Cuadro 14. Programa de fertilización T6 abono orgánico.	63
Cuadro 15. Costos que varían por cada programa de fertilización.	66
Cuadro 16. Rendimiento ajustado para cada programa de fertilización.	68
Cuadro 17. Beneficio bruto y beneficio neto de cada tratamiento.	68
Cuadro 18. Determinación de dominancia para cada tratamiento.	69
Cuadro 19. Tasa marginal de retorno para los tratamientos no dominados.	69
Cuadro 20. Análisis de residuos de los beneficios netos del costo de oportunidad.	70
Cuadro 21. Producción de ejote francés en fresco expresada en kg/ha para cada tratamiento y su repetición.	72
Cuadro 22. Análisis de la varianza sobre el rendimiento de las vainas del ejote francés. ..	73
Cuadro 23. Análisis Post-ANDEVA realizado con las medias de los rendimientos de ejote francés.	74

	Página
Cuadro 24. Concentración de nutrientes en hojas (materia seca) de ejote francés en la etapa de floración.	75
Cuadro 25. Concentración de nutrientes en una planta completa de ejote francés al momento de la producción.....	76
Cuadro 26. Extracción de nutrientes y producción de materia seca en kg/ha de una planta completa de ejote francés.	77
Cuadro 27. Rendimiento ajustado, beneficio bruto, costos que varían, beneficio neto y análisis de dominancia de cada programa de fertilización.....	79
Cuadro 28. Tasa marginal de retorno para los tratamientos no dominados.	79
Cuadro 29A. Aporte en kg/ha de cada elemento según programas de fertilización.	89
Cuadro 30. Promotores rurales capacitados en el tema de manejo integrado de plagas y estimación de población beneficiada por la réplica de conocimiento.	98
Cuadro 31. Cuantificación de trampas con hormonas y adherente en parcelas agrícolas.....	99
Cuadro 32. Asociaciones y número de productores/as participantes de los ciclos de capacitaciones.....	106
Cuadro 33. Cuantificación de producción de biomasa aprovechable en el centro experimental de la comunidad Simajhuleu.....	113
Cuadro 34. Cuantificación de producción de biomasa aprovechable en el centro experimental de la comunidad Agua Caliente.	114
Cuadro 35. Cuantificación de producción de biomasa aprovechable en el centro experimental de la comunidad Estancia de la Virgen.	114

RESUMEN GENERAL

A través del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) y la relación entre la Facultad de Agronomía y CARE Guatemala es que surge la oportunidad de apoyar a agricultores de la región de Chimaltenango, quienes participan en un proyecto regional que abarca tres países de Centro América, esta iniciativa internacional se ejecuta en el país con el nombre de proyecto “Nutriendo el Futuro” en Guatemala de la alianza CARE- CARGILL.

Esta iniciativa internacional se desarrolla bajo cuatro dominios que busca beneficiar a pequeños productores de ejote francés (*Phaseolus vulgaris*), arveja china (*Pisun sativum*), mora (*Rubus sp*), y familias con riesgo a inseguridad alimentaria y nutricional –INSAN- de los municipios de San Martín Jilotepeque y San Juan Comalapa del departamento de Chimaltenango.

Los ejes de desarrollo de este proyecto se enfocan en el dominio uno (1): incremento en la calidad y cantidad de la producción agrícola, del cual se espera que 500 productores y productoras organizados incrementen la cantidad y calidad de su producción a través de la adopción de mejores prácticas de producción agrícola sostenible; Así mismo, el dominio dos (2): expresa mejor acceso equitativo a los mercados a través de que 500 productores y productoras aumentan sus ingresos a través de su integración al mercado.

Sin embargo, después de que la iniciativa local se encuentra en ejecución es necesario realizar monitoreos y evaluaciones que permitan conocer el avance de cada componente, esto se logró a través del diagnóstico que lleva por nombre “Evaluación del uso del fondo revolvente en las cadenas de valor de los cultivos de ejote francés (*Phaseolus vulgaris*) arveja china (*Pisun sativum*) y mora (*Rubus sp*) participantes del proyecto “Nutriendo el Futuro” en Guatemala, implementado por la alianza CARE-CARGILL en los municipios de San Martín Jilotepeque y San Juan Comalapa, Chimaltenango”.

Los problemas que se pudieron identificar en ambos municipios, durante el desarrollo del programa fueron: rendimientos agrícolas por debajo de la media nacional de producción en cultivos de exportación, presencia de plagas y enfermedades en los cultivos que incide en la calidad de exportación, falta de asistencia técnica con metodologías de enseñanza de fácil comprensión.

Derivado de los hallazgos del diagnóstico, fue posible desarrollar la investigación la cual tuvo como principal fundamento la estrategia planteada por la iniciativa internacional, la cual fue basada en el cumplimiento del dominio uno que busca mejorar la cantidad y calidad de la producción agrícola con los productores participantes del proyecto “Nutriendo el Futuro” en Guatemala, la cual llevó por nombre: “Evaluación de seis programas de fertilización en el cultivo de ejote francés (*Phaseolus vulgaris*) Var. Serengeti, en la comunidad Estancia de la Virgen, San Martín Jilotepeque, Chimaltenango”, detallándose de mejor manera los resultados obtenidos en el capítulo II de este documento.

En cuanto a los servicios realizados fueron enfocados en tres cadenas de valor agrícola y sus respectivos agricultores que se dedican a la producción y comercialización de estos cultivos quienes tuvieron la oportunidad de participar en los siguientes servicios:

- a) Campaña sobre Manejo Integrado de Plagas a productores de ejote francés, arveja china, mora y el establecimiento de trampas para el control de insectos en parcelas productivas de San Juan Comalapa y San Martín Jilotepeque.
- b) Ciclos de capacitación y formación para el fortalecimiento de buenas prácticas agrícolas y buenas prácticas de manufactura en las cadenas de valor de ejote francés, arveja china y mora desarrollados en los municipios de San Juan Comalapa y San Martín Jilotepeque.
- c) Cuantificación de producción de biomasa aprovechable en 10 hortalizas en los centros experimentales de San Juan Comalapa y San Martín Jilotepeque, los cuales se encuentran detallados de mejor manera en el capítulo III de este documento.

CÁPITULO I

DIAGNÓSTICO

1 EVALUACIÓN DEL USO DEL FONDO REVOLVENTE EN LAS CADENAS DE VALOR DE LOS CULTIVOS DE EJOTE FRANCÉS (*Phaseolus vulgaris*) ARVEJA CHINA (*Pisum sativum*) Y MORA (*Rubus sp*) DEL PROYECTO “NUTRIENDO EL FUTURO” EN GUATEMALA EN LOS MUNICIPIOS DE SAN MARTÍN JILOTEPEQUE Y SAN JUAN COMALAPA, CHIMALTENANGO.

1.1 PRESENTACIÓN

En la actualidad varios departamentos de Guatemala se encuentran con altos índices de desnutrición y subdesarrollo, siendo una muestra de esta problemática la región central y occidente del país, tal como el departamento de Chimaltenango, con los municipios de San Martín Jilotepeque y San Juan Comalapa que se encuentran con alta vulnerabilidad en temas de seguridad alimentaria y producción agrícola; esto según el estudio de línea de base del proyecto “Nutriendo el Futuro” en Guatemala realizado por la alianza CARE-CARGILL.

Desde el año 2014 CARE Guatemala en alianza con CARGILL a través del proyecto “Nutriendo el Futuro” en Guatemala, han venido implementando una estrategia internacional que busca reducir la pobreza, promover la seguridad alimentaria, y dinamizar la economía de las familias a través de la producción agrícola, siendo beneficiados productores individuales, asociaciones y comités agrícolas que se encuentran en las comunidades de los municipios antes mencionados, esto con la finalidad de generar desarrollo local y mejorar en calidad y cantidad la producción para fines de exportación.

Disminuir los índices de desnutrición y generar ingresos económicos extras en las familias para que puedan tener acceso a mejores medios de vida además de promover la resiliencia en la región es la estrategia a implementar por los actores principales de las comunidades, siendo ejemplo de estas autoridades locales los: COCODES (Consejo Comunitario de Desarrollo), municipalidades, asociaciones y comités agrícolas así también el apoyo que brinda la cooperación internacional a través de Organizaciones no gubernamentales.

La estrategia tiene como apoyo primordial el “fondo revolvente” el cual consiste en apoyar a todo aquel productor individual o asociado con un donativo de capital semilla inicial para activar proyectos agrícolas de cultivos de exportación, proveyéndoles semillas, fertilizantes, insumos y herramientas para la agricultura, logrando así que los productores cuenten con lo necesario para poder empezar y completar sus ciclos de producción y así

poder introducir sus cosechas en el mercado nacional o internacional, sin embargo es responsabilidad de cada asociación y comité, la administración adecuada del donativo, el cual deberán convertir en un fondo de ahorro auto sostenible que logre incrementarse o bien mantenerse, no permitiendo que el fondo revolvente desaparezca.

La recopilación de información para la elaboración de este diagnóstico se basó principalmente en fuente primaria a través de una boleta de evaluación tipo escala de Likert contestada por productores de 4 asociaciones agrícolas identificadas como: ASODERE (Asociación de desarrollo empresarial rural de Estancia de la Virgen), APROMAC (Asociación de productores de mora de Agua Caliente), ASPROPA (Asociación de productores de Pamumus), ADIPP (Asociación de desarrollo integral de Pachay y Las Lomas) y un comité agrícola identificado como El Horizonte, todos beneficiarios del uso del “fondo revolvente” o capital semilla. Como complemento de información se utilizó el estudio de línea base realizado por CARE Guatemala de la cual se obtiene información de fuente secundaria.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 Ubicación del departamento de Chimaltenango

1.2.1.1 Localización geográfica

El departamento de Chimaltenango se encuentra situado en la región central de Guatemala, limita al norte con los departamentos de Quiché y Baja Verapaz; al este con Guatemala y Sacatepéquez; al sur con Escuintla y Suchitepéquez y al oeste con Sololá según (SEGEPLAN (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala). 2010).

1.2.1.2 Características geográficas

A. Extensión territorial

Cuenta con una extensión territorial de 1,979 km², lo que constituye el 1.8 % del país, ocupando el decimosexto lugar en amplitud territorial de la república.

B. Elevación

Se encuentra a una altitud media de 1890 m.s.n.m. Su latitud es de 14° 39' 20" y tiene una longitud de 90° 47' 20".

C. Temperatura

En la mayoría de los municipios el clima es templado, tornándose frío en los meses de noviembre, diciembre y enero. La temperatura media es de 18.8 °C, mas sin embargo pueden alcanzarse temperaturas máximas de 24 °C y mínimas de 12 °C.

D. División político administrativa

El departamento se encuentra integrado por 16 municipios, de los cuales interesa comentar los municipios de San Martín Jilotepeque y San Juan Comalapa, en donde se desarrolla el programa.

E. Topografía

El departamento está situado sobre la Sierra Madre en el altiplano central debido a esto se poseen elevadas montañas y cerros prominentes lo que le da una conformación orográfica muy especial con profundos barrancos, hermosos valles y grandes llanuras fértiles.

F. Zonas de vida

En el departamento son apreciables tres zonas topográficas, la primera formada por tierras bajas del norte en el valle del río Motagua, unido al río Pixcayá, aquí predomina vegetación de chaparral espinoso, cactus y otras plantas punzantes. La segunda zona es intermedia y más extensa aquí predominan los pinos, cipreses y álamos que son característicos del lugar. La tercera zona donde se desarrolla exuberante vegetación de la selva subtropical húmeda que pertenece al extremo meridional según (SEGEPLAN (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala). 2010).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Evaluar del uso del fondo revolvente en las cadenas de valor en los cultivos de ejote francés (*Phaseolus vulgaris*) arveja china (*Pisun sativum*) y mora (*Rubus sp*) dentro del proyecto “Nutriendo el Futuro” en Guatemala implementado en los municipios de San Martín Jilotepeque y San Juan Comalapa, Chimaltenango.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a. Determinar los usos principales del fondo revolvente por parte de los productores agrícolas de cuatro asociaciones y un comité que son beneficiados por el proyecto “Nutriendo el Futuro” en Guatemala de la alianza CARE-CARGILL.
- b. Describir los problemas que ha resuelto el uso del fondo revolvente en las cadenas de producción agrícola de los cultivos de ejote francés, arveja china y mora.
- c. Identificar si existen algunas exigencias que el fondo revolvente no cubre como alternativa de beneficio para los productores y las cadenas de valor agrícola.

1.4 METODOLOGÍA

La metodología ejecutada para la elaboración del diagnóstico, la integran cinco fases, estas con la finalidad de recopilar información de fuente primaria y secundaria sobre el uso del fondo revolvente en las cadenas de valor agrícola y la determinación de algunas problemáticas en las comunidades.

1.4.1 Fase 1. Elección de método de evaluación y herramientas a utilizar.

Esto fue posible a través de realizar técnicas grupales de integración y participación así también de enseñanza y aprendizaje por medio del cuales se promovió la participación de todos los grupos y su integración a la discusión de los problemas para obtener la opinión de los productores según (Berducido Catalán, SA. 2005).

Las técnicas grupales anteriormente descritas hacen uso de herramientas en campo como entrevistas según (Berducido Catalán, SA. 2005), cuales fueron realizadas al hacer visitas directas en parcelas agrícolas, al momento de hacer sondeos y recorridos por las comunidades así también cuando se realizaban entrega de insumos agrícolas o bien en reuniones con líderes comunitarios y que además se complementó la evaluación a través de una boleta Tipo Escala de Likert.

1.4.2 Fase 2. Recolección de información de fuente primaria.

Esta fase se realizó directamente con los productores de ejote francés de dos asociaciones ASODERE (Asociación de desarrollo empresarial rural de Estancia de la Virgen) y ADIPP (Asociación de desarrollo integral de Pachay y Las Lomas), para el cultivo de mora participaron la asociación APROMAC (Asociación de productores de mora de Agua Caliente) y el comité agrícola El Horizonte, el cultivo de arveja china fue representado por ASPROPA (Asociación de productores de Pamumus).

El reconocimiento del área de siembra y producción de cada grupo de productores organizados, fue realizado a través de recorridos por las parcelas de agricultores, días de campo organizados una vez por mes, asistencia técnica directa en las parcelas. Esto con el objeto de recabar información que los productores respondieron en una boleta de preguntas Tipo Escala de Likert, con la cual se obtuvo datos importantes sobre el uso del fondo revolvente en actividades agrícolas y problemas sin resolver a través de esta estrategia.

1.4.3 Fase 3. Recolección de información de fuente secundaria.

Esta información se extrajo del estudio de línea base del proyecto “Nutriendo el Futuro en Guatemala” desarrollados por CARE Guatemala, al cual se tuvo acceso por autorización del Gerente de iniciativas programáticas y el jefe del área de producción y comercialización agrícola de la organización.

1.4.4 Fase 4. Análisis de la información.

A través de un ordenamiento lógico y coherente de la información de fuente primaria y secundaria, se obtuvo los resultados del diagnóstico y sus principales hallazgos para las acciones a implementar por la organización.

1.4.5 Fase 5. Priorización de problemáticas.

El análisis en conjunto con técnicos encargados del área de producción agrícola y comercialización permitió priorizar los distintos problemas encontrados, los cuales serán atendidos con distintas acciones en campo a través del desarrollo del proyecto.

1.5 RESULTADOS

1.5.1 Descripción de la problemática por medio de fuente de información secundaria.

En cuanto al aporte de información sobre la problemática presente en las diferentes comunidades según el estudio de línea base para el proyecto “Nutriendo el Futuro” es la siguiente: primero que de los municipios priorizados, San Martín Jilotepeque se encuentra en una clasificación de Alta Vulnerabilidad Nutricional con un 46.9% de retardo en talla y San Juan Comalapa están categorizados como con Muy Alta Vulnerabilidad Nutricional con un 65.1% en retardo en talla respectivamente según (Care, Guatemala / Cargill, Guatemala. 2014).

Estos indicadores son mayores que el promedio nacional (45.6%) y están relacionados con condiciones de INSAN (inseguridad alimentaria y nutricional) y pobreza por periodos largos de tiempo, que condicionan el estado nutricional de la población, especialmente de los niños y niñas. El levantamiento de la línea base se hizo a partir de una encuesta de hogares, para lo que CARE Guatemala contaba con el instrumento de encuesta integrado por tres boletas: hogares, familias productoras y familias en riesgo INSAN según (Care, Guatemala / Cargill, Guatemala. 2014).

La muestra calculada para los municipios de San Martín Jilotepeque y San Juan Comalapa de Chimaltenango tuvo las unidades muestrales siguientes según (Care, Guatemala / Cargill, Guatemala. 2014):

- A. 203 unidades estadísticas de familias productoras.
- B. 310 unidades estadísticas a Familias en riesgo INSAN

Estadísticas de familias productoras.

La información que se obtuvo se limita a los municipios de San Martín Jilotepeque y San Juan Comalapa, Chimaltenango.

Estos resultados fueron aportados por 190 personas, de las cuales 87 son hombres y 103 mujeres; del total el 66% tiene estudios del nivel primario y el 24% no tiene ningún grado aprobado, dentro de los aspectos relevantes se encontró que el 95 por ciento de las personas informó que no tienen ningún tipo de ahorro según (Care, Guatemala / Cargill, Guatemala. 2014).

En cuanto a la toma de decisiones de parte de los jefes del hogar se encontró que son ambos quienes deciden como afrontar los problemas de agricultura, alimentación, crédito y su uso. En cuanto a fuentes generadoras de ingresos el estudio muestra actividades como producción y venta de productos agrícolas según (Care, Guatemala / Cargill, Guatemala. 2014).

En cuanto al acceso a insumos para sus actividades agronómicas de producción, 190 personas respondieron positivamente, de la manera siguiente según (Care, Guatemala / Cargill, Guatemala. 2014):

- Acceso a la tierra 42 %
- Acceso a semillas 91 %
- Acceso a herramientas 88 %
- Acceso a infraestructura 39 %
- Acceso a fertilizantes 91 %

Disposición o acceso a la tierra para producción agrícola.

Cuadro 1. Disposición de Tierra para Cultivar (hectáreas).

Hectáreas de tierra	TOTAL		San Martín Jilotepeque		San Juan Comalapa	
	Productores	ha	Productores	ha	Productores	ha
Total	190	189.28	116	58.31	74	130.97
Menos de 1 ha.	151	59.22	97	33.34	54	25.88
De 1 a 5 has.	28	47.06	14	24.97	14	22.09
De 6 a 10 has	2	16			2	16
De 11 a 15 has	1	12			1	12
De 46 y mas	1	55			1	55
NS/NR	7		5		2	

Fuente: Línea de Base Proyecto “Nutriendo el Futuro” en Guatemala.

En el cuadro 1 se puede apreciar que el tamaño de las parcelas predominante es menor a cinco hectáreas puesto que representa el 56 por ciento del total de la tierra disponible y es propiedad del 94 por ciento de los productores, lo que muestra una caracterización de propiedad minifundista en los productores del área de investigación de la encuesta realizada. En el otro extremo 1 solo propietario posee el 29 por ciento de la tierra disponible, lo que contrasta con la característica nacional de la tenencia de la tierra según (Care, Guatemala / Cargill, Guatemala. 2014).

Lo indicado se complementa cuando se ven los resultados obtenidos en la pregunta relacionada con la tierra destinada a la agricultura, en la que se ve que 151 productores tienen menos de 1 hectárea para producir y en su conjunto la tierra disponible de estos productores es de 57 hectáreas; 27 productores destinan entre 1 y 5 hectáreas a la agricultura y en total destinan 48 hectáreas para este propósito; 2 productores destinan entre 6 y 10 hectáreas a la agricultura y sólo 1 destina 12 hectáreas y solo uno destina 23 hectáreas según (Care, Guatemala / Cargill, Guatemala. 2014).

Las principales fuentes de financiamiento para su trabajo agrícola expresado según los productores son de fuente propia representando un 62.56 %, a través de préstamos en un banco representado con 12.31 % y a través de familiares y parientes representando un

9.23 %, las otras formas de financiamiento incluyen institución de micro finanzas, cooperativa agrícola, seguro agrícola, grupo de ahorro y uso de algún fondo revolvente según (Care, Guatemala / Cargill, Guatemala. 2014).

Prácticas agrícolas desarrolladas por los productores en la región.

De las prácticas agrícolas desarrolladas por los productores en el área podemos comentar que el cultivo en callejones y asocio de cultivo es la práctica más desarrollada en el área representado por un 23.84 %, otra práctica agrícola que implementan los productores es el uso de abono orgánico o compost representado con un 19.44%, las demás practicas poseen valores muy bajos de uso y desarrollo en el área, evidenciándose la gran posibilidad de mejorar estas prácticas a través de capacitaciones y talleres, como se observa en el cuadro 2 que veremos a continuación según (Care, Guatemala / Cargill, Guatemala. 2014).

Cuadro 2. Prácticas Agrícolas desarrolladas.

Práctica	TOTAL	%
Total	432	100
Labranza CERO	71	16.44
Rastrojo de cobertura	48	11.11
Rotación de cultivos	32	7.41
Cultivos de cobertura	10	2.31
Abono orgánico o compost	84	19.44
Cultivo en callejones/asociación de cultivos	103	23.84
Semillas mejoradas	27	6.25
Tecnologías de irrigación	26	6.02
Control de erosión de suelos	17	3.94
otros	14	3.24

Fuente: Línea de Base Proyecto “Nutriendo el Futuro” en Guatemala.

Prácticas post-cosecha.

En cuanto a las prácticas de cuidados en la etapa de Post-cosecha en diferentes cultivos, en el último año, 190 personas respondieron que en un 12 % si realizan algún proceso de post-cosecha en su terreno y 86 % restante respondió que no realiza ningún proceso de post-cosecha y 2 % no respondió como se observa a continuación en el cuadro 3 según (Care, Guatemala / Cargill, Guatemala. 2014).

Cuadro 3. Prácticas Post Cosecha en los últimos 12 meses.

	COMUNIDAD					
	Total		San Martín Jilotepeque		San Juan Comalapa	
	Casos	%	Casos	%	Casos	%
Total	190	100	115	100	75	100
Si	22	11.6	3	2.6	19	25.3
No	164	86.3	108	93.9	56	74.7
NS/NR	4	2.1	4	3.5		

FUENTE: Línea de Base Proyecto “Nutriendo el Futuro” en Guatemala.

Problemática del área de influencia del Proyecto “Nutriendo el Futuro” en Guatemala.

De acuerdo con el documento Perfiles de Medios de Vida de la SESAN (secretaría de seguridad alimentaria y nutricional) los municipios de San Juan Comalapa y San Martín Jilotepeque, ubicados en el departamento de Chimaltenango, pertenecen a los perfiles correspondientes a las zonas 5 y 9 respectivamente, cuyas características principales y comunes son las siguientes según (Care, Guatemala / Cargill, Guatemala. 2014):

1. Son zonas en las que la agricultura es de granos básicos, sin buenas prácticas agro culturales, sin embargo; en San Juan Comalapa, hay producción hortícola, siendo los principales cultivos: arveja china, brócoli, coliflor, col de bruselas y frutas como la fresa, siendo ésta última la que perfila como un cultivo que podría explotarse con mayor probabilidad de éxito y de hecho, en el área de cobertura del Proyecto

“Nutriendo el Futuro en Guatemala”, es una actividad que genera buena parte de puestos de trabajo, en la cual se emplean, principalmente las familias pobres y extremadamente pobres.

2. La topografía de ambas zonas es de vocación forestal, montañosa (aproximadamente el 90% del territorio de los municipios en cuestión) y con alto grado de depredación de la masa boscosa y avance significativo de la frontera agrícola, es decir se ha generado un cambio de uso del suelo, de tal manera que las producción por parcela es escasa y de subsistencia, que obligan a las personas a comprar en épocas de escasez (junio – octubre de cada año), dado que su producción no satisface sus necesidades de consumo.
3. Para las personas que no poseen tierra, el arrendamiento por año de 1.25 cuerdas de 25 x 25 vrs² oscila entre los Q. 200.00 y Q. 300.00 por temporada y su producción en esta área varía entre 100 lb y 150 lb por unidad de producción.
4. En los municipios de referencia, se produce migración hacia otros municipios que ofrecen mejores condiciones económicas (municipios productores de café) y hacia la capital de la República a vender su mano de obra como no calificada o para incorporarse al mercado informal.

1.5.2 La problemática en los municipios de referencia.

Cosechas por debajo de la media de producción nacional de cultivos de exportación, temporada seca prolongada, con disminución de caudales de agua, especialmente para riego, plagas y enfermedades en los cultivos, que incide en la fuente de alimentos, alta fluctuación de precios de insumos agrícolas, según oferta-demanda. Avance de la frontera agrícola, en detrimento del bosque, bajas temperaturas que dañan la producción hortícola: fresa, frambuesa y mora, saturación de mercados para hortalizas (generalmente no

cultivan bajo riego), cambios en el uso del suelo, motivando alta erosión según (Care, Guatemala / Cargill, Guatemala. 2014).

1.5.3 Descripción de la problemática por medio de fuente de información primaria.

Para la recopilación de fuente de información primaria se usó una boleta Tipo escala de Likert que fue contestada por productores de arveja, ejote francés y mora todos participantes del proyecto “Nutriendo el Futuro” en Guatemala, generando los siguientes resultados.

Resultados boleta tipo escala de Likert.

Para la pregunta ¿Ha escuchado usted hablar en su comunidad sobre el fondo revolvente del proyecto “Nutriendo el Futuro” en Guatemala, impulsado por la alianza CARE-CARGILL?

El 100 % de los productores evaluados indicaron si haber escuchado en su comunidad sobre el fondo revolvente del proyecto “Nutriendo el Futuro” en Guatemala, esto da la pauta que desde el inicio del proyecto se tuvo una buena difusión hacia los productores.

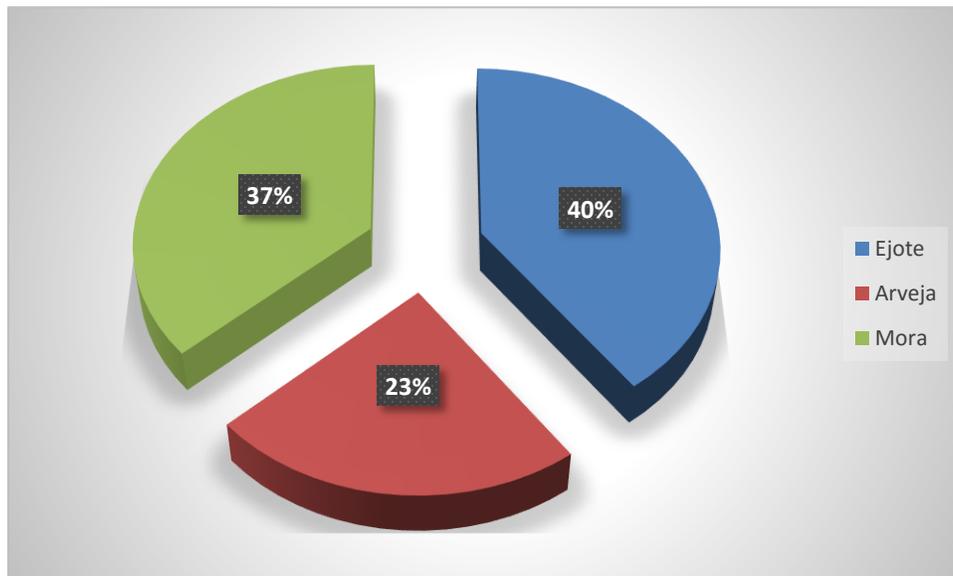
En el caso de la pregunta ¿Conoce usted el fondo revolvente del proyecto “Nutriendo el Futuro” en Guatemala, impulsado por la alianza CARE-CARGILL?

El 100 % de los productores evaluados indicaron si conocer el fondo revolvente del proyecto “Nutriendo el Futuro” en Guatemala, dando como indicativo primordial que si tienen el conocimiento de que se trata dicho financiamiento y como opera o funciona en su comunidad.

De acuerdo a la pregunta ¿Es participante usted como productor del fondo revolvente del proyecto “Nutriendo el Futuro” en Guatemala, impulsado por CARE-CARGILL?

El 100 % de los productores evaluados indicaron que si forman parte del fondo revolvente del proyecto “Nutriendo el Futuro” en Guatemala, razón por la cual se consideran como beneficiarios del capital semilla que brinda este proyecto y que están convencidos que les puede ayudar en las actividades agrícolas que ellos realizan en sus comunidades.

¿De los cultivos que a continuación le mencione cuál de estos es el que usted produce en sus parcelas?

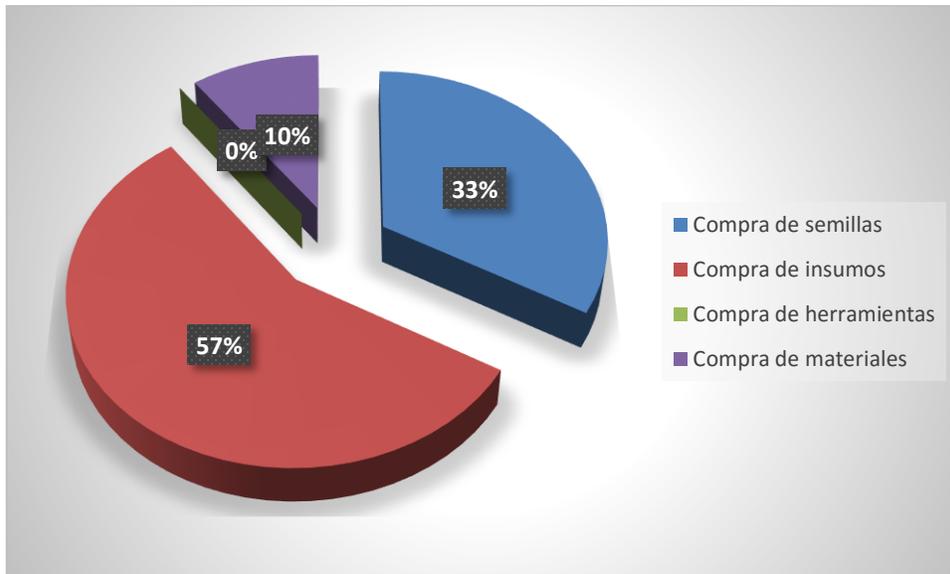


Fuente: Elaboración propia, año 2,017.

Figura 1. Gráfica de cultivos producidos por los agricultores que hacen uso del fondo revolvente.

Con respecto a la figura 1, la gráfica muestra que el 40 % de los productores evaluados se dedican a la producción de ejote francés, 23 % de productores se dedican a la producción de arveja china y el restante 37 % de productores se dedican a la producción de mora. De esta situación se confirma que son los productores de ejote francés los que representan el primer grupo mayoritario en el uso del fondo revolvente, en el caso de los productores de mora estos representan el segundo grupo mayoritario en el uso del fondo revolvente.

¿Cuál es el uso que usted como productor le da al fondo revolvente en sus proyectos de producción de agrícola?



Fuente: Elaboración propia, año 2,017.

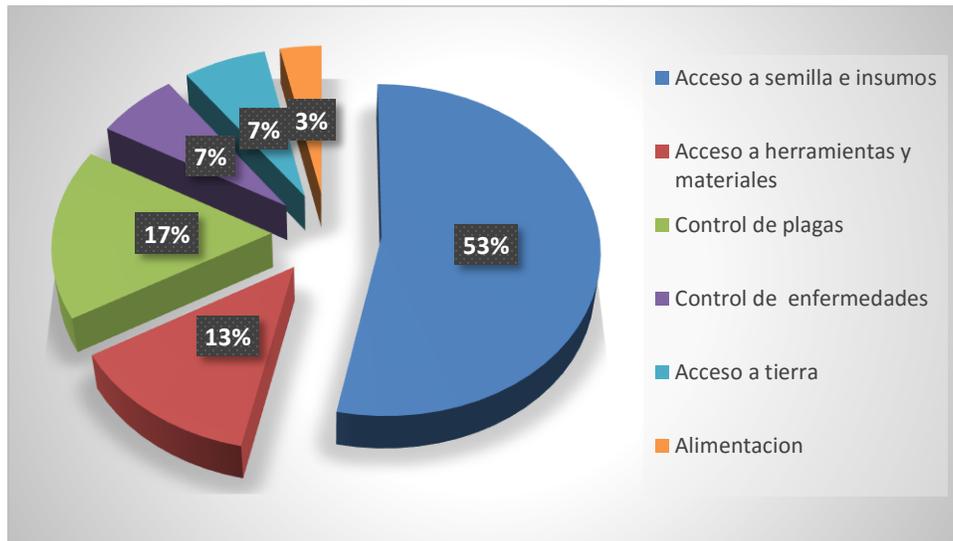
Figura 2. Gráfica del uso que le dan los productores al fondo revolvente en sus proyectos de producción agrícola.

Acerca de la figura 2, la gráfica muestra que el uso principal que los agricultores le dan al fondo revolvente es el de compra de insumos con un 57 % estos insumos pueden ser representados comúnmente por semillas, fertilizantes, fungicidas, insecticidas, etc. Ya que son este tipo insumos los que más se requieren en las parcelas de producción, el segundo uso de importancia que se le da al fondo revolvente es el de compra de semillas mejoradas con un 33 %, esto demuestra que muchos productores necesitan del acceso a semillas de calidad, el restante 10 % le da un uso al fondo revolvente a través de la compra de materiales para la producción como: nylon para trampas de insectos, adherente y hormonas para insectos, cajas plásticas de recolección, rafia para tutoreado de plantas, redecillas para el cabello, gabachas, guantes etc.

Para la pregunta ¿Considera usted que el fondo revolvente ayuda a resolver algunos problemas a los productores relacionados con las actividades agrícolas?

El 100 % de los productores evaluados respondieron que el fondo revolvente si ayuda a resolver distintos problemas que ellos tienen en cuanto a la producción de sus cultivos de exportación como los son: el ejote francés, arveja china y mora, esta ayuda también nos indica que esta estrategia es de mucho apoyo para los productores de la región y además se demuestra que es una forma de generar desarrollo en las comunidades, promoviendo una mejor calidad de vida de las familias.

¿Qué problemas a podido solucionar usted en la producción de sus cultivos a través del uso del fondo revolvente del proyecto “Nutriendo el Futuro” en Guatemala, impulsado por la alianza CARE-CARGILL?

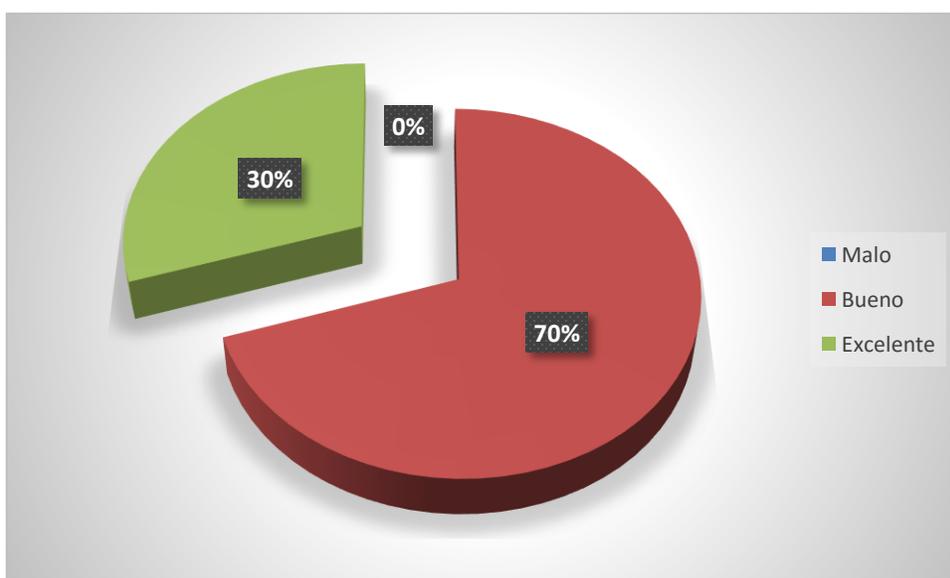


Fuente: Elaboración propia, año 2,017.

Figura 3. Gráfica de problemas solucionados para los agricultores con el uso del fondo revolvente.

Con relación a la figura 3, la gráfica indica que el principal problema que se ha podido solucionar con el uso del fondo revolvente es el acceso a semilla e insumos agrícolas representado por un 53 %, siendo esto un indicador de que el acceso a semillas e insumos agrícolas es de vital importancia para activar la economía de las comunidades, mas sin embargo es importante mencionar también que estos insumos son utilizados para el control de plagas, enfermedades y fertilización de los cultivos. El segundo problema en importancia que ha podido solucionar el uso del fondo revolvente es el control de plagas durante el desarrollo fenológico de los cultivos representado con un 17 %, otro problema que ha sido solucionado es el acceso a materiales y herramientas para la producción agrícola representado con un 13 %, por último el uso del fondo revolvente ha permitido tener un mejor control de las enfermedades en los cultivos y facilitar el acceso a tierras en 7 %.

¿Cómo califica usted el funcionamiento del fondo revolvente del proyecto “Nutriendo el Futuro” en Guatemala, impulsado por la alianza CARE-CARGILL?

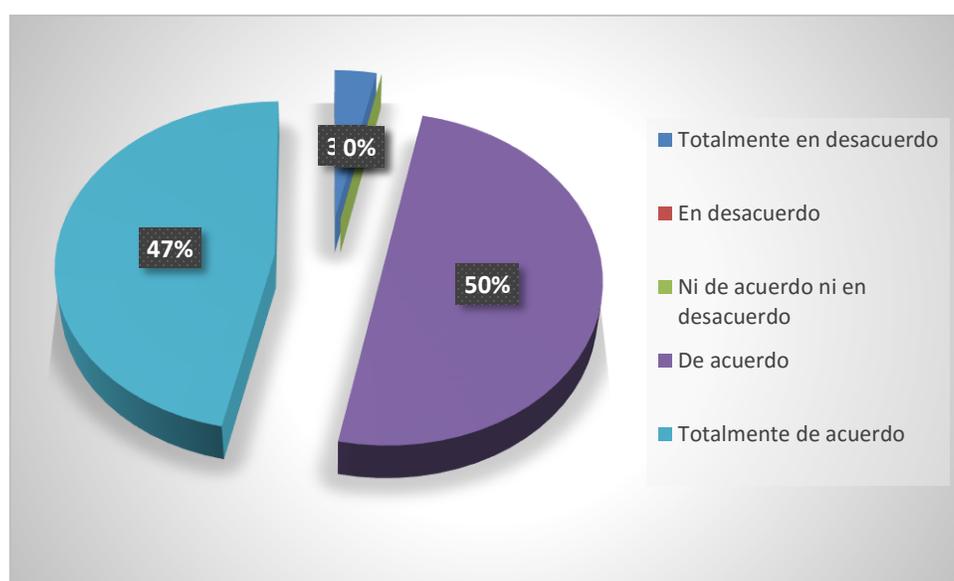


Fuente: Elaboración propia, año 2,017.

Figura 4. Gráfica de calificación que le dan los productores al funcionamiento del fondo revolvente.

Con respecto a la figura 4, la gráfica muestra que el 70 % de los productores evaluados indicaron estar satisfechos con el buen funcionamiento del fondo revolvente en sus comunidades, en esta situación sería bueno poder investigar porque solo el 30 % de productores lo consideran excelente y si para tener un 100 % satisfacción es necesario hacer un cambio en el funcionamiento del fondo revolvente y conocer las causas de su descontento y que podría servir como retroalimentación para mejorar el mismo.

¿Está de acuerdo en la manera en que funciona el fondo revolvente de proyecto “Nutriendo el Futuro” en Guatemala, impulsado por la alianza CARE-CARGILL?



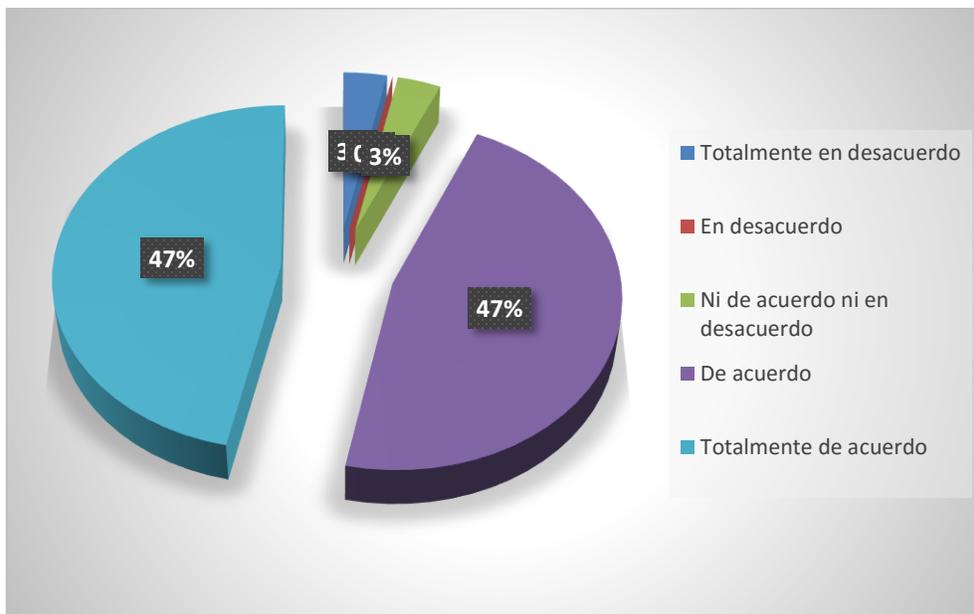
Fuente: Elaboración propia, año 2,017.

Figura 5. Gráfica del grado de satisfacción de la manera en que funciona el fondo revolvente.

En relación a la figura 5, la gráfica indica que el 50 % de los productores evaluados están de acuerdo en la manera en que funciona el fondo revolvente, un 47 % de productores están totalmente de acuerdo en la manera de su funcionamiento, esto aporta cierta

confianza ya que los productores son quienes reciben este beneficio y son quienes ven desde su perspectiva el buen funcionamiento que se le da.

¿Considera que el fondo revolvente tiene impactos positivos o beneficios en la comunidad en donde se encuentra?



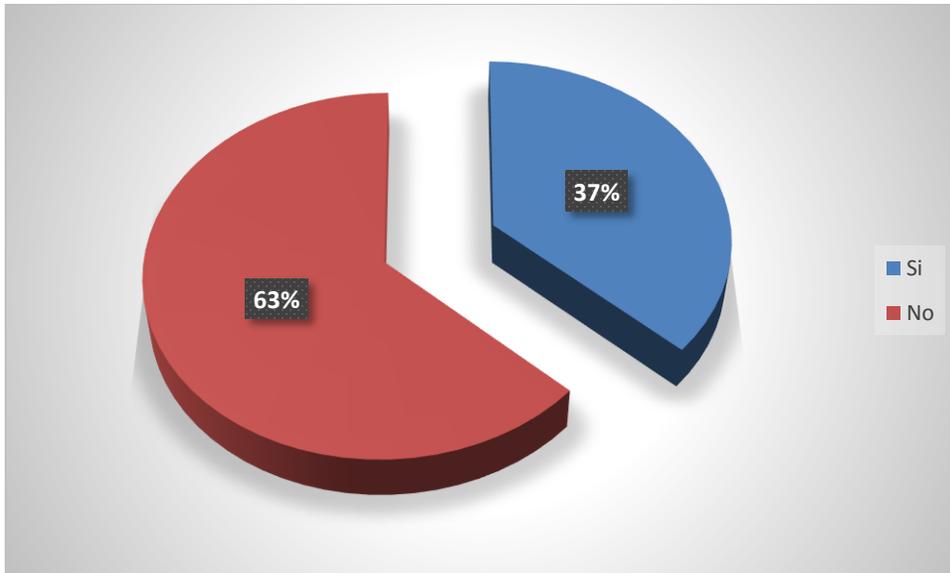
Fuente: Elaboración propia, año 2,017.

Figura 6. Gráfica de percepción de los impactos positivos que ha causado el fondo revolvente en las comunidades.

Acerca de la figura 6, se puede comentar después de observar la gráfica que un 47 % de los productores evaluados están totalmente de acuerdo en considerar que el fondo revolvente tiene impactos positivos en las comunidades y el otro 47 % de los productores están de acuerdo en que si se tienen beneficios en las comunidades, lo más importante a comentar acá es el poder investigar en qué tipo de beneficios se ha invertido los ingresos

económicos que se han generado a través de la producción agrícola y si en la realidad ha servido para mejorar la seguridad alimentaria y disminuir la pobreza en la región.

¿Existe alguna exigencia que el fondo revolvente no cubre para usted como productor y sus actividades agrícolas?

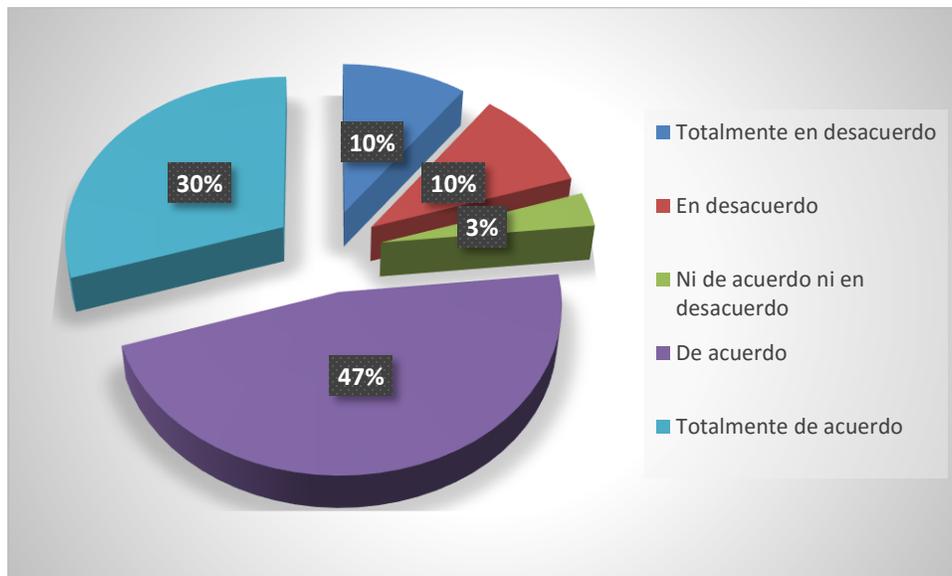


Fuente: Elaboración propia, año 2,017.

Figura 7. Gráfica de exigencias no cubiertas por el fondo revolvente, según el criterio de los productores.

En cuanto a la figura 7, la gráfica nos muestra que un 63 % de los productores evaluados dicen estar satisfechos con las exigencias que el fondo revolvente resuelve para ellos y sus actividades, con respecto al restante 37 % de productores comentaron que si existen algunas exigencias que a su parecer el fondo revolvente no cubre, esto también genera algunas interrogantes que se tendrían que investigar para definir que otras acciones o beneficios podrían ser alternativa para cubrir algunas necesidades de los productores y sus familias.

¿Cree usted que el fondo revolvente podría usarse en algún otro proyecto que no sea el de producción agrícola?

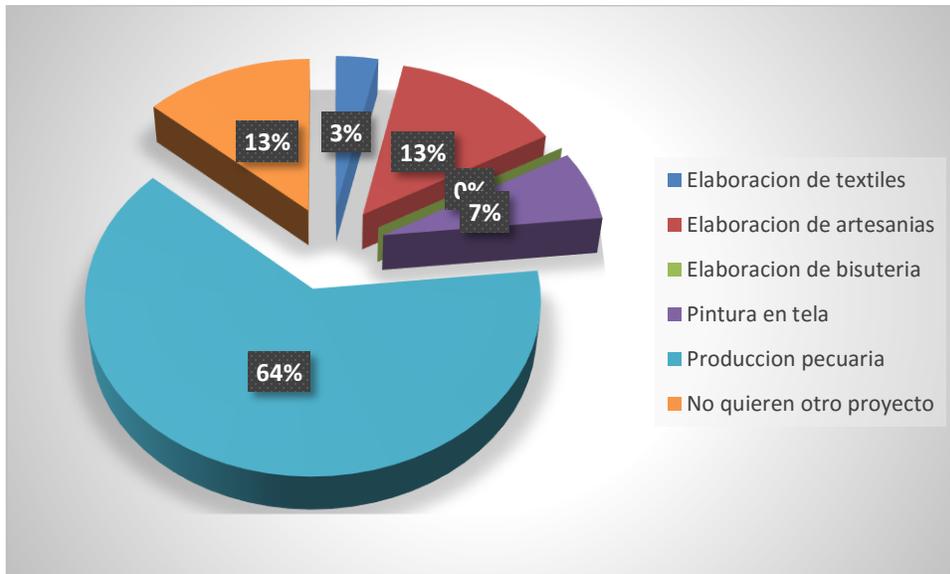


Fuente: Elaboración propia, año 2,017.

Figura 8. Gráfica de aceptación del uso del fondo revolvente en algún proyecto diferente al de características agrícolas.

Con relación a la figura 8, la gráfica anterior demuestra datos muy interesantes en cuanto a la percepción de los productores de poder cambiar los proyectos agrícolas por proyectos nuevos que también pueden mejorar sus condiciones de vida, esto según conocimientos que se tengan en otras áreas de trabajo y que se puedan aprovechar, el 47 % de los productores está de acuerdo en que si se puede destinar para otro uso el fondo revolvente, un 30 % está totalmente de acuerdo con que si se pueden realizarse otros proyectos con características distintas al de producción agrícola en la región, mas sin embargo existe un 20 % de productores que opinaron no estar de acuerdo con el cambio del uso que se le da al fondo revolvente, no interesándoles otra área de trabajo que no sea el de la agricultura.

¿Le gustaría a usted como productor que el fondo revolvente se use para otros proyectos cómo?

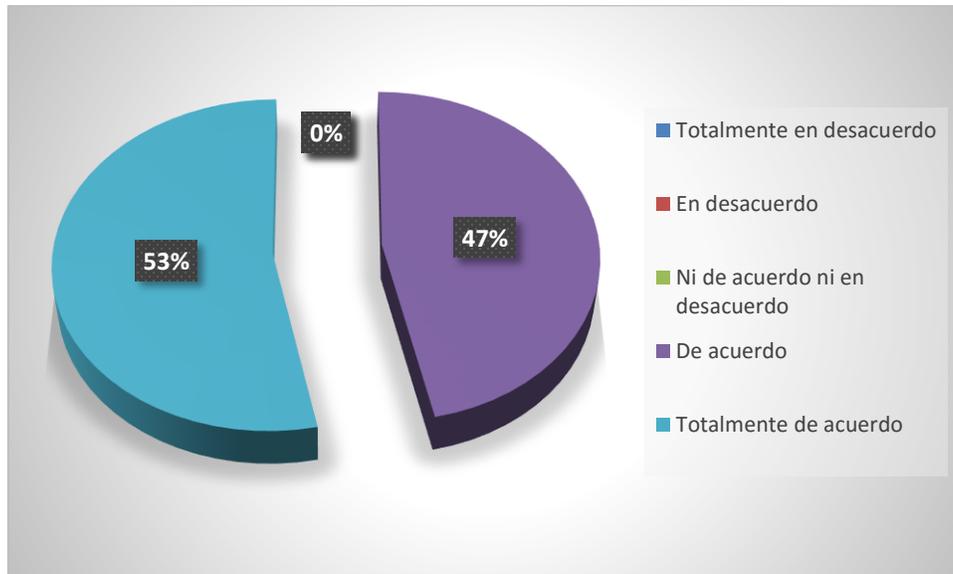


Fuente: Elaboración propia, año 2,017.

Figura 9. Gráfica de alternativas de uso del fondo revolvente según la preferencia de los productores.

Con respecto a la figura 9, En la gráfica demuestra que una de las actividades con gran potencial a desarrollar en el área son los proyectos de producción pecuaria con una preferencia del 64 %, estos productores evaluados presentan gran interés en desarrollar proyectos de esta índole lo cual genera otra alternativa para desarrollar proyectos nuevos con los productores y sus familias, al mismo tiempo 13 % de productores evaluados indican tener interés en poder desarrollar proyectos de artesanías y pinturas en telas, esta información es muy importante ya que si por alguna razón no es posible continuar con proyectos de agricultura hay otras alternativas para generar ingresos económicos en las familias.

¿Considera usted que el fondo revolvente puede mejorar las condiciones de la comunidad y sus actividades agrícolas?



Fuente: Elaboración propia, año 2,017.

Figura 10. Gráfica de percepción de las mejoras que podría seguir teniendo en las comunidades el uso del fondo revolvente.

En relación a la figura 10, al observar la gráfica esta define que un 53 % de los productores evaluados consideran están totalmente de acuerdo en que la continuidad del uso del fondo revolvente ya que este genera mejores condiciones para la comunidad y las actividades agrícolas que allí se desarrollan, el restante 47 % de los productores evaluados indican estar de acuerdo en la continuidad de la estrategia del fondo revolvente, definitivamente el proyecto genera mejores condiciones de vida para la población y su agricultura.

1.5.4 Identificación del problema.

Después de analizar la información generada por el diagnóstico y los principales hallazgos de la información de fuente primaria y secundaria se tiene como consecuencia las siguientes problemáticas:

- A. Cultivos de exportación con rendimientos por debajo de medias nacionales de producción.
- B. Disminución de caudales de agua por efectos del cambio climático.
- C. Alta incidencia en plagas y enfermedades en los cultivos.
- D. Falta de asistencia técnica para un manejo integrado de plagas y enfermedades.
- E. Baja calidad de productos de exportación, generando mayor porcentaje de rechazo, esto ligado a daños por plagas, enfermedades y manejo agrícola en campo.
- F. Alta dependencia por parte del agricultor a ingreso generado por uno o dos cultivos de exportación.
- G. Alta fluctuación de precios de insumos agrícolas, según oferta-demanda.
- H. Saturación de mercados para hortalizas en época de alta producción.
- I. Desconocimiento de alternativas diferentes para producción de hortalizas.
- J. Falta de investigación agrícola, para mejorar procesos de producción en la región.
- K. Inexistencia de programas de desarrollo enfocados en temas pecuarios, artesanales y de formación técnico-práctico.

1.5.5 Priorización de problemas.

El equipo técnico agrícola de CARE Guatemala, por medio de un análisis y discusión de las diferentes problemáticas encontradas en las comunidades, define dar prioridad para resolver algunos problemas en campo a través de las siguientes acciones:

- ✓ Capacitar a los agricultores de las asociaciones ASODERE, APROMAC, ADIPP, ASPROPA y comité El Horizonte, todos beneficiarios del proyecto “Nutriendo el futuro”, con la finalidad de reforzar sus conocimientos y capacidades en el tema de buenas prácticas agrícolas y buenas prácticas de manufactura en las cadenas de valor agrícola de ejote francés, arveja china y mora.

- ✓ Implementación de una campaña de manejo integrado de plagas y colocación de trampas para la disminución de poblaciones de insectos en parcelas agrícolas de los cultivos de ejote francés, arveja china y mora.
- ✓ Realizar investigación agrícola en el tema de nutrición vegetal, para ayudar a mejorar los rendimientos por unidad de área en la región.
- ✓ Establecer centros experimentales agrícolas, para impulsar la producción de 10 hortalizas como alternativas de generación de ingresos y consumo local.

1.6 CONCLUSIONES

1. Los usos principales que tiene el fondo revolvente por parte de los productores son:
1) compra de insumos agrícolas los cuales se ven representados comúnmente por fertilizantes, fungicidas e insecticidas. 2) compra de semillas mejoradas. 3) compra de materiales y equipo para la producción agrícola siendo ejemplo de estos: equipo de protección y calibración de plaguicidas agrícolas, nylon para trampas de insectos, cajas plásticas de recolección, bombas de mochila, molch, equipo de riego etc.
2. El uso del fondo revolvente para los productores ha permitido solucionar los siguientes problemas: 1) acceso a semillas mejoradas y nutrición adecuada de los cultivos a través de fertilizantes de buena calidad. 2) control de plagas y enfermedades durante el desarrollo fenológico de los cultivos por medio de insumos como insecticidas y fungicidas. 3) facilitar el acceso a materiales y equipo para la producción agrícola.
3. Se determinó que un 37 % de los productores identifican que si existen algunas exigencias que el fondo revolvente no cubre como alternativa de beneficio para ellos, algunas de estas exigencias comentadas por ellos mismos en la evaluación hace referencia a poder hacer uso del fondo revolvente en proyectos de desarrollo en el tema de producción pecuaria, elaboración de artesanías, pintura en tela, elaboración de textiles, entre otros.

1.7 RECOMENDACIONES

- A. Realizar ciclos de capacitación a los productores de las cadenas de valor de ejote francés, arveja china y mora para fortalecer sus conocimientos en diferentes áreas relacionadas al manejo agrícola de los cultivos.
- B. Realizar una campaña de manejo integrado de plagas teórico y práctico como medida de control en poblaciones de insectos presentes en sus parcelas productivas, con la finalidad de mejorar la calidad de su producción para la exportación.
- C. Impulsar en las comunidades centros experimentales agrícolas, para eliminar la alta dependencia económica que se tiene de producir únicamente uno o dos cultivos de exportación.
- D. Generar investigación agrícola, que ayude al cumplimiento de los componentes 1 y 2 que plantea la estrategia internacional del proyecto “Nutriendo el Futuro” en Guatemala, basados en alcanzar una producción de calidad y cantidad.
- E. Definir que otras acciones o proyectos de desarrollo podrían ser alternativa para cubrir algunas necesidades de los productores y sus familias, con la estrategia del fondo revolvente.

1.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Berducido Catalán, SA. 2005. Técnicas grupales de enseñanza y aprendizaje; documento educativo inducción del profesor universitario. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Médicas. 31 p.
2. CARE, Guatemala / CARGILL, Guatemala. 2014. Estudio de línea base del proyecto Nutriendo el Futuro en Guatemala. Guatemala. 94 p.
3. SEGEPLAN (Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala). 2010. Plan de desarrollo departamental de Chimaltenango 2011-2025. Guatemala. 104 p.

The seal of the Universidad de San Carlos de Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a knight on a white horse, holding a lance and a shield, set against a landscape with green hills and a blue sky. Above the knight is a golden dome with a cross. The seal is surrounded by a grey border containing the Latin motto "CETERA SIBI CONSPICUA CAROLINA ACIENTIA COACTEMALENSIS INTER".

CAPÍTULO II

INVESTIGACIÓN

2 EVALUACIÓN DE SEIS PROGRAMAS DE FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE EJOTE FRANCÉS (*Phaseolus vulgaris*) Var. Serengeti, EN LA COMUNIDAD ESTANCIA DE LA VIRGEN, SAN MARTÍN JILOTEPEQUE, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.

2.1 INTRODUCCIÓN

De acuerdo al Banco de Guatemala, el sector agrícola ha mantenido un crecimiento sostenido de sus exportaciones, lo cual ha generado un importante ingreso de divisas al país. Para el año 2015 el cultivo de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L) tuvo un volumen de exportación de 26, 680,979 kilogramos, generando un ingreso de divisas con valor de US 47, 830,853 dólares esto según (BANGUAT (Banco de Guatemala). 2015).

Según la Cámara del Agro de Guatemala los rendimientos de las principales hortalizas de exportación, han experimentado considerables reducciones a pesar de irse incrementando las áreas de producción, esto como consecuencia del poco manejo tecnológico de los cultivos y la falta de investigación e innovación en la agricultura (Cámara del Agro, Guatemala, / AGREQUIMA, Guatemala. 2015).

En el municipio a San Martín Jilotepeque, departamento de Chimaltenango, se localiza la comunidad Estancia de la Virgen, donde actualmente se encuentran 288 productores de ejote francés, quienes se han dedicado por más de 10 años a generar sus ingresos económicos para sus familias a través de la producción y comercialización de este cultivo.

A través, de un diagnóstico realizado a los productores de esta región se logró determinar que dentro de las prácticas de manejo agrícola del cultivo, la fertilización está basada en experiencias de años anteriores e injerencia de las casas productoras, obteniéndose rendimientos dentro de un rango de 3,260 kg - 6,114 kg de ejote francés por ha, considerado como bajo en comparación con la media nacional de producción correspondiente a 12,200 kg/ha según (Cámara del Agro, Guatemala, / AGREQUIMA, Guatemala. 2015).

Los niveles de fertilizante aplicado por los productores oscilan entre 61 kg - 156 kg de N por ha, 61 kg - 154 kg de P₂O₅ por ha y 29 kg - 61 kg de K₂O por ha, el rango inferior de aplicación de fertilizante se obtiene del uso de 404 kg/ha de triple 15, en cuanto al rango superior de aplicación de fertilizante se obtiene del uso de 609 kg/ha de triple 15 + 1,222 kg/ha de abono orgánico (gallinaza).

Esto motivó a realizar la investigación que tuvo como objetivo evaluar diferentes programas de fertilización y así determinar el mejor programa que incida sobre los mayores rendimientos en el cultivo de ejote francés.

Se evaluaron seis programas de fertilización en el cultivo de ejote francés Var. Serengeti, identificados de la siguiente forma: T1 programa testigo absoluto (sin fertilización), T2 programa casa comercial TECSA, T3 programa del agricultor, T4 programa recomendación ICTA-MAGA, T5 programa basado en el análisis de suelos, T6 programa con abono orgánico. La investigación fue implementada en campo con el diseño estadístico de Bloques al Azar, conteniendo 6 tratamientos y tres repeticiones, teniendo como variable de respuesta la producción de vaina de ejote francés fresco con calidad de exportación de cada tratamiento. Al mismo tiempo se midieron variables de respuesta adicionales como: concentración de elementos en la planta al momento de la floración y extracción de elementos al momento de la producción de vainas, así también, se realizó el análisis económico de experimentos agrícolas con Presupuestos Parciales para los diferentes programas de fertilización.

En conclusión los tratamientos identificados como: T4, T3 y T6 fueron los que produjeron los mayores rendimientos, siendo estos clasificados estadísticamente como iguales según el análisis post-andeva, estos obtuvieron un promedio de producción de 8,875 kg/ha de vainas de ejote francés.

Los programas de fertilización que extrajeron la mayor cantidad de nutrientes del suelo, son los identificados como T4, T3, y T6, la media de extracción de los nutrientes para estos tres programas de fertilización fueron de: 417 kg de N/ha, 33 kg de P/ha, 213 kg de K/ha, 276 kg de Ca/ha, 92 kg de Mg/ha.

Al realizar el análisis económico con presupuestos parciales se define que el tratamiento T6 es el más rentable y recomendable para el agricultor, ya que cumple con el criterio de tener una Tasa Marginal de Retorno \geq a la Tasa Mínima de Retorno ($321.15 \% \geq 100 \%$) y del cual se puede obtener una Relación B/C de Q. 13.00.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1.1 Fertilización.

2.2.1.2 Importancia del análisis de suelo.

El conocimiento de la disponibilidad de nutrimentos en los suelos, se obtiene a través de su análisis químico y proporciona información muy valiosa que permite seleccionar las fórmulas comerciales de fertilizantes que más se adapten a esas condiciones edáficas. Al correlacionar estos valores analíticos con los requerimientos nutricionales de los cultivos, es posible elaborar recomendaciones técnicas de fertilizantes, al sugerirse la aplicación de dosis de fórmulas que satisfagan esa demanda nutrimental según (ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Guatemala). 2011).

El proceso del análisis químico de suelos involucra: muestreo con fines de evaluación de su fertilidad natural, análisis de la muestra con las determinaciones mínimas del pH, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn y Zn, en términos de disponibilidad para la planta, % de materia orgánica y clase textural, interpretación de los datos, en función de los niveles de suficiencia o insuficiencia de un nutrimento, determinación mediante una solución extractora calibrada de acuerdo a las condiciones edáficas y climáticas del país o de un lugar específico según (ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Guatemala). 2011).

2.2.1.3 Principios de fertilización mineral.

Según (Rodríguez, F. 1982) indica que: en la producción agrícola intervienen distintos factores que actúan entre sí de acuerdo a la llamada “Ley del Mínimo” o de los “Factores Limitantes”. Esta establece lo siguiente: cuando la producción está condicionada por diversos factores, la misma está determinada por el factor limitante.

Los fertilizantes son los elementos nutritivos que se suministran y complementan a las plantas las necesidades nutricionales de su crecimiento y desarrollo. La práctica de fertilización solo es uno de los factores que contribuye al aumento de la producción, pero está íntimamente ligada a los demás según (Rodríguez, F. 1982).

Según (Rodríguez, F. 1982) propone que: respecto al cultivo, las variedades tienen distintos comportamientos productivos según las dosis de fertilizantes empleadas. Las respuestas del cultivo a la fertilización dependen del estado o nivel de fertilidad del suelo (estado físico - químico) que se conoce a partir de los distintos análisis. Tomando como base su crecimiento y su desarrollo normal, la fertilización respecto al cultivo tiende a aumentar la producción general, la calidad del producto y la precocidad del cultivo. Estos efectos están relacionados entre sí y además vinculados al aspecto económico.

Desde el punto de vista del cultivo el objetivo de la fertilización es aplicar los fertilizantes en el momento oportuno y en el lugar adecuado, para que sean aprovechados por la planta de una mejor manera. Los fertilizantes deben ser aplicados al momento de la siembra o a los ocho días después de la misma, teniendo el cuidado que el fertilizante no entre en contacto con las semillas, contribuyendo a que las raíces lo absorban oportunamente. Desde una perspectiva económica los objetivos se pueden sintetizar en: reducción de costos, aumento del beneficio por unidad de superficie y por unidad de fertilizante aplicado según (Rodríguez, F. 1982).

2.2.1.4 Macro elementos esenciales para las plantas.

Según (Azcón Bieto, J; Talón, M. 2003) indica que: dentro de los macro elementos esenciales para el desarrollo vegetal se encuentran el C, H, O, N, P, K, Ca, Mg y S. Los tres primeros son tomados por las plantas de la atmósfera y del agua que absorben del suelo; de los restantes, se requiere en mayores cantidades N, P y K.

2.2.1.4.1 Nitrógeno (N).

Después del agua, el nitrógeno es el nutriente más importante en el desarrollo de la planta, dado a su abundancia en las principales biomoléculas de la materia viva; si a esto añadimos que los suelos suelen ser más deficientes en nitrógeno que en cualquier otro elemento, no resulta extraño que sea, junto con el P y el K, el elemento clave en la nutrición mineral. Las formas iónicas preferentes de absorción de nitrógeno por la raíz son el nitrato (NO_3^-) y el amonio (NH_4^+) según (Azcón Bieto, J; Talón, M. 2003).

Según (Bertsch, F. 1995) entre los efectos que causa el nitrógeno en las plantas están: proporcionar el color verde del follaje, confiere succulencia a los tejidos, favorece el desarrollo exuberante del follaje, aumenta el nivel de proteínas, alarga el ciclo vegetativo de los cultivos, retrasa la maduración de frutos.

2.2.1.4.2 Fósforo (P).

Según (Azcón Bieto, J; Talón, M. 2003) el fósforo desempeña un papel clave en la fotosíntesis, la respiración y en todo el metabolismo energético. Asimismo, el fósforo tiene un papel estructural importante en muchas moléculas y estructuras celulares, como en el caso de enlaces diéster presentes en los ácidos nucleicos y en los fosfolípidos, los cuales son fundamentales en las estructuras membranosas.

El fósforo es disponible para la planta como ion fosfato y se absorbe preferentemente como H_2PO_4^- en suelos con un pH inferior a 7 y como anión divalente HPO_4^{2-} en suelos básicos con pH superior a 7. Permanece como fosfato, ya sea en forma libre o como un compuesto orgánico o formando enlaces anhídridos ricos en energía, como es el caso del ATP y del ADP según (Azcón Bieto, J; Talón, M. 2003).

Entre los efectos que causa el fósforo en las plantas están: fomenta y acelera el desarrollo de raíces, aumenta el número de renuevos, apresura la maduración de frutos, participa en la formación de semillas, evita el acame, aumenta el nivel de carbohidratos, aceites,

grasas y proteínas, aumenta la resistencia a enfermedades, participa en la fijación simbiótica del nitrógeno según (Bertsch, F. 1995).

2.2.1.4.3 Potasio (K).

Según (Salisbury, F; Ross, C. 2000) indica que: el potasio es un activador de muchas enzimas esenciales para la fotosíntesis y la respiración. También, activa enzimas que son necesarias para formar almidón y proteínas. Este elemento también es tan abundante que es uno de los contribuyentes más importantes al potencial osmótico de las células y por consiguiente a su presión de turgencia.

Según (Azcón Bieto, J; Talón, M. 2003) este elemento presenta una movilidad alta dentro de la planta, redistribuyéndose con suma facilidad de los órganos maduros a los juveniles, dada su solubilidad y baja afinidad por los ligandos orgánicos, de los que fácilmente se intercambia. Es el catión más abundante en la vacuola y el citoplasma.

Entre los efectos que causa el potasio en las plantas están: incrementa la eficacia en la elaboración y movilización de azúcares y almidones, estimula el llenado de granos, mantiene la turgencia de la planta, evita los efectos severos de la sequía y de las heladas, aumenta la resistencia a enfermedades y plagas, ayuda en la fijación simbiótica del nitrógeno según (Bertsch, F. 1995).

2.2.1.4.4 Calcio (Ca).

Según (PPI (Potash & Phosphate Institute, US); FAR (Foundation for Agronomic Research, US). 1988) el calcio estimula el desarrollo de las raíces y hojas, forma compuestos que son parte de las paredes celulares. Esto fortalece la estructura de la planta, el Ca ayuda a reducir los nitratos en los tejidos de las plantas, activa numerosos sistemas enzimáticos. Este elemento influye en los rendimientos en forma indirecta al reducir la acidez de los suelos. Esto reduce la solubilidad y toxicidad del Mn, Cu y Al. El

Ca ayuda a los rendimientos en forma indirecta mejorando las condiciones de crecimiento de las raíces y estimulando la actividad microbiana, la disponibilidad de molibdeno y la absorción de otros nutrientes.

2.2.1.4.5 Magnesio (Mg).

El Mg es un mineral constituyente de la clorofila de las plantas, de modo que está involucrado activamente en la fotosíntesis. La mayor parte del Mg de las plantas se encuentra en la clorofila. Las semillas también tienen niveles relativamente altos de Mg. El Mg ayuda en el metabolismo de los fosfatos, la respiración de la planta y la activación de numerosos sistemas enzimáticos según (PPI (Potash & Phosphate Institute, US); FAR (Foundation for Agronomic Research, US). 1988).

2.2.1.4.6 Azufre (S).

Según (PPI (Potash & Phosphate Institute, US); FAR (Foundation for Agronomic Research, US). 1988) el azufre es esencial en la formación de proteínas ya que forma parte de algunos aminoácidos. Los aminoácidos son los bloques de construcción de las proteínas. El azufre desarrolla enzimas y vitaminas. El S promueve la formación de nódulos (para la fijación del nitrógeno) en las leguminosas y ayuda en la producción de semillas.

2.2.1.4.7 Programa de fertilización.

Según (ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Guatemala). 2011) indica que: un programa de fertilización es la estructuración en tiempo y espacio definido de un esquema de aplicación de fertilizantes a un cultivo determinado, agregándose únicamente las cantidades y elementos requeridos por la planta según su ciclo fenológico, tomando en cuenta siempre el contenido de nutrientes presentes en el suelo.

El programa de fertilización con lleva la aplicación de los fertilizantes y sus elementos esenciales de forma adecuada en cantidad y calidad, sin embargo para conocer si la planta los necesita o los absorbe es necesario determinar la extracción de nutrientes que realizan las plantas en las diferentes etapas de desarrollo fenológico de un cultivo según (ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Guatemala). 2011).

2.2.1.5 Formas de aplicación de fertilizantes.

2.2.1.6 Fertilización en bandas o hileras.

Consiste cuando la aplicación del fertilizante es localizada, es decir poniendo fertilizante solo en lugares seleccionados en el campo ya sea en bandas o en una franja debajo de la superficie del suelo, al lado de la semilla o debajo de la semilla, este proceso puede ser realizado a mano o por medio de equipos para la aplicación del fertilizante según (FAO (Organización de las naciones unidas para la Agricultura y Alimentación). 2002).

2.2.1.7 Fertilización foliar.

Según (Rivera, J. 2012) propone que: la fertilización foliares un método por el cual se le aportan nutrientes a las plantas a través de las hojas, básicamente en disoluciones acuosas, con el fin de complementar la fertilización realizada en el suelo o bien, para corregir deficiencias específicas en el mismo período de desarrollo del cultivo. Fisiológicamente todos los nutrientes pueden ser absorbidos vía foliar con mayor o menor velocidad, en diferentes oportunidades. Esto es de tal modo así, que teóricamente la nutrición completa de la planta podría ser satisfecha vía foliar.

2.2.1.8 Uso de fertilizantes químicos en la producción agrícola.

2.2.1.9 Fertilizantes químicos.

Son compuestos químicos de minerales industrializados, que contienen al menos cinco por ciento de uno o más de los tres nutrientes primarios (N, P_2O_5 , K_2O). Estos también son llamados fertilizantes minerales, poseen diferentes tamaños y formas: gránulos, píldoras, (perlado), cristales, polvo de grano grueso / compactado o fino. La mayoría de los fertilizantes es provista en forma sólida según (FAO (Organización de las naciones unidas para la Agricultura y Alimentación). 2002).

2.2.1.10 Fertilizante químico hidrosoluble.

Según (Bacaro Pedroza, MA. 2009) indica que: este tipo de fertilizantes son conocidos en el comercio como fertilizantes líquidos o fertilizantes foliares, teniendo como propiedad específica la capacidad de disolución en agua, aplicándose por aspersion a las hojas de las plantas, con lo cual se busca suministrar nutrientes complementarios. Otras bondades que poseen este tipo de fertilizantes es que pueden ser absorbidos en una elevada proporción, no inferior al 90 %, se pueden realizar mezclas con otros productos como fungicidas e insecticidas.

2.2.1.11 Materiales orgánicos utilizados en la agricultura.

Según (ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Guatemala). 2012) indica que: en el uso de los abonos orgánicos se puede emplear cualquier materia orgánica, con la condición de que no se encuentre contaminada. Los materiales orgánicos proceden de: restos de cosechas, ramas de poda de frutales, residuos de alimentos urbanos, estiércol animal como por ejemplo: el estiércol de vaca, la gallinaza, estiércol de conejo, estiércol de caballo, de oveja, purines, lombricompost entre otros.

2.2.1.12 Materia orgánica.

2.2.1.12. 1 Concepto de materia orgánica.

Según (Fassbender, H. W., & Bornemisza, E. 1987) define la materia orgánica como: “la fracción orgánica del suelo que incluye residuos vegetales y animales en diferentes estados de descomposición, tejidos y células de organismos que viven en el suelo y sustancias producidas por los habitantes del suelo. La materia orgánica está constituida por los compuestos de origen biológico que se encuentran en el suelo”.

2.2.1.13 Composición de la materia orgánica.

La fuente originaria de la materia orgánica y del humus está formada por los residuos animales (estiércol) y especialmente vegetales que cubren el suelo (tallos, hojas, flores y frutos) los que al depositarse en la superficie del suelo constituyen la hojarasca o mantillo; cada uno de estos componentes tiene una composición química (minerales) específica según (Fassbender, H. W., & Bornemisza, E. 1987).

Según (Fassbender, H. W., & Bornemisza, E. 1987) propone que: dentro de los componentes orgánicos de los restos animales y vegetales se pueden diferenciar los grupos de: carbohidratos, proteínas, poli péptidos y ácidos nucleicos, grasas, ceras y resinas, ligninas y otros compuestos. Los carbohidratos constituyen los tejidos de sostén y conducción de las plantas, las proteínas, polipéptidos y ácidos nucleicos son constituidos sobre la base de aminoácidos y oligopéptidos derivados. Los aminoácidos más frecuentes son la lisina, la alanina y la glicocola.

Grasas, ceras y resinas. Las grasas neutras se derivan de la glicerina esterificada con ácidos grasos acumuladas especialmente en las semillas; las ceras son esteres de ácidos grasos y alcoholes que forman la cutícula del tallo, las hojas y los frutos y cumplen funciones de protección. Las ligninas las son polímeros derivados del fenilpropano sustituido. Otros compuestos que se pueden encontrar en los tejidos vegetales hay una

multitud de otros componentes bioquímicos importantes como ácidos orgánicos, pigmentos, alcaloides, hormonas externas, antibióticos y quelatos según (Fassbender, H. W., & Bornemisza, E. 1987).

2.2.1.14 Elementos minerales presentes en la materia orgánica.

Según (Fassbender, H. W., & Bornemisza, E. 1987) indica que: su composición química es muy heterogénea, pues la cantidad de compuestos químicos que se presenta es infinita. Los restos vegetales y animales son polímeros de compuestos orgánicos que durante el proceso de su transformación son, primeramente degradados y des polimerizados hasta sus constituyentes básicos; como en este proceso se produce la formación de componentes inorgánicos entre los cuales están los elementos minerales Nitrógeno, Fosforo, Azufre, Potasio, Calcio, Magnesio entre otros.

2.2.1.15 Ácidos húmicos presentes en la materia orgánica.

Se clasifican tomando como base su solubilidad en diferentes solventes; así aparecen tres grupos: ácidos fúlvicos, ácidos húmicos, ácidos huminas. Los ácidos fúlvicos representan la fracción de humus, extraíble por álcalis, generalmente son compuestos fenólicos de pequeño peso molecular. Los ácidos húmicos se extraen con soda, generalmente son polímeros de alto grado que se presentan entrelazados formando coloides esferoidales, su carácter ácido o sea su capacidad de intercambio catiónico se basa principalmente en la presencia de radicales COOH y OH según (Fassbender, H. W., & Bornemisza, E. 1987).

2.2.1.16 Influencia de la materia orgánica sobre las propiedades químicas.

Según (Fassbender, H. W., & Bornemisza, E. 1987) las influencias son: el suministro de elementos nutritivos por la mineralización, liberación de Nitrógeno, Fosforo, Azufre y micronutrientes disponibles para las plantas, regularización los niveles de disponibilidad de nutrimentos principales y de elementos menores mediante la formación de sustancias orgánicas que constituyen compuestos solubles. La volatilización del Azufre y del Nitrógeno de los suelos, sobre todo los procedentes de la misma materia orgánica que se descompone fácilmente.

2.2.1.17 Influencia de la materia orgánica sobre las propiedades físicas.

Según (Fassbender, H. W., & Bornemisza, E. 1987) las influencias son: mejorar el drenaje y la estructura del suelo, intensifica la aeración en los suelos, influye en el color del suelo el cual afecta el balance térmico ya que favorece o dificulta la absorción de energía solar, mejora la infiltración del agua en el suelo, reduce la pérdida del agua por evaporación, fomenta su calentamiento y por ende promueve una mejor germinación y aprovechamiento más fácil del agua, facilita el crecimiento y funcionamiento más eficaz de las raíces para aprovechar el agua (Fassbender, H. W., & Bornemisza, E. 1987).

2.2.1.18 Influencia de la materia orgánica sobre las propiedades biológicas

Según (Fassbender, H. W., & Bornemisza, E. 1987) las influencias son: es el centro de todas las actividades biológicas de la microflora y fauna del suelo, fomenta el crecimiento de la microflora y fauna del suelo, fuente de nutrimentos para organismos superiores e inferiores, fuente energética de organismos tanto superiores como inferiores gracias al compuesto de carbono, intervención en los procesos de formación de los suelos, participación en procesos pedogenéticos por propiedades de peptización, coagulación y formación de quelatos.

2.2.1.19 Dinámica de la materia orgánica en el suelo.

El establecimiento y desarrollo de la materia orgánica en un área determinada depende de los factores ambientales y edafológicos (suelo, clima, organismos, relieve y tiempo. Después de su formación y al llegar a un estado equilibrio con los factores ambientales, la vegetación suministra residuos vegetales (hojas, ramas, flores, frutos, raíces y tallos) que al descomponerse son incorporados al material mineral del suelo según (Fassbender, H. W., & Bornemisza, E. 1987).

2.2.1.20 Descripción de la planta de ejote francés.

Según (Agrosemillas, GT. 2008) indica que: “es una planta anual, de tallo herbáceo y hojas compuestas de tres folíolos; sus flores están reunidas en racimos, de color blanco, la planta es de tipo arbustivo y alcanza una altura de 50 cm - 60 cm, su reproducción es por semillas”.

2.2.1.21 Requerimientos nutricionales del ejote francés.

Según (Agrosemillas, GT. 2008) indica que: “para obtener el máximo rendimiento del cultivo se debe tratar de proveer los elementos necesarios de acuerdo a los requerimientos del cultivo, principalmente los elementos mayores nitrógeno, fósforo y potasio”.

En el cuadro 4 se observan requerimientos nutricionales del ejote francés en kg/ ha, producción obtenida y fuentes bibliográficas.

Cuadro 4. Requerimientos nutricionales y producción obtenida del cultivo de ejote francés.

Requerimiento nutricional kg/ ha			Producción obtenida kg/ ha	Fuente bibliográfica.
N= 120	P ₂ O ₅ = 90	K ₂ O= 60	7,792	Alvarado González, F. 2014
N= 100	P ₂ O ₅ = 41	K ₂ O= 91	11,500	Sánchez López, A. 2014
N= 95	P ₂ O ₅ = 63	K ₂ O= 108	-----	Schaart López, GA. 2012
N= 135	P ₂ O ₅ = 35	Ca= 196	6,000	Alvarado Mérida, HY. 2003

Fuente: elaboración propia, año 2017.

En el cuadro 4 se observa que el requerimiento nutricional para el cultivo de ejote francés de los elementos nitrógeno, fósforo y potasio presentan rangos de 95 kg - 120 kg de N/ha, 41 kg - 90 kg de P₂O₅/ha y 91 kg de K₂O/ha, esto para poder alcanzar producciones en un rango de 7,792 kg - 11,500 kg por ha de ejote francés.

2.2.1.22 Variedad.

Serengeti: este presenta características de ser un ejote de color verde, es una planta de hábito vertical, las vainas se puede mencionar que son: vainas largas de una longitud de 13.97 cm, rectas y suaves, el tamaño de tamiz aproximado es de 3, ideal para empaque en bandejas ya que se puede observar en las vainas un color verde oscuro uniforme y brillante, esta planta puede alcanzar la madurez a los 55 días después de la siembra según (Agrosemillas, GT. 2008).

Según (SYNGENTA, MX. 2013) la variedad Serengeti posee las características de rendimiento por unidad de área de 13,000 kg/ha.

2.2.1.23 Fenología de la planta de frijol común.

El desarrollo fenológico de un cultivo depende del ambiente y el genotipo de este. Por lo que, la variación ambiental ocupa una gran parte del desarrollo del cultivo según (Córdova Martínez, RA. 2015).

En el cuadro 5 se observa las distintas etapas de desarrollo fenológico del frijol, esta escala fue tomada como base y adaptada a las condiciones de la aldea Chiapas, Santa Rosa.

Cuadro 5. Fenología de la planta de frijol común.

	Etapa	Descripción	
Vegetativa	V0	Germinación: absorción de agua por la semilla; emergencia de la radícula y su transformación en raíz primaria.	Cada etapa comienza cuando el 50 % de las plantas muestran las condiciones que corresponden a la descripción de la etapa
	V1	Emergencia: los cotiledones aparecen al nivel del suelo y empiezan a separarse. El epicotilo comienza su desarrollo.	
	V2	Hojas primarias: hojas primarias totalmente abiertas.	
	V3	Primera hoja trifoliada: se abre la primera hoja trifoliada y aparece la segunda hoja trifoliada.	
	V4	Tercera hoja trifoliada: se abre la tercera hoja trifoliada y las yemas de los nudos inferiores producen ramas.	
Reproductiva	R5	Prefloración: aparece el primer botón floral o el primer racimo. Los botones florales de las variedades determinadas se forman en el cultivo nudo del tallo o de la rama.	
	R6	Floración: se abre la primera flor.	
	R7	Formación de las vainas: aparece la primera vaina que mide más de 2.5 cm de longitud.	
	R8	Llenado de vainas: comienza a llenarse la primera vaina (crecimiento de la semilla). Al final de la etapa, las semillas pierden su color verde y comienzan a mostrar las características de la variedad. Se inicia la defoliación.	
	R9	Madurez fisiológica: las vainas pierden su pigmentación y comienzan a secarse. Las semillas desarrollan el color típico de la variedad.	

Fuente: Córdova Martínez, RA. 2015.

2.2.1.24 Aspectos agronómicos del cultivo.

A. Clima

Según (Chávez Cruz, MR. 2015) el ejote francés tiene un amplio rango de condiciones climáticas a las cuales se adapta, pero si se quieren los mejores rendimientos y calidades habrá que atender las recomendaciones específicas de acuerdo a la variedad que se va cultivar, pero este puede ser sembrado en un rango de alturas que van de los 1400 m.s.n.m. - 2200 m.s.n.m. con temperaturas que oscilen entre los 15 °C - 25 °C.

B. Suelo

Según (Chávez Cruz, MR. 2015) indica que: las condiciones de suelo ideales para el cultivo son: suelos francos, fértiles, profundos, bien drenados, con buen contenido de materia orgánica y con un pH de 6 - 7.

C. Época de siembra

Según (Schaart López, GA. 2012) propone que: “puede ser cultivado durante todo el año, en verano se necesita contar con riego, y durante el invierno se requiere de utilizar algunas técnicas que permitan mantener la calidad del producto”.

D. Preparación del terreno

La preparación del terreno puede realizarse de dos formas mecanizada o manual, si se realizada de forma mecanizada es necesario realizar una pasada de arado y posteriormente dos pasadas de rastra a una profundidad de 25 cm - 30 cm, si la preparación es de forma manual con un azadón o piocha se debe hacer un picado para que el terreno quede libre de terrones o cualquier material que impida la siembra, al

momento de realizar los surcos estos se trazan a una distancia entre 60 cm - 80 cm y entre planta se dejan de 5 cm - 7 cm, estos distanciamientos son generalmente utilizados en época de verano, en la época lluviosa deberán abrirse los espacios, tanto entre surcos como entre plantas según (Schaart López, GA. 2012).

E. Siembra

Según (Chávez Cruz, MR. 2015) indica que: la semilla debe enterrarse a una profundidad entre 2 cm - 3 cm, se coloca 1 semilla por postura.

F. Plagas en el ejote francés

Según (Schaart López, GA. 2012) indica que: las plagas más comunes en el cultivo del ejote francés en Guatemala son: las plagas de suelo como la gallina ciega (*phyllophaga sp. K.*), el gusano nochero (*Spodoptera sp.*) y gusano alambre (*Agriotis sp.*); lepidópteros del follaje, el picudo (*Apion godmani W.*), el minador (*Lyriomiza sp*) y la tortuguilla (*Diabrotica sp*) (Figueroa, L. 2006).

G. Enfermedades del ejote francés

Según (Figueroa, L. 2006) propone que: “las enfermedades más comunes en el ejote francés en Guatemala son: hongos (Damping off), Roya (*Uromyces appendiculatus P.*), Mosaico dorado (Germinivirus) y cenicilla (*Erysiphe polygoni DC*)”.

H. Riego

Según (Sandoval, JE. 2007) indica que: el frijol requiere de buena disponibilidad de humedad en la zona de raíces (primeros 20 cm). Los períodos críticos relacionados con la disponibilidad de agua son: inicio de floración e inicio de formación del grano, en esta etapa el cultivo de frijol extrae $0.7 \text{ L/m}^2/\text{d}$ - $1.1 \text{ L/m}^2/\text{d}$.

I. Cosecha y post cosecha

Dependiendo del clima, humedad, manejo del cultivo y variedad puede iniciarse entre los 50 días y 60 días después de la siembra. La cosecha se realiza a mano con mucho cuidado para no dañar las vainas y van colocadas en canastas plásticas bien acondicionados, sin llenarlas para evitar daños mecánicos según (Schaart López, GA. 2012).

2.3. Marco referencial

2.3.1 Ubicación geográfica.

La comunidad Estancia de la Virgen está a una distancia de 6 km de la cabecera municipal, a 25 km del a cabecera del departamento de Chimaltenango y a 75 km de la ciudad capital, según (SEGEPLAN (Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala). 2010). Las coordenadas de ubicación en el sistema UTM son: latitud (X) 0475576, longitud (Y) 1634110.

2.3.2 Colindancias de la comunidad.

La comunidad Estancia de la Virgen está rodeada por otras comunidades en los cuatro puntos cardinales, los límites son: al norte con la comunidad Chi Don Juan, al sur con la aldea Chisunuc, al este con la comunidad Pacoj tres cruces y al oeste con el municipio de San Juan Sacatepéquez.

2.3.3 Suelos.

Según (MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala). 2000) indica que: los suelos pertenecen al orden andisoles los cuales son desarrollados sobre ceniza volcánica que tienen baja densidad aparente (menor de 0.9 g/cm^3) y con altos contenidos de alófono. Generalmente son suelos con alto potencial de fertilidad y adecuadas características físicas para su manejo. En condiciones de fuerte pendiente tienden a erosionarse con facilidad. Una característica de los andisoles es su alta retención de fosfatos (arriba del 85 %), la cual es una limitante para el manejo, por lo que se debe considerar en los planes de fertilidad cuando se someten a actividades de producción agrícola.

El suborden al que pertenece es Udands (Dd) andisoles que no están secos en su interior, por más de 90 días en el año. Tienen un adecuado contenido de humedad la mayor parte del año. Suelos con alto potencial para la agricultura, sin embargo presentan una alta susceptibilidad a la erosión hídrica según (MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala). 2000)

2.3.4 Topografía.

Según (SEGEPLAN (Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala). 2010) indica que: la topografía del municipio presenta algunos contrastes, por un lado tiene partes planas y en algunos lugares con pendientes no muy pronunciadas por lo que se encuentran cantidades de barrancos y montaña.

2.3.5 Flora y fauna.

La flora está compuesta por bosques de coníferas y mixtos, además, posee sistemas agroforestales (cultivo de café) y sistemas pecuarios (pastos). Entre la fauna, están venados, tacuazín, ardilla, comadreja, conejo, ranas, lagartijas, camaleón, así como aves, entre ellas garzas, golondrinas, zanates, corchas y clarinero según (SEGEPLAN (Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala). 2010).

2.3.6 Clima.

La comunidad Estancia la Virgen, se encuentra entre los 1300 mm y 1200 mm de lluvia anual, la temperatura se encuentra entre los 20 °C - 25 °C y se encuentra a una altura de 1400 m.s.n.m. según (SEGEPLAN (Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala). 2010).

2.3.7 Antecedentes de la investigación.

Vásquez Mejía, JE. 1993. Indica que después de evaluar 5 programas de fertilización en el cultivo de frijol ejotero, el mejor resultado se obtuvo después de la aplicación de 179.4 kg de N/ha y 2,630 kg de materia orgánica/ha para obtener un rendimiento de 7,856.25 kg/ha de frijol ejotero, utilizando como fuentes urea y gallinaza.

Zaldaño Hernández, OR. 1992. Después de evaluar 5 programas de fertilización aplicados al suelo en el cultivo de frijol ejotero, el rendimiento más alto obtenido fue de 3,566.67 kg/ha, con la aplicación de 269 kg de N/ha, 98.17 kg de P/ha y 16.36 kg de K/ha.

Alfaro Marroquín, RH. 1993. Indica que después de evaluar 5 variedades de frijol ejotero y su respuesta a la fertilización con nitrógeno, la variedad Jade es la que presentó el rendimiento más alto con 8,330 kg/ha y el nivel de aplicación de 140 kg de N/ha.

Sánchez López, A. 2014. Indica que en su análisis financiero de dos planificaciones de siembra de ejote francés en el municipio de Sacatepéquez, para poder obtener una producción de 11, 500 kg/ha de ejote francés es necesario realizar la aplicación de 100 kg de N/ha, 41 kg de P/ha y 91 kg de K/ha.

Alvarado González, F. 2014. Menciona en la evaluación de cuatro fuentes comerciales de Ca y Mg sobre la absorción en el tejido vegetal de ejote francés, en el Centro Experimental Docente de Agronomía, que para obtener una producción aproximada de 7, 792 kg de ejote francés es necesario hacer la aplicación de 120 kg de N/ha, 90 kg de P₂O₅/ha y 60 kg de K₂O/ha.

Álvarez Pacheco, CA. 1988. Indica que en la evaluación de nitrógeno, potasio y densidades de siembra en el cultivo de frijol ejotero variedad ICTA California 124C, el mejor resultado se obtuvo después de la aplicación de 45 kg de N/ha, 0 kg de K/ha y una densidad de 200, 000 plantas/ha, para obtener una producción de 12,610 kg/ha de ejote en peso fresco.

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 Objetivo General.

Evaluar el efecto de seis programas de fertilización en el rendimiento del cultivo de ejote francés (*Phaseolus vulgaris L*) var. Serengueti.

2.4.2 Objetivos Específicos.

1. Determinar el programa de fertilización que produzca los rendimientos más altos en el ejote francés (*Phaseolus vulgaris L*) en la comunidad Estancia la Virgen.
2. Determinar la extracción de nutrientes de los 6 programas de nutrición evaluados.
3. Realizar el análisis económico de experimentos agrícolas con presupuestos parciales para los programas de fertilización evaluados.

2.4.3 HIPÓTESIS

H₀: $T = T_i$ (todos los programas de fertilización producen el mismo efecto sobre el rendimiento del cultivo de ejote francés variedad Serengueti).

H_a: $T_i \neq T$ (al menos uno de los programas de fertilización produce un efecto significativo sobre el rendimiento del cultivo de ejote francés variedad Serengueti).

2.5 METODOLOGÍA

En cuanto al cuadro 6 se muestra el análisis físico y químico de suelos de la muestra obtenida en la parcela de investigación procedente de la comunidad Estancia la virgen, San Martín Jilotepeque, Chimaltenango. Este análisis determino el programa de fertilización T5 y fue realizado por el laboratorio de suelo-agua-planta de la FAUSAC.

Cuadro 6. Análisis químico de suelos de la parcela de investigación.

ANALISIS QUIMICO													
IDENTIFICACION	pH	ppm					meq/100 g					%	
		P	Cu	Zn	Fe	Mn	CIC	Ca	Mg	Na	K	SB	M.O.
RANGO ADECUADO	6-6.5	12-16	2-4	4-6	10-15	10-15	20-25	4-8	1.5-2	-----	0.27-038	75-90	4-5
M-1	6.2	42	4.00	2.50	47.0	33.5	11.3	6.49	3.08	0.14	0.31	88.1	1.46

Fuente: elaboración propia, año 2017.

Según se observa en el análisis químico de suelos el % de saturación de bases y los elementos cobre, calcio y potasio se encuentran presentes en el suelo en el rango adecuado. El pH se encuentra dentro del rango adecuado de desarrollo del cultivo.

En el caso de los elementos fosforo, hierro, manganeso y magnesio se encuentran en el suelo por encima del rango adecuado. Por debajo del rango adecuado según el análisis de suelos se encuentra el elemento zinc, la capacidad de intercambio catiónico y el % de materia orgánica.

2.5.1 Diseño experimental.

Se utilizó el diseño de bloques al azar, debido a que el área experimental presento una gradiente de variación en un sentido y este está representado por el suelo (Sitún, M. 2007). Dentro de cada bloque se aleatorizaron los seis tratamientos, realizando tres repeticiones, al final se obtuvieron 3 bloques.

Factor de estudio

El factor de estudio fueron los 6 programas de fertilización aplicados en el cultivo de ejote francés.

2.5.2 Tratamientos.

Los tratamientos aplicados fueron 6 programas de fertilización, cada programa hizo uso de sus respectivas dosis y épocas de aplicación según recomendación de las casas comerciales, instituciones de investigación agrícola y a través del análisis químico y físico de suelos.

De cada programa de fertilización evaluado se coloca en el cuadro 7 un resumen en el cual se muestran los nutrientes aplicados en kg/ha.

Cuadro 7. Nutrientes aplicados en kg/ha para cada programa de fertilización.

Tratamiento	Elementos en kg/ha								
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	B ₂ O ₃	Zn	Aminoácidos
T1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T2	65.07	0.05	21.01	0.13	1.73	0	0.01	0.006	81.19
T3	160.1	208.5	153.4	40.24	7.79	7.03	0.019	0.449	0
T4	214.49	87.26	84.76	36.52	9.02	6.92	0.086	0.384	0
T5	133.8	0	0	0	0	0	0	0	0
T6	84.8	80.72	65.72	68.98	13.36	11.98	0.032	0.72	0

Fuente: elaboración propia, año 2017.

Sin embargo en el cuadro 29A se detalla de mejor manera el aporte en kg/ha de cada nutriente según su programas de fertilización y recomendación de la casa comercial. En cuanto al aporte de los fertilizantes orgánicos aplicados en los tratamientos T3, T4 y T6 se detallan en el cuadro 8.

Cuadro 8. Aporte potencial de elementos de los materiales orgánicos en los distintos tratamientos.

Tratamiento	Material orgánico aplicado en kg/ha	Elementos aplicados en kg/ha por cada programa de fertilización		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
T3 + gallinaza	1,590	49.47	47.09	38.34
T4 + lombricompost	2,500	13.65	32.72	30.22
T6 + gallinaza	2,727	84.81	80.72	65.72

Fuente: elaboración propia, año 2017.

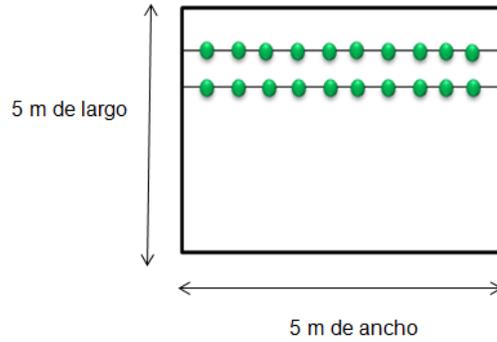
El material orgánico utilizado para los tratamientos T3 y T6 fue gallinaza, siendo su composición química la siguiente: 3.11 % de N, 2.96 % de P₂O₅ y 2.41 % de K₂O. Para el caso del tratamiento T4 se utilizó lombricompost, su composición química es la siguiente: 0.5 % de N, 1.30 % de P₂O₅ y 1.21 % de K₂O.

2.5.3 Repeticiones.

Número de tratamientos: 6, número de repeticiones: 3, número de unidades experimentales: (t * r) UE= 6 * 3 = 18 unidades experimentales.

2.5.4 Unidad experimental.

En la figura 11 se pueden observar las medidas de cada unidad experimental, las medidas fueron de 5 m x 5 m = 25 m².

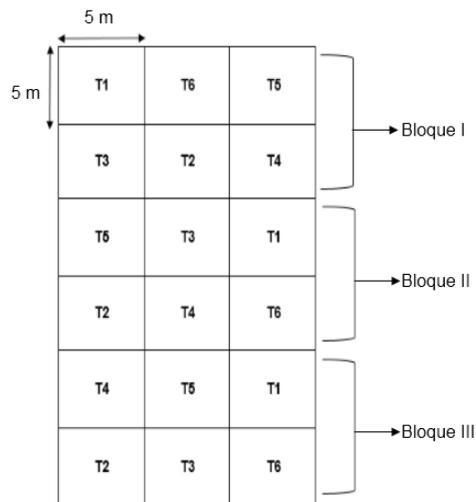


Fuente: elaboración propia, año 2017.

Figura 11. Unidad experimental.

2.5.5 Arreglo espacial (croquis de campo).

Descripción del diseño experimental en el campo: se realizó el diseño de bloques al azar, obteniéndose al final 3 bloques en la parcela de campo, cada bloque tuvo dentro de su espacio los 6 tratamientos evaluados, distribuidos al azar.



Fuente: elaboración propia, año 2017.

Figura 12. Distribución de los tratamientos en la parcela.

Ancho: 15 m, largo: 30 m, área: $450 \text{ m}^2 = 0.045 \text{ ha}$. Distanciamiento entre surcos= 1.10 m, distanciamiento entre plantas= 0.10 m, número de surcos: $15 \text{ m} / 1.10 \text{ m} = 14$ surcos. Número de semillas/postura= 1 semillas, número de plantas/surco: $30 \text{ m} / 0.10 \text{ m} * 1 = 300$ plantas. Total de plantas= $14 \text{ surcos} * 300 \text{ plantas} = 4,200$ plantas.

2.5.6 Variables de respuesta.

a. ejote francés en vaina expresado en kg/ha.

Esta variable de respuesta fue posible obtenerla al realizar 4 cortes de la vaina del ejote francés, distribuidos en 12 días cosechándose dos veces por semana con una frecuencia de cada 3 días, pesándose de forma individual la producción de cada tratamiento.

b. Análisis de tejido vegetal.

Esta variable se midió al realizar dos análisis de tejido vegetal y vainas durante el ciclo del cultivo. Las primeras muestras fueron tomadas al momento de la floración, se colectaron 10 hojas de las plantas por cada unidad experimental de cada réplica, haciendo un total de 30 hojas por tratamiento, las cuales fueron analizadas con el fin de determinar el estado nutricional de las plantas.

Posteriormente al momento de la producción de las vainas se realizó la colecta de 2 plantas completas (hojas, tallo, raíz) por unidad experimental, en total cada tratamiento fue representado por 6 plantas a las cuales se le realizó análisis de tejido vegetal con la finalidad de determinar la extracción de nutrientes en la etapa de producción.

Como medición adicional se cortaron 25 vainas de ejote francés por cada tratamiento, el total de vainas por cada programa de fertilización fue de 150, a las cuales se le realizó análisis de tejido vegetal para determinar la extracción de nutrientes.

2.5.7 Manejo del experimento.

2.5.8 Preparación del terreno.

Con la utilización de un azadón se procedió a eliminar la maleza y rastrojo presente en el suelo, se realizó un picado a una profundidad de 25 cm a 30 cm para dejar el terreno libre cualquier material extraño y comenzar a establecer los surcos en la parcela trazándolos a una distancia de 1.10 m entre hileras y 0.10 m entre plantas.

2.5.9 Siembra.

La siembra se hizo de forma manual, la semilla se enterró a una profundidad de 2 cm - 3 cm, colocándose una semilla por postura.

2.5.10 Riego.

La aplicación del riego fue definida después de observar las condiciones climáticas del lugar, de forma general el riego tuvo una frecuencia a cada 2 días y una duración de 2 horas tratando de mantener el suelo húmedo a capacidad de campo.

2.5.11 Fertilización.

La fertilización se realizó en base a los programas de fertilización propuestos por cada casa comercial, en el caso de los tratamientos T3, T4, T6 se realizaron aplicaciones de los abonos orgánicos antes de la siembra, cada programa de fertilización y su respectivo contenido de elementos en kg/ha se pueden observar del cuadro 9 al 14.

Cuadro 9. Programa de fertilización T1 testigo absoluto.

Trata.	Formulaciones comerciales	Momento de aplicación	Dosis/ha
T1	Ninguna	0	0
	Fertilizante aplicado	0	0

Fuente: elaboración propia, año 2017.

Cuadro 10. Programa de fertilización T2 casa comercial TECSA.

Trata.	Formulaciones comerciales	Momento de aplicación	Dosis/ha
T2	11-0-3.55 + (0.29Mg+13.30 amino)	Al momento de la siembra	6.5 qq
	2-0-1.60 + (0.50B ₂ O ₃ +95.90 amino)	8 días después de la siembra	0.5 L
	2-0-1.60 + (0.50B ₂ O ₃ +95.90 amino)	15 días después de la siembra	0.5 L
	7-5-4 + (1Mg+ 0.40B ₂ O ₃ +0.60Zn+81.90 amino)	25 días después de la siembra	0.5 L
	11-0-3.55 + (0.29Mg+13.30 amino)	35 días después de la siembra	6.5 qq
	7-5-4 + (1Mg+ 0.40B ₂ O ₃ +0.60Zn+81.90 amino)	45 días después de la siembra	0.5 L
	0-0-0 + (13CaO+2.5Mg+0.60B ₂ O ₃ +83.90 amino)	55 días después de la siembra	0.5 L
	0-0-0 + (13CaO+2.5Mg+0.60B ₂ O ₃ +83.90 amino)	65 días después de la siembra	0.5 L

Fuente: elaboración propia, año 2017.

Cuadro 11. Programa de fertilización T3 aplicación del agricultor.

Trata.	Formulaciones comerciales	Momento de aplicación	Dosis/ha
T3	3.11-2.96-2.41+(2.53Ca+0.49Mg+0.44S)	2 días antes de la siembra	35 qq
	12-24-12	2 días antes de la siembra	9 qq
	9.1-6.6-5 + (0.21Ca+0.21Mg+1.25S+0.66Zn)	15 días después de la siembra	1 L
	9.1-6.6-5 + (0.21Ca+0.21Mg+1.25S+0.66Zn)	25 días después de la siembra	1 L
	9.1-6.6-5 + (0.21Ca+0.21Mg+1.25S+0.66Zn)	35 días después de la siembra	1 L
	15-15-15	36 días después de la siembra	9 qq
	0-20-50 + (0.01Mg+0.08S+0.01 B ₂ O ₃)	40 días después de la siembra	1 L
	0-20-50 + (0.01Mg+0.08S+0.01 B ₂ O ₃)	48 días después de la siembra	1 L
	0-20-50 + (0.01Mg+0.08S+0.01 B ₂ O ₃)	55 días después de la siembra	1 L

Fuente: elaboración propia, año 2017.

Cuadro 12. Programa de fertilización T4 recomendación ICTA-MAGA según (Villeda, J. 1992).

Trata.	Formulaciones comerciales	Momento de aplicación	Dosis/ha
T4	0.546-1.309-1.209 +(1.461Ca+0.354Mg +0.277S+ 0.0028 B ₂ O ₃ +0.012Zn)	2 días antes de siembra	55 qq
	15-15-15	Al momento de la siembra	8 qq
	46-0-0	25 días después de la siembra	7 qq
	0-0-0 + (2.9Mg+0.3B ₂ O ₃ +1.4Zn+1.4Cu)	30 días después de la siembra	1.5 L
	0-0-0 + (2.9Mg+0.3B ₂ O ₃ +1.4Zn+1.4Cu)	45 días después de la siembra	1.5 L
	0-0-0 + (2.9Mg+0.3B ₂ O ₃ +1.4Zn+1.4Cu)	55 días después de la siembra	1.5 L
	0-0-0 + (2.9Mg+0.3B ₂ O ₃ +1.4Zn+1.4Cu)	65 días después de la siembra	1.5 L

Fuente: elaboración propia, año 2017.

Cuadro 13. Programa de fertilización T5 según análisis de suelos.

Trata.	Formulaciones comerciales	Momento de aplicación	Dosis/ha
T5	46-0-0	Al momento de la siembra	3.2 qq
	46-0-0	25 días después de la siembra	3.2 qq

Fuente: elaboración propia, año 2017.

Cuadro 14. Programa de fertilización T6 abono orgánico.

Trata.	Formulaciones comerciales	Momento de aplicación	Dosis/ha
T6	3.11-2.96-2.41+(2.53Ca+0.49Mg+0.44S)	2 días antes de la siembra	30 qq
	3.11-2.96-2.41+(2.53Ca+0.49Mg+0.44S)	30 días después de la siembra	30 qq

Fuente: elaboración propia, año 2017.

2.5.12 Control de malezas.

La eliminación de maleza se realizó 2 veces en todo el ciclo de desarrollo del cultivo de ejote francés, la limpieza se hizo con azadón a los 25 y 50 días después de la siembra, con el objetivo de eliminar cualquier hospedero alternativo de plagas y enfermedades además de evitar la competencia por agua y el fertilizante.

2.5.13 Cosecha.

La cosecha dio inicio a los 55 días después de la siembra, se realizaron 4 cortes en dos semanas, la cosecha de las vainas de ejote fresco fueron cortados a cada 3 días de forma manual.

2.5.14 Análisis de la información.

2.5.15 Análisis estadístico.

Para evaluar el efecto de los diferentes programas de fertilización sobre el rendimiento del ejote francés, se realizó el análisis de ANDEVA con el programa Infostat.

2.5.16 Modelo estadístico.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ij}.$$

Lo que significa que la variable respuesta (Y_{ij}) depende de la medida general (μ), del efecto del i -ésimo tratamiento (T_i), del efecto del j -ésimo bloque (β_j) y del error experimental asociado a la ij -ésima unidad experimental (ϵ_{ij}) (Sitún, M. 2007).

2.5.17 Prueba de medias.

Al definirse que si existió diferencia significativa en los rendimientos del ejote francés después de uso de los programas de fertilización, se realizó la prueba de medias por medio del método Scott & Knott con el programa Infostat.

2.5.18 Análisis económico

Según (Reyes Hernández, M. 2001) el análisis económico agrícola con presupuestos parciales, permite definir qué tratamiento es el más rentable para el agricultor, a través de la relación $TMR \geq TAMIR$ y la Relación Beneficio/Costo de los diferentes programas de fertilización evaluados. El proceso metodológico para su análisis se define de la siguiente forma:

Aplicación del enfoque de presupuestos parciales.

A. Identificación de Costos relevantes.

1. Fertilizante granulado.
2. Fertilizante foliar.
3. Fertilizante orgánico.
4. Mano de obra de la aplicación en campo.

B. Estimación del precio de campo de los fertilizantes.

No se incurre en ningún costo para trasladar el fertilizante y las personas para la mano de obra al terreno, por lo cual su precio de campo es el adquirido en el agro servicio de la comunidad.

C. Estimación de costos que varían.

En este caso existen dos costos relevantes asociados a los tratamientos siendo estos los fertilizantes y la mano de obra de su aplicación en campo.

Cuadro 15. Costos que varían por cada programa de fertilización.

Tratamiento		Cantidad/ha	Costo unitario	Costos que varían.	Total costos que varían.
T1	Sin aplicación	Q. 0.00	Q. 0.00	Q. 0.00	Q. 0.00
T2	Fertilizante granulado	13 qq	Q. 397.68	Q. 5,169.84	Q. 5,824.84
	Fertilizante foliar	3 L	Q. 85.00	Q. 255.00	
	Mano de obra	8 jornales	Q. 50.00	Q. 400.00	
T3	Fertilizante granulado	18 qq	Q. 272.37	Q. 4,902.66	Q. 8,192.56
	Fertilizante orgánico	35 qq	Q. 53.00	Q. 1,855.00	
	Fertilizante foliar	5 L	Q. 196.98	Q. 984.90	
	Mano de obra.	9 jornales	Q. 50.00	Q. 450.00	
T4	Fertilizante granulado	15 qq	Q. 243.00	Q. 3,645.00	Q. 7,530.00
	Fertilizante orgánico	55 qq	Q. 55.00	Q. 3,025.00	
	Fertilizante foliar	6 L	Q. 85.00	Q. 510.00	
	Mano de obra.	7 jornales	Q. 50.00	Q. 350.00	
T5	Fertilizante granulado	6.4 qq	Q. 195.00	Q. 1,248.00	Q. 1,348.00
	Mano de obra	2 jornales	Q. 50.00	Q. 100.00	
T6	Fertilizante orgánico	60 qq	Q. 53.00	Q. 3,180.00	Q. 3,280.00
	Mano de obra	2 jornales	Q. 50.00	Q. 100.00	

Fuente: elaboración propia, año 2017.

D. Estimación del precio de campo del producto.

Se produce ejote francés en fresco y su precio de mercado es de Q. 6.65 kg. Entrevistando a productores de la comunidad se determinó que en la cosecha se emplean 197 jornales/ha y en la comercialización 4 jornales/ha, el costo de un jornal tiene un precio de Q. 40.00. Así también se determinó que se producen un promedio de 6,114 kg/ha de ejote francés. Entonces el precio de campo para el producto se puede plantear de la siguiente forma:

$$PCQ = PMQ - CUCYC$$

En donde:

PCQ es el precio de campo del producto

PMQ es el precio de mercado del producto

CUCYC son los costos unitarios de cosecha y comercialización

$$CUCYC = [(197+4) \cdot 40 / 6,114] = 1.31$$

Por tanto, el precio de campo del ejote francés es:

$$PCQ = Q. 6.65 - Q. 1.31 = Q. 5.34 \text{ kg o } Q. 5,340 \text{ t}$$

E. Estimación de los rendimientos ajustados.

Antes de ajustar los rendimientos experimentales, se obtuvieron los rendimientos experimentales corregidos, los cuales resultan de promediar los rendimientos de los grupos de medias determinados con la prueba de comparación de medias. De acuerdo con la prueba de Scott & Knott existen dos grupos. Los tratamientos T4, T3 y T6 definen el grupo con el rendimiento más alto con una media corregida de 8,875 kg/ha, en seguida los tratamientos T2, T5 y T1 son el segundo grupo en producción con una media corregida de 6,000 kg/ha. Con los rendimientos experimentales corregidos se obtuvieron los rendimientos ajustados, lo cual se logró usando una tasa de ajuste del 10 %.

Cuadro 16. Rendimiento ajustado para cada programa de fertilización.

Tratamiento	Rendimiento experimental corregido (kg/ha)	Rendimiento ajustado (tasa de ajuste del 10 %)	Rendimiento ajustado (kg/ha)
T1	6,000	6,000 * (1 - 0.10)	5,400
T2	6,000	6,000 * (1 - 0.10)	5,400
T3	8,875	8,875 * (1 - 0.10)	7,987
T4	8,875	8,875 * (1 - 0.10)	7,987
T5	6,000	6,000 * (1 - 0.10)	5,400
T6	8,875	8,875 * (1 - 0.10)	7,987

Fuente: elaboración propia, año 2017.

F. Obtención de los beneficios brutos y beneficios netos.

Multiplicando el rendimiento ajustado por el precio de campo del producto (Q. 5.34 kg), se obtuvo el beneficio bruto y luego sustrayendo de este último los costos que varían se obtuvo el beneficio neto.

Cuadro 17. Beneficio bruto y beneficio neto de cada tratamiento.

Tratamiento	Rendimiento ajustado	Beneficio bruto (c)	Costos que varían (d)	Beneficio neto (c - d)
T1	5,400 kg	Q. 28,836	Q. 0.00	Q. 28,836.00
T2	5,400 kg	Q. 28,836	Q. 5,824.84	Q. 23,011.16
T3	7,987 kg	Q. 42,650	Q. 8,192.56	Q. 34,457.44
T4	7,987 kg	Q. 42,650	Q. 7,530.00	Q. 35,120.00
T5	5,400 kg	Q. 28,836	Q. 1,348.00	Q. 27,488.00
T6	7,987 kg	Q. 42,650	Q. 3,280.00	Q. 39,370.00

Fuente: elaboración propia, año 2017.

G. Realización del análisis de dominancia.

Para este análisis se deben organizar los datos de costos que varía y beneficios netos de acuerdo con un orden creciente de los costos que varían, es decir de menor a mayor. Luego determinar si los tratamientos son dominados o no.

Cuadro 18. Determinación de dominancia para cada tratamiento.

Tratamiento	Costo que varía	Beneficio neto	Observación de cambio de tratamiento	Conclusión de la observación
T1	Q. 0.00	Q. 28,836.00		No dominado
T5	Q. 1,348.00	Q. 27,488.00	De T1 a T5	Dominado
T6	Q. 3,280.00	Q. 39,370.00	De T1 a T6	No dominado
T2	Q. 5,824.84	Q. 23,011.16	De T6 a T2	Dominado
T4	Q. 7,530.00	Q. 35,120.00	De T6 a T4	Dominado
T3	Q. 8,192.56	Q. 34,457.44	De T6 a T3	Dominado

Fuente: elaboración propia, año 2017.

Los tratamientos T1 y T6 fueron No dominados y los tratamientos T2, T3, T4 y T5 fueron dominados por los primeros dos al analizar su incremento en el beneficio neto por cada programa de fertilización.

H. Cálculo de la tasa marginal de retorno (TMR).

Con los tratamientos no dominados se calculan los incrementos en los costos que varían y beneficios netos derivados del cambio de un tratamiento de costo variable menor a uno de costo mayor.

Cuadro 19. Tasa marginal de retorno para los tratamientos no dominados.

Tratamiento	Beneficio neto BN	Costo que varía CV	Cambio en BN (e)	Cambio en CV (f)	TRM (%) [(e/f) 100]
T1	Q. 28,836.00	Q. 0.00			
T6	Q. 39,370.00	Q. 3,280.00	Q. 10,534.00	Q. 3,280.00	321.15

Fuente: elaboración propia, año 2017.

I. Cálculos de la tasa mínima de retorno (TAMIR).

Las tasas de interés en el mercado financiero formal en el altiplano central de Guatemala andan más o menos en 18 % por temporada de cultivo, lo cual al sumarse con el 25 % de retorno mínimo exigido a la agricultura, da una TAMIR de 43 %.

Selección del tratamiento más rentable. Usando el criterio de optimalidad “el tratamiento más rentable es el último para el cual se cumple la condición, $TMR \geq TAMIR$ ”, se observa que esta se cumple para T6, por tanto, este tratamiento es el más rentable y constituye la recomendación para los agricultores.

J. Análisis de residuos.

Sustrayendo de los beneficios netos del costo de oportunidad de los costos variables, se tienen los residuos.

Cuadro 20. Análisis de residuos de los beneficios netos del costo de oportunidad.

Tratamiento	CV	BN	Costo de oportunidad de los CV*	Residuo
T1	Q. 0.00	Q. 28,836.00	Q. 0.00	Q. 28,836.00
T6	Q. 3,280.00	Q. 39,370.00	Q. 3,280.00	Q. 36,090.00

Fuente: elaboración propia, año 2017.

El tratamiento más rentable es el T6, siendo este el que considera la fertilización con uso de abono orgánico, a través de dos aplicaciones en el desarrollo del cultivo de ejote francés 2 días antes de la siembra y a los 30 días después de la siembra.

K. Estimación de la relación beneficio costo

La relación beneficio costos es determinada por medio de la división: Beneficio bruto /costos que varían. Los resultados más relevantes son los siguientes:

1. Para el tratamiento T3: $Q. 42,650 / Q. 8,192.56 = \text{Relación B/C} = Q. 5.20$
2. Para el tratamiento T4: $Q. 42,650 / Q. 7,530.00 = \text{Relación B/C} = Q. 5.66$
3. Para el tratamiento T6: $Q. 42,650 / Q. 3,280.00 = \text{Relación B/C} = Q. 13.00$

El tratamiento que permite obtener un mayor beneficio es el identificado como T6, este presenta una Relación B/C= Q. 13.00 lo cual indica que por Q. 1.00 invertido el agricultor puede obtener Q. 12.00 de beneficio para él.

2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con respecto al cuadro 18 donde se muestra los resultados obtenidos de la producción de ejote francés en fresco en kg/ha, para cada tratamiento, su repetición y la media general obtenida.

Cuadro 21. Producción de ejote francés en fresco expresada en kg/ha para cada tratamiento y su repetición.

kg/ha				
	R1	R2	R3	Media
T1	5,620	5,428	5,464	5,504
T2	6,164	6,792	6,592	6,516
T3	8,608	9,328	8,420	8,785
T4	9,112	10,088	9,780	9,660
T5	6,544	5,536	5,868	5,983
T6	7,336	8,964	8,240	8,180

En el cuadro 21 se puede observar que los rendimientos de todos los programas evaluados fueron superiores al tratamiento testigo absoluto, lo que indica que si hubo respuesta a la fertilización. Se obtuvieron rendimientos superiores al testigo absoluto que oscilaron entre 479 kg a 4,156 kg por ha.

Los rendimientos relativos entre testigo absoluto y los programas de fertilización fueron los siguientes: T2 en un 18 %, T3 en un 59 %, T4 en un 75 %, T5 en un 8 %, T6 en un 48 %.

2.6.1 Análisis de ANDEVA.

Se muestra el análisis de varianza sobre el rendimiento de las vainas de ejote francés.

Cuadro 22. Análisis de la varianza sobre el rendimiento de las vainas del ejote francés.

Variable	N	R²	R² Aj	CV	
Rendimiento	18	0.95	0.91	6.58	
Cuadro de Análisis de la varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	42683320.00	7	6097617.14	25.47	<0.0001
Tratamientos.	42034770.67	5	8406954.13	35.12	<0.0001
Bloque	648549.33	2	324274.67	1.35	0.3016
Error	2393776.00	10	239377.60		
Total	45077096.00	17			

A un nivel de significancia del 5 %, la F calculada (35.12) es mayor que la F crítica (3.33), debido a esto se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_a), se concluye que al menos uno de los programas de fertilización produce un efecto significativo sobre la variable rendimiento en el cultivo de ejote francés variedad Serengeti.

En el caso del coeficiente de variación, este correspondiente a 6.58 % lo que indica que si existe un alto nivel de confianza en los datos obtenidos.

2.6.2 Análisis Post-ANDEVA con el método Scott & Knott.

Cuadro 23. Análisis Post-ANDEVA realizado con las medias de los rendimientos de ejote francés.

Error: 239377.6000			gl: 10		
Tratamientos	Medias	n	E.E		
T4	9660.00	3	282.48	A	
T3	8785.33	3	282.48	A	
T6	8180.00	3	282.48	A	
T2	6516.00	3	282.48		B
T5	5982.67	3	282.48		B
T1	5504.00	3	282.48		B
Test: Scott & Knott Alfa= 0.05					
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)					

El Test de Post-ANDEVA Scott & Knott determinó que los mejores programas de fertilización son los identificados como T4, T3, T6 quedando dentro de la literal “A” por sus valores más altos en producción, lo cual los distingue como los más exitosos.

Al realizar la comparación entre el grupo de tratamientos con la literal “A” y “B” se logró incrementar en un 38% el rendimiento, lo que se pudo deber a que estos programas contenían los mayores niveles de N, P, K en proporciones balanceadas y además, estaban complementados con materiales orgánicos (gallinaza y lombricompost), los cuales en su composición contienen además de N, P, K otros elementos esenciales y benéficos así como sustancias orgánicas que potencializan los cultivos y mejoran la absorción de los elementos.

Resultados similares fueron reportados por: Vásquez Mejía, JE. 1993 y Alfaro Marroquín, RH. 1993 donde se hizo uso de fertilizante químico y orgánico lo que permitió aportar una mayor disponibilidad de nutrimentos para la planta, lo cual le da mayor fundamento a los resultados obtenidos en esta investigación.

En relación a los objetivos y resultados obtenidos se respalda las ventajas del uso de materia orgánica y sus influencias físicas, químicas y biológicas en el suelo según (Fassbender, HW; Bornemisza, E. 1987).

2.6.3 Concentración de nutrientes en hojas de ejote francés por cada programa de fertilización.

La determinación de la concentración de nutrientes en las hojas del cultivo de ejote francés en la etapa de floración fue posible obtenerlas después de realizar sus análisis de tejido foliar proporcionado por el laboratorio de suelo-agua-planta de la Facultad de Agronomía, USAC.

Cuadro 24. Concentración de nutrientes en hojas (materia seca) de ejote francés en la etapa de floración.

Material	%				
	N	P	K	Ca	Mg
T1	4.03	0.30	1.56	1.56	0.51
T2	4.58	0.32	1.44	2.25	0.80
T3	4.90	0.34	1.94	1.81	0.70
T4	5.12	0.32	1.88	2.19	0.81
T5	4.70	0.29	1.44	2.44	0.98
T6	4.60	0.30	1.63	1.88	0.71

De acuerdo al cuadro 24 se observa el resultado del análisis de tejido vegetal, el cual tiene como objetivo principal dar a conocer el estado nutrimental de la planta al momento de la floración, resalta que en los programas de fertilización donde se aplicó materia orgánica y fertilizante químico fue donde se presentó la mayor concentración de N, K, Ca y Mg sin embargo no fue así para el P en donde la concentración fue similar en el tejido vegetal de todos los programas. La concentración de nutrientes fue menor en el testigo, lo

que viene a respaldar el efecto de los programas de fertilización sobre el desarrollo del cultivo.

En cuanto al cuadro 25 se muestra el análisis foliar de la concentración de nutrientes en la planta completa (hoja, tallo, raíz y vainas) al momento de la producción, realizado en el laboratorio de suelo-agua-planta de la Facultad de Agronomía, USAC.

Cuadro 25. Concentración de nutrientes en una planta completa de ejote francés al momento de la producción.

Material	%		
	N	P	K
T1	2.61	0.21	1.06
T2	2.61	0.25	1.63
T3	2.60	0.24	1.13
T4	2.94	0.21	1.38
T5	2.62	0.22	1.19
T6	2.82	0.21	1.63
Vainas	3.13	0.31	2.06

Los elementos N y K presentaron una mayor concentración en la planta (tallo, hoja y raíz) de ejote francés en la etapa de producción aunque para el caso del P la concentración fue menor y similar en todos los programas, en cambio para las vainas de ejote francés los elementos N y K alcanzaron los % más altos de concentración en el tejido vegetal.

Acerca del cuadro 26 se muestra la extracción de nutrientes y producción de materia seca realizado por la planta de ejote francés en la etapa de fructificación.

Cuadro 26. Extracción de nutrientes y producción de materia seca en kg/ha de una planta completa de ejote francés.

Material	kg/ha									M. S planta	M.S vaina
	N			P			K				
	Planta	Vaina	Total	Planta	Vaina	Total	Planta	Vaina	Total	kg/ha	kg/ha
T1	272	25	297	21	2	23	110	16	126	10,440	825
T2	301	30	331	28	3	31	188	20	208	11,538	977
T3	378	41	419	34	4	38	164	27	191	14,544	1,317
T4	356	45	401	25	4	29	167	29	196	12,114	1,449
T5	361	28	389	30	2	32	163	18	181	13,779	897
T6	393	38	431	29	3	32	227	25	252	13,968	1,227

Con relación al cuadro 26 se observa que los programas de fertilización que presentaron una mayor cantidad de extracción de nutrientes del suelo a través de la planta de ejote francés, son los identificados como T3, T4, y T6, la media de extracción de los nutrientes para estos tres programas de fertilización fueron de: 417 kg de N/ha, 33 kg de P/ha, 213 kg K/ha, 276 kg de Ca/ha, 92 kg de Mg/ha.

Con respecto a la producción de materia seca en kg/ha los valores más altos corresponden a los tratamientos T3, T4 y T6, la media que los representa tiene un valor de 14, 873 kg de M.S/ha.

En la figura 13 se presenta la gráfica de la distribución de la producción de materia seca en hojas, tallos, raíz y fruto para cada programa de fertilización. La media general de los porcentajes de distribución de materia seca en una planta de ejote francés, quedaron de la siguiente forma: las vainas obtuvieron el porcentaje más alto en producción de materia seca con un valor de 33 %, seguidos del tallo y hojas quienes obtuvieron un % de producción de materia seca con valores de 32 % y 31 %, por último la raíz obtuvo un % de producción de materia seca 5 %.

El valor tentativo del índice alométrico calculado para ejote francés utilizando las medias de biomasa aérea (tallo+ hojas) y vaina es de 1.9.

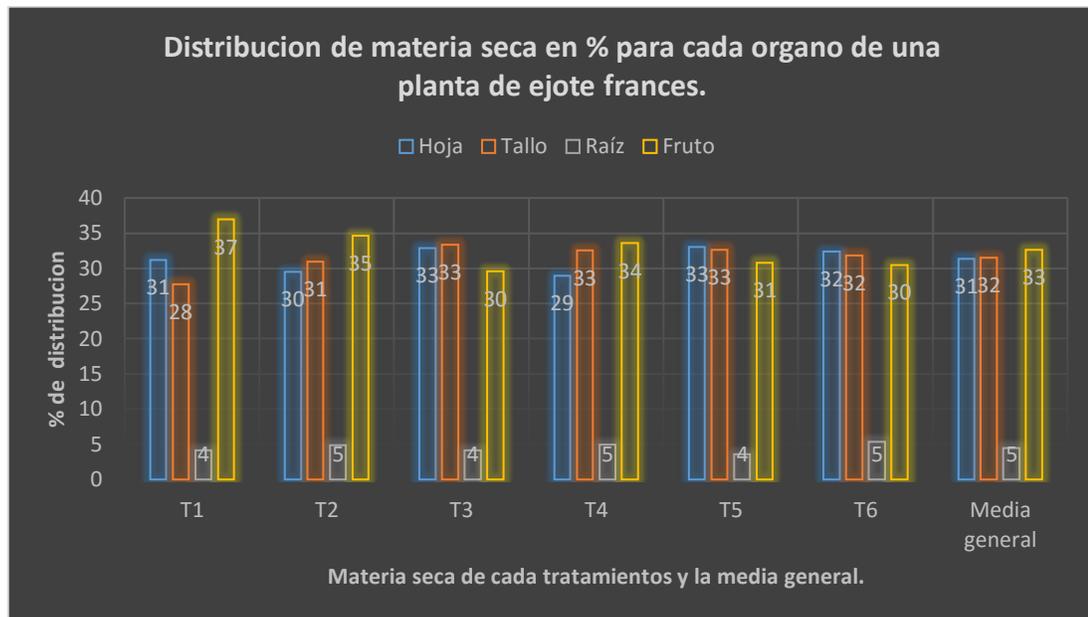


Figura 13. Gráfica de distribución en % de la materia seca producida por cada órgano de una planta de ejote francés.

2.6.4 Análisis económico agrícola con presupuestos parciales.

En cuanto al cuadro 27 se muestra un resumen que detalla los indicadores más relevantes del análisis económico agrícola con presupuestos parciales. Los principales indicadores que permiten definir el programa de fertilización que es más rentable para el agricultor son los costos que varían, beneficio bruto y neto. Mas sin embargo es importante mencionar que para los rendimientos ajustados fue necesario aplicar un 10% de ajuste sobre el rendimiento real obtenido en campo.

Por otra parte el análisis de dominancia determina que los tratamientos T1 y T6 fueron No dominados al analizar su incremento en el beneficio neto por cada programa de fertilización.

Cuadro 27. Rendimiento ajustado, beneficio bruto, costos que varían, beneficio neto y análisis de dominancia de cada programa de fertilización.

Tratamiento	Rendimiento ajustado*	Beneficio bruto (c)	Costos que varían (d)	Beneficio neto (c – d)	Conclusión de la observación
T1	5,400 kg	Q. 28,836	Q. 0.00	Q. 28,836.00	No dominado
T2	5,400 kg	Q. 28,836	Q. 5,824.84	Q. 23,011.16	Dominado
T3	7,987 kg	Q. 42,650	Q. 8,192.56	Q. 34,457.44	No dominado
T4	7,987 kg	Q. 42,650	Q. 7,530.00	Q. 35,120.00	Dominado
T5	5,400 kg	Q. 28,836	Q. 1,348.00	Q. 27,488.00	Dominado
T6	7,987 kg	Q. 42,650	Q. 3,280.00	Q. 39,370.00	Dominado

2.6.5 Cálculo de la tasa marginal de retorno (TMR).

Con los tratamientos no dominados se calculan los incrementos en los costos que varían y beneficios netos derivados del cambio de un tratamiento de costo variable menor a uno de costo mayor.

Cuadro 28. Tasa marginal de retorno para los tratamientos no dominados.

Tratamiento	Beneficio neto BN	Costo que varía CV	Cambio en BN (e)	Cambio en CV (f)	TRM (%) [(e/f) 100]
T1	Q. 28,836.00	Q. 0.00			
T6	Q. 39,370.00	Q. 3,280.00	Q. 10,534.00	Q. 3,280.00	321.15

Cálculos de la tasa mínima de retorno (TAMIR). Las tasas de interés en el mercado financiero formal en el altiplano central de Guatemala andan son de 18 % por temporada de cultivo, lo cual al sumarse con el 25 % de retorno mínimo exigido a la agricultura, da una TAMIR de 43 %.

Usando el criterio de optimalidad “el tratamiento más rentable es el último para el cual se cumple la condición, $TMR \geq TAMIR$ ”, se observa que esta se cumple para T6, por tanto, este tratamiento es el más rentable y constituye la recomendación para los agricultores, siendo este el que considera la fertilización con uso de abono orgánico, a través de dos aplicaciones en el desarrollo del cultivo de ejote francés 2 días antes de la siembra y a los 30 días después de la siembra.

2.6.6 Estimación de la relación beneficio costo.

Según la relación beneficio/costo los tratamientos T6 y T4 son quienes generan una mayor ganancia para el agricultor por cada quetzal invertido.

Para el tratamiento T6 la relación B/C es igual a Q. 13.00 y para el tratamiento T4 la relación B/C es igual a Q. 5.66. El tratamiento que permite obtener un mayor beneficio es el T6, este presenta una Relación B/C= Q. 13.00 lo cual indica que por Q. 1.00 invertido el agricultor puede obtener Q. 12.00 de beneficio para él.

2.7 CONCLUSIONES

1. Se determinó estadísticamente que los mejores programas de fertilización son los identificados como T4, T3, T6 clasificándose dentro de la literal "A" por sus valores más altos en producción. Los rendimientos obtenidos de vainas de ejote francés para estos programas de fertilización fueron de: T4= 9,660 kg/ha, T3= 8,785 kg/ha y T6= 8,180 kg/ha.
2. Los programas de fertilización que extrajeron la mayor cantidad de nutrientes del suelo a través de la planta completa de ejote francés, son los identificados como T3, T4, y T6. La media de extracción de los nutrientes para estos tres programas de fertilización fueron de: 417 kg de N/ha, 33 kg de P/ha, 213 kg K/ha, 276 kg de Ca/ha, 92 kg de Mg/ha.
3. Después de realizar el análisis económico con presupuestos parciales, el tratamiento T6 es el más rentable para el agricultor con una Relación B/C= Q. 13.00 lo cual indica que por Q. 1.00 invertido el agricultor puede obtener Q. 12.00 de beneficio para él.

2.8 RECOMENDACIONES

1. Bajo condiciones edáficas y climáticas iguales o similares se recomienda el programa T6= Programa de fertilización con abono orgánico, del cual se puede obtener una Relación B/C= Q. 13.00.
2. Como segunda recomendación el agricultor puede hacer uso del programa de fertilización identificado como T4= Programa de fertilización recomendado por ICTA-MAGA, del cual se puede obtener una Relación B/C= Q. 5.66.

2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. Agrosemillas, Guatemala. 2008. Ejotes (en línea). Guatemala. Consultado 15 mar. 2015. Disponible en <http://www.agrosemillas.com.gt/pg016-024.html>
2. Alfaro Marroquín, RH. 1993. Evaluación de cinco variedades de frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.), y su respuesta a la fertilización con nitrógeno, en Santiago Sacatepéquez, departamento de Sacatepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 110 p.
3. Alvarado González, F. 2014. Evaluación de cuatro fuentes comerciales de Ca y Mg sobre la absorción en el tejido vegetal de ejote francés (*Phaseolus vulgaris*), var. Sapporo, bajo condiciones de invernadero, en el Centro Experimental Docente de Agronomía, Facultad de Agronomía, USAC, Guatemala C.A. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 87 p.
4. Alvarado Mérida, HY. 2003. Planeación de la producción de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.) y calabacines (*Cucurbita pepo* L.) con organizaciones campesinas del occidente de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Consultado 15 mar. 2015. Disponible en <http://www.fausac.usac.edu.gt/tesario/HugoAlvarado.pdf>
5. Álvarez Pacheco, CA. 1988. Evaluación de nitrógeno, potasio y densidad de siembra, en el rendimiento de frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.), variedad ICTA California 124c. en el municipio de San Sebastián Huehuetenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 60 p.
6. Azcón Bieto, J; Talón, M. 2003. Fundamentos de fisiología vegetal. Barcelona, España, McGraw-Hill Interamericana. 522 p.
7. Bacaro Pedroza, MA. 2009. Estudio comparativo entre las fertilizaciones químicas (granulada y disuelta) y orgánica, durante el establecimiento de plantaciones de café. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 61 p.
8. BANGUAT (Banco de Guatemala, Guatemala). 2015. Series históricas: comercio exterior (en línea). Guatemala. Consultado 15 mar. 2015. Disponible en <http://www.banguat.gob.gt/inc/main.asp?id=3986&lang=1&aud=1>.
9. Bertsch, F. 1995. La fertilidad de los suelos y su manejo. Costa Rica, AC. 157 p.
10. Cámara del Agro, Guatemala, / AGREQUIMA, Guatemala. 2015. Elementos de propuesta de política agrícola para Guatemala. Guatemala. 110 p.
11. Chávez Cruz, MR. 2015. Plan de negocios para la creación de una empresa de productores de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.) de exportación en el municipio de Palencia, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 224 p.

12. Córdova Martínez, RA. 2015. Evaluación de programas fitosanitarios para el manejo de la roya *Uromyces appendiculatus* F. Strauss en el cultivo de frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.) para exportación en la finca San Lorenzo, aldea Chiapas, Santa Rosa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 47 p.
13. FAO, Francia. 2002. Los fertilizantes y su uso. Paris, Francia, IFA (Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes). 83 p.
14. Fassbender, HW; Bornemisza, E. 1987. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. San José, Costa Rica, IICA. 419 p.
15. Figueroa, L. 2006. Manual del manejo integrado de plagas y enfermedades del cultivo de frijol ejotero. Guatemala, Cuatro Pinos. 15 p.
16. ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Guatemala). 2012. Experiencias del ICTA en la producción de abonos orgánicos. Guatemala. 32 p.
17. ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Guatemala). 2011. Manual práctico: muestreo de suelos con fines de fertilización de cultivos. Guatemala. 30 p.
18. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala). 2000. Primera aproximación al mapa de clasificación taxonómica de los suelos de la república de Guatemala, a escala 1: 250,000. Guatemala, UPIE-MAGA / MAGA / BID. 48 p.
19. Miranda Mijangos, AN. 2011. Evaluación del efecto de la combinación de fertilización química y orgánica en el cultivo de café (*Coffea arabica*), realizado en la finca El Capetillo, San Juan Alotenango, Sacatepéquez, Guatemala, C.A. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 143 p.
20. Poey, D. 1979. Los componentes del rendimiento y su aplicación en la investigación de cultivos. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. 17 p. (Boletín Técnico no. 3).
21. PPI (Potash & Phosphate Institute, US); FAR (Foundation for Agronomic Research, US). 1988. Manual de fertilidad de suelos. US. 85 p.
22. Reyes Hernández, M. 2001. Análisis económico de experimentos agrícolas con presupuestos parciales: re enseñando el uso de este enfoque. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, CIAGROS. 34 p.
23. Rivera, J. 2012. Efecto de la bioestimulación vegetal y nutrición foliar en la producción y calidad de fruto, en el cultivo de chile pimiento (*Capsicum annum*, var. Simpathy, var. Fascinato) en condiciones bajo invernadero, finca San

- Antonio, aldea Pachalí, San Juan Sacatepéquez, Guatemala, C.A. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 171 p.
24. Rodríguez, F. 1982. Fertilizantes-nutrición vegetal. México, AGT Editor. 157 p.
 25. Salisbury, F; Ross, C. 2000. Fisiología de las plantas 1: células: agua, soluciones y superficies. España, Paraninfo Thomson Learning. 305 p.
 26. Sánchez López, A. 2014. Análisis financiero de dos planificaciones de siembra de ejote francés en finca La Suiza, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez (2010-2012) estudio de caso. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales. 74 p.
 27. Sancho, H. 1999. Curvas de absorción de nutrientes: importancia y uso en los programas de fertilización. *Informaciones Agronómicas* 36:11-13 p.
 28. Sandoval, JE. 2007. Principios de riego y drenaje. Guatemala, USAC, Editorial Universitaria. 361 p.
 29. Schaart López, GA. 2012. Sistematización de experiencias en la producción de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.), para exportación. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. Consultado 15 mar. 2015. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2730.pdf
 30. SEGEPLAN (Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala). 2010. Plan de desarrollo de San Martín Jilotepeque, Chimaltenango 2011-2025. Guatemala. 96 p.
 31. Sitún, M. 2007. Investigación agrícola: guía de estudio. Guatemala, ENCA. 151 p.
 32. SYNGENTA, México. 2013. Semillas hortalizas (en línea). México. Consultado 15 mar. 2015. Disponible en <http://www.syngenta.com.mx/serengeti.aspx>
 33. Vásquez Mejía, JE. 1993. Evaluación de cinco programas de fertilización en el cultivo de frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.), en Concepción Pínula, San José Pínula. EPISA Investigación Inferencial. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 41 p.
 34. Villeda, J. 1992. El cultivo del ejote francés; manual técnico. Guatemala, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. 45 p.
 35. Zaldaño Hernández, OR. 1992. Efecto de la fertilización al suelo con distintos programas de fertilización en el rendimiento de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.), en Asunción Chivoc, San Juan Sacatepéquez, Guatemala. EPISA Investigación Inferencial. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 47 p.

2.10 ANEXOS



Fuente: elaboración propia, año 2017.

Figura 14A. Fotografía de la selección del área y limpieza de parcela de Investigación.



Fuente: elaboración propia, año 2017.

Figura 15A. Fotografía de la preparación de terreno y elaboración de surcos.



Fuente: elaboración propia, año 2017.

Figura 16A. Fotografía de la elección de fórmulas de fertilizantes y pesado.



Fuente: elaboración propia, año 2017.

Figura 17A. Fotografía de la incorporación de fertilizantes según programas de fertilización.



Fuente: elaboración propia, año 2017.

Figura 18A. Fotografía de la mezcla de fertilizantes y colocación de molch.



Fuente: elaboración propia, año 2017.

Figura 19A. Fotografía de aplicación de fungicida a la semilla y siembra de ejote francés.



Fuente: elaboración propia, año 2017.

Figura 20A. Fotografía de la fertilización según cada programa de fertilización.



Fuente: elaboración propia, año 2017.

Figura 21A. Fotografía del crecimiento vegetativo y sus fertilizaciones.



Fuente: elaboración propia, año 2017.

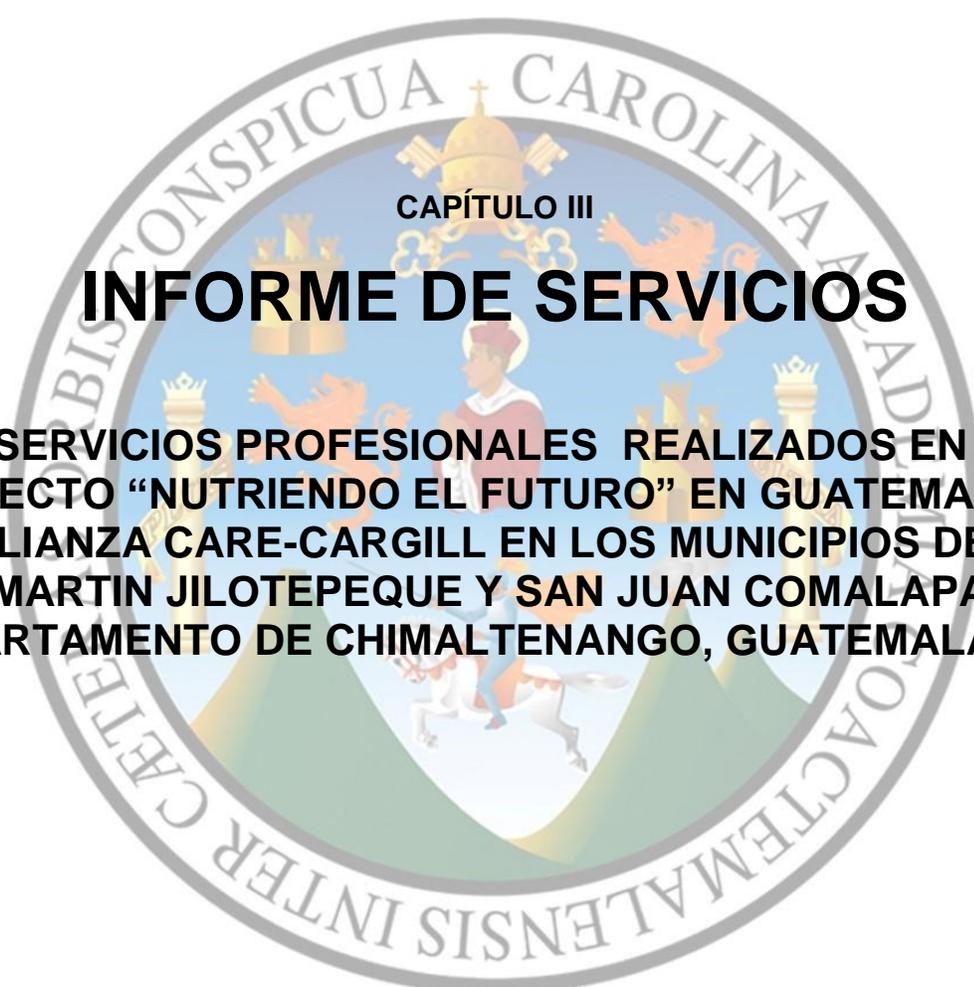
Figura 22A. Fotografía de la producción y toma de resultados.

Cuadro 29A. Aporte en kg/ha de cada elemento según programas de fertilización.

Trata	Formulaciones comerciales	Momento de aplicación	Dosis/ha	Aporte por kg/ha								
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	B ₂ O ₃	Zn	Amino
T1	Ninguna	-----	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total del elemento aplicado en el programa de fertilización			0	0	0	0	0	0	0	0	0
T2	11-0-3.55 + (0.29Mg+13.30 amino)	Al momento de la siembra	6.5 qq	32.5	0.0	10.5	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	39.3
	2-0-1.60 + (0.50B ₂ O ₃ +95.90 amino)	8 días después de la siembra	0.5 L	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
	2-0-1.60 + (0.50B ₂ O ₃ +95.90 amino)	15 días después de la siembra	0.5 L	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
	7-5-4 + (1Mg+0.40B ₂ O ₃ +0.60Zn+81.90 amino)	25 días después de la siembra	0.5 L	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
	11-0-3.55 + (0.29Mg+13.30 amino)	35 días después de la siembra	6.5 qq	32.5	0.0	10.5	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	39.3
	7-5-4 + (1Mg+0.40B ₂ O ₃ +0.60Zn+81.90 amino)	45 días después de la siembra	0.5 L	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
	0-0-0 + (13CaO+2.5Mg+0.60B ₂ O ₃ +83.90 amino)	55 días después de la siembra	0.5 L	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
	0-0-0 + (13CaO+2.5Mg+0.60B ₂ O ₃ +83.90 amino)	65 días después de la siembra	0.5 L	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
	Total del elemento aplicado en el programa de fertilización				65.1	0.1	21.0	0.1	1.7	0.0	0.0	0.0
T3	3.11-2.96-2.41+(2.53Ca+0.49Mg+0.44S)	2 días antes de la siembra	35 qq	49.5	47.1	38.3	40.2	7.8	7.0	0.0	0.4	0.0
	12-24-12	2 días antes de la siembra	9 qq	49.1	98.2	49.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	9.1-6.6-5 + (0.21Ca+0.21Mg+1.25S+0.66Zn)	15 días después de la siembra	1 L	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	9.1-6.6-5 + (0.21Ca+0.21Mg+1.25S+0.66Zn)	25 días después de la siembra	1 L	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	9.1-6.6-5 + (0.21Ca+0.21Mg+1.25S+0.66Zn)	35 días después de la siembra	1 L	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

	15-15-15	36 días después de la siembra	9 qq	61.4	61.4	61.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0-20-50 + (0.01Mg+0.08S+0.01 B ₂ O ₃)	40 días después de la siembra	1 L	0.0	0.0	0.6	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0-20-50 + (0.01Mg+0.08S+0.01 B ₂ O ₃)	48 días después de la siembra	1 L	0.0	0.0	0.6	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0-20-50 + (0.01Mg+0.08S+0.01 B ₂ O ₃)	55 días después de la siembra	1 L	0.0	0.0	0.6	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Total del elemento aplicado en el programa de fertilización			160.1	208.5	153.4	40.2	7.8	7.0	0.0	0.4	0.0
T4	0.546-1.309-1.209 +(1.461Ca+0.354Mg +0.277S+ 0.0028 B ₂ O ₃ +0.012Zn)	2 días antes de siembra	55 qq	13.7	32.7	30.2	36.5	8.9	6.9	0.1	0.3	0.0
	15-15-15	Al momento de la siembra	8 qq	54.5	54.5	54.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	46-0-0	25 días después de la siembra	7 qq	146.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0-0-0 + (2.9Mg+0.3B ₂ O ₃ +1.4Zn+1.4Cu)	30 días después de la siembra	1.5 L	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0-0-0 + (2.9Mg+0.3B ₂ O ₃ +1.4Zn+1.4Cu)	45 días después de la siembra	1.5 L	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0-0-0 + (2.9Mg+0.3B ₂ O ₃ +1.4Zn+1.4Cu)	55 días después de la siembra	1.5 L	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0-0-0 + (2.9Mg+0.3B ₂ O ₃ +1.4Zn+1.4Cu)	65 días después de la siembra	1.5 L	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Total del elemento aplicado en el programa de fertilización				214.4	87.3	84.8	36.5	9.0	6.9	0.1	0.4
T5	46-0-0	Al momento de la siembra	3.2 qq	66.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	46-0-0	25 días después de la siembra	3.2 qq	66.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Total del elemento aplicado en el programa de fertilización				133.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
T6	3.11-2.96-2.41+(2.53Ca+0.49Mg+0.44S)	2 días antes de la siembra	30 qq	42.4	40.4	32.9	34.5	6.7	6.0	0.0	0.4	0.0

	3.11-2.96- 2.41+(2.53Ca+0.49Mg+0.44S)	30 días después de la siembra	30 qq	42.4	40.4	32.9	34.5	6.7	6.0	0.0	0.4	0.0
	Total del elemento aplicado en el programa de fertilización			84.8	80.7	65.7	69.0	13.4	12.0	0.0	0.7	0.0
El tratamiento T5 representa el programa de fertilización específico en base al análisis químico y físico de suelo. El cual se puede observar que el suelo presenta un pH dentro del rango adecuado, en el caso de los elementos P, K, Ca, Mg se encuentran también dentro del rango adecuado y tras hacer el cálculo de los elementos presentes en kg/ha de suelo, estos son mayores a los requerimientos del cultivo motivo por el cual se decidió aplicar únicamente Nitrógeno.												

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a figure on horseback, a crown, and other heraldic symbols. The shield is set against a background of a blue sky and green hills. The circular border of the seal contains the Latin text "UNIVERSITAS CAROLINA ACAD. S. CAROL. GUATEMALENSIS" and "CETIBIS CONSPICUA".

CAPÍTULO III

INFORME DE SERVICIOS

3 SERVICIOS PROFESIONALES REALIZADOS EN EL PROYECTO “NUTRIENDO EL FUTURO” EN GUATEMALA, DE LA ALIANZA CARE-CARGILL EN LOS MUNICIPIOS DE SAN MARTIN JILOTEPEQUE Y SAN JUAN COMALAPA, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.

3.1 PRESENTACIÓN

Actualmente a través del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) los profesionales de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tienen la oportunidad de plantear, coordinar, ejecutar y evaluar diferentes servicios profesionales desarrollados en campo, estos servicios responden al interés que poseen algunas instituciones en mejorar el manejo de procesos y actividades relacionadas con la agricultura del país.

CARE Guatemala en alianza con CARGILL benefician a agricultores por medio del proyecto “Nutriendo el Futuro” en Guatemala, la estrategia de este programa se basa en aportar un fondo revolvente o capital semilla a productores de las asociaciones ASODERE, APROMAC, ADIPP, ASPROPA y comité El Horizonte, este fondo viene a facilitar el acceso a semillas, insumos agrícolas, materiales y herramientas para las cadenas de valor agrícola de ejote francés (*Phaseolus vulgaris*), arveja china (*Pisun sativum*), mora (*Rubus sp*).

Mas sin embargo el apoyo del proyecto no queda únicamente en aportar el fondo revolvente o capital semilla, esta estrategia es complementada con el acompañamiento técnico directo en campo, para poder mejorar la calidad y cantidad de la producción agrícola de 500 agricultores quienes se localizan en los municipios de San Martin Jilotepeque y San Juan Comalapa del departamento de Chimaltenango. Según algunas problemáticas detectadas en el diagnóstico realizado por el uso del fondo revolvente, nos guían hacia la planeación y ejecución de tres servicios.

El primer servicio corresponde a la implementación de una campaña sobre Manejo Integrado de Plagas a productores de ejote francés (*Phaseolus vulgaris*), arveja china (*Pisun sativum*), mora (*Rubus sp*), al mismo tiempo del establecimiento de trampas para el control de insectos en parcelas productivas de San Juan Comalapa y San Martin Jilotepeque, Chimaltenango, Guatemala C.A.

El segundo servicio corresponde al desarrollo de ciclos de capacitación y formación para el fortalecimiento de las BPA'S y BPM'S en las cadenas de valor de ejote francés (*Phaseolus vulgaris*), arveja china (*Pisun sativum*), mora (*Rubus sp*) desarrollados en los municipios de San Juan Comalapa y San Martin Jilotepeque, Chimaltenango, Guatemala C.A.

Finalmente el tercer servicio consistió en cuantificación de producción de biomasa aprovechable en 10 hortalizas en los centros experimentales agrícolas de San Juan Comalapa y San Martin Jilotepeque, Chimaltenango, Guatemala C.A.

3.2 PRIMER SERVICIO: CAMPAÑA SOBRE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS A PRODUCTORES DE EJOTE FRANCÉS (*Phaseolus vulgaris*), ARVEJA CHINA (*Pisun sativum*), MORA (*Rubus sp*), AL MISMO TIEMPO DEL ESTABLECIMIENTO DE TRAMPAS PARA EL CONTROL DE INSECTOS EN PARCELAS PRODUCTIVAS DE SAN JUAN COMALAPA Y SAN MARTÍN JILOTEPEQUE, CHIMALTENANGO, GUATEMALA C.A.

3.2.1 INTRODUCCIÓN

La producción y comercialización de ejote francés (*Phaseolus vulgaris*), arveja china (*Pisun sativum*), mora (*Rubus sp*), es una de las principales actividades agrícolas que realizan los productores de las comunidades que son parte del proyecto “Nutriendo el Futuro” en Guatemala, impulsado por la alianza CARE-CARGILL, estas actividades son generadoras de desarrollo económico en la localidad y fuente ingresos económicos para las familias de los productores/as, debido a esto se considera necesario fortalecer sus conocimientos y capacidades en el tema de manejo integrado plagas.

La producción y exportación de cultivos como el ejote francés, arveja china y mora muestran el problema de rechazo de su producción debido a la mala calidad y daño cosmético el cual es generado por las diferentes plagas presentes en el desarrollo y crecimiento de la planta, razón por la cual se consideró necesario realizar un taller de capacitación a productores/as para realizar un manejo integrado de plagas más adecuado, al mismo tiempo de la demostración de la colocación correcta de trampas para el control de insectos en las parcelas productivas.

A esto se le suma el reporte del enlace técnico municipal de San Juan Comalapa en donde se informa sobre el problema de la presencia de (*Drosophila suzukii*) en plantaciones de mora, cuyo tema fue alertado por la comisión de Berrys de AGEXPORT, en esta ocasión las acciones recomendadas fueron: la implementación de un plan de manejo integrado de plagas y la colocación de trampas de color rojo en las parcelas productivas para mitigar y disminuir los efectos de las poblaciones de mosca en el fruto del cultivo de mora.

3.2.2 OBJETIVOS

3.2.2.1 Objetivo General.

Capacitar por medio de talleres teórico-práctico a productores/as con el tema de Manejo Integrado de Plagas y el establecimiento de trampas para el control de insectos en parcelas de ejote francés (*Phaseolus vulgaris*), arveja china (*Pisun sativum*), mora (*Rubus sp*) de las comunidades participantes del proyecto “Nutriendo el Futuro” en Guatemala.

3.2.2.2 Objetivos Específicos.

1. Fortalecer los conocimientos y capacidades de los agricultores a través de la selección de un método y metodología de fácil comprensión para los productores participantes del taller teórico-práctico.
2. Enseñar a los productores los componentes básicos del manejo integrado de plagas y el muestreo de poblaciones de insectos dañinos para los cultivos.
3. Demostrar la elaboración adecuada de trampas con hormonas y adherente como muestra de método de control de insectos en parcelas productivas.

3.2.3 METODOLOGÍA

El taller de capacitación se realizó a través del método “aprender haciendo” con la finalidad promover un aprendizaje más vivencial y práctico, más sin embargo fue necesario también hacer uso de la técnica de “exposición oral dinamizada” para la preparación de los agricultores con las bases teóricas del taller, las fases de desarrollo del taller se definen de la siguiente forma:

- a) Planificación de talleres a realizar, elaboración de agenda del evento.
- b) Divulgación de información hacia productores y promotores.

- c) Preparación de material didáctico para impartir el taller.
- d) Selección de lugar y fecha de impartición.
- e) Desarrollo del taller el cual consiste en una parte teórica con conceptos básicos sobre manejo integrado de plagas.
- f) Desarrollo del taller en la parte practica con diferentes tipos de muestreo en parcelas con producción.
- g) Demostración de elaboración de una trampa, medidas del nylon, corte del nylon, y agregación de hormonas al mismo tiempo del adherente.
- h) Demostración práctica de colocación de trampas en parcelas productivas, basados en el fundamento teórico.
- i) Cuantificación de trampas colocadas en las parcelas y determinación del costo de las mismas.

3.2.4 RECURSOS

- 1) Material didáctico (folletos, carteles, pizarrón, marcadores)
- 2) Personal para capacitación EPS Facultad de Agronomía, Técnico agrícola CARE.
- 3) Transporte.
- 4) Sillas y mesas.
- 5) Nylon plástico rojo, amarillo y azul especial para trampas.
- 6) Pegamento para trampas.
- 7) Gasolina para vehículo.
- 8) Recipientes para mezcla de productos.
- 9) Brocha.
- 10) Estacas para colocar las trampas.
- 11) Parcelas en producción.

3.2.5 RESULTADOS

El taller de capacitación se desarrolló con la participación de 35 productores agrícolas, el grupo estuvo conformado por promotores rurales de 5 asociaciones, quienes fueron los encargados de replicar el conocimiento adquirido, a través del método de cascada en cada comunidad.

El taller tuvo la participación productores de ejote francés a cargo de las asociaciones ASODERE Y ADIPP, productores de mora a cargo de la asociación APROMAC y comité agrícola El Horizonte, además los productores de arveja china fueron representados por la asociación ASPROPA.

Cuadro 30. Promotores rurales capacitados en el tema de manejo integrado de plagas y estimación de población beneficiada por la réplica de conocimiento.

Beneficiarios	Asociación	Cultivo	No. De Participantes	Población beneficiada a través de la replica
Promotores rurales	ASODERE	Ejote francés	8	188
Promotores rurales	ADIPP	Ejote francés	8	47
Promotores rurales	APROMAC	Mora	8	265
Promotores rurales	EL HORIZONTE	Mora	8	81
Promotores rurales	ASPROPA	Arveja china	8	35

Fuente: elaboración propia, año 2,017.

La colocación de trampas con hormonas y adherente para el control de insectos se realizó específicamente con productores de mora, quienes reportaron el ataque de *Drosophila suzukii* en la región, además de recibir el respaldo de la comisión de Berrys de AGEXPORT.

Cuadro 31. Cuantificación de trampas con hormonas y adherente en parcelas agrícolas.

Número de beneficiarios	Asociación	Cantidad de trampas entregadas (0.25m x 0.25m)	Área Protegida con el método (Cuerdas)	Área Protegida con el método (Hectáreas)	Valoración de aporte (Q)
134 Productores	APROMAC	3,200	400	48	Q1,466.35
212 Productores	EL HORIZONTE	6,400	800	96	Q2,933.65
TOTAL		9,600	1,200	144	Q 4,400.00

Fuente: Elaboración Propia, año 2,017.

De la implementación de este control de plagas fue beneficiado un total de 2 asociaciones la primera lleva el nombre de APROMAC (Asociación de Productores de Mora de Agua Caliente) y comité agrícola El Horizonte. El número de productores atendidos fue de 346, la cantidad de trampas entregadas a los productores fue de 9,600 con medidas de 0.25 m x 0.25 m la cantidad de trampas que se colocaron por cuerda fue de 8.

El área que se logró proteger con este método para la plaga de *Drosophila suzukii* fue de 1,200 cuerdas las cuales que equivalen a 144 hectáreas tierra con producción de mora, el aporte económico que se realizó a las 2 asociaciones después de entregarles las trampas con los insumos necesarios fue de Q 4, 400.00.



Fuente: elaboración propia, año 2,017.

Figura 23. A) Capacitación teórica componentes MIP., B) Métodos de control físico, mecánico, biológico, químico y etológico en las parcelas.



Fuente: elaboración propia, año 2,017.

Figura 24. A) Tipos y formas adecuadas de muestreo en parcelas., B) Identificación de plagas en los cultivos.



Fuente: elaboración propia, año 2,017.

Figura 25. A) Elaboración y preparación de trampas con hormona y adherente., B) Colocación de trampas en parcelas.

3.2.6 EVALUACIÓN

A través del método de enseñanza “aprender haciendo” y por medio de la técnica de “exposición dinamizada” fue posible capacitar y fortalecer los conocimientos de 40 promotores rurales, cada participante tuvo la oportunidad de conocer distintos métodos de control de insectos y su muestreo en campo, a través de la réplica de los conocimientos adquiridos por los promotores rurales y su transferencia hacia las demás comunidades se estima que saldrán beneficiados 235 productores de ejote francés, 346 productores de mora y 35 productores de arveja china.

Por medio del taller teórico-práctico fue posible dar a conocer los componentes básicos del manejo integrado de plagas, siendo los siguientes: la observación, la prevención y la intervención. En el caso de la observación consiste en realizar exámenes visuales a los cultivos en campo, en el caso de la prevención consiste en el uso de medidas indirectas que se anticipan a la aparición de las plagas, entre estas medidas tenemos: la rotación de cultivos, fertilización, riego, manejo del hábitat, cultivos trampa, etc. En el caso de la intervención son medidas de aplicación directas, se realizan cuando ya existe la presencia de poblaciones altas de insectos, dentro de estos métodos de control tenemos: control físico y mecánico, biológico, microbiológico, etológico, autocida, químico selectivo.

Fue posible realizar la implementación de trampas de nylon de color rojo para la plaga de mosca *Drosophila suzukii*, este método permitió beneficiar a 346 productores de mora al mismo tiempo que se logró colocar 9,600 trampas en 1,200 cuerdas equivalente a 144 hectáreas, la cantidad de trampas colocadas por cuerda fue de 8 con medidas de 0.25 m de ancho y 0.25 m de largo.

3.3 SEGUNDO SERVICIO: CICLOS DE CAPACITACIÓN Y FORMACIÓN PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS BPA'S Y BPM'S EN LAS CADENAS DE VALOR DE EJOTE FRANCÉS (*Phaseolus vulgaris*), ARVEJA CHINA (*Pisun sativum*), MORA (*Rubus sp*) DESARROLLADOS EN LOS MUNICIPIOS DE SAN JUAN COMALAPA Y SAN MARTIN JILOTEPEQUE, CHIMALTENANGO, GUATEMALA C.A.

3.3.1 INTRODUCCIÓN

Los cultivos de exportación deben reunir características de calidad, cantidad e inocuidad después del uso de un programa de siembra y producción. La principal exigencia que se tiene al exportar los diferentes productos a países internaciones es cumplir con las normas de certificación como Global GAP, Euro GAP, HACCAP, debido a estas exigencias, cada productor debe hacer un uso razonable y sobre todo responsable de los diferentes insumos permitidos en el manejo agrícola de los cultivos.

El principal problema observado fue el uso no adecuado de insumos, equipo y herramientas agrícolas que se utilizan en la etapa de crecimiento fenológico de los cultivos, cosecha y comercialización. Las debilidades en el manejo agrícola de los cultivos como el ejote francés, arveja china y mora se centran en áreas como: la fertilidad de suelos, nutrición vegetal, plaguicidas agrícolas, fitopatología, manejo integrado de plagas, sistemas de riego etc.

Debido a esto es que se realizó la planificación y ejecución de ciclos de capacitación para fortalecer el conocimiento de los agricultores y mejorar su producción en calidad y cantidad después de la implementación de buenas prácticas agrícolas y buenas prácticas de manufactura, permitiéndoles estar mejor preparados para acceder a nuevos mercados con estándares de mayor calidad y más exigentes.

3.3.2 OBJETIVOS

3.3.2.1 Objetivo General.

Realizar la capacitación de productores/as de los cultivos de ejote francés (*Phaseolus vulgaris*), arveja china (*Pisun sativum*) y mora (*Rubus sp*), para el fortalecimiento de sus capacidades técnicas agrícolas en el manejo de BPA´S y BPM´S.

3.3.2.2 Objetivos Específicos.

1. Definir método y técnica de enseñanza de fácil comprensión para el desarrollo de ciclos de capacitación y fortalecimiento de las capacidades de los agricultores.
2. Determinar la cantidad de productores atendidos por asociación y comité agrícola participantes del proyecto “Nutriendo el Futuro” en Guatemala.
3. Concientizar a los productores/as sobre el uso razonable y adecuado de los insumos, equipo y herramientas utilizadas en el manejo agrícola de sus cultivos.

3.3.3 METODOLOGÍA

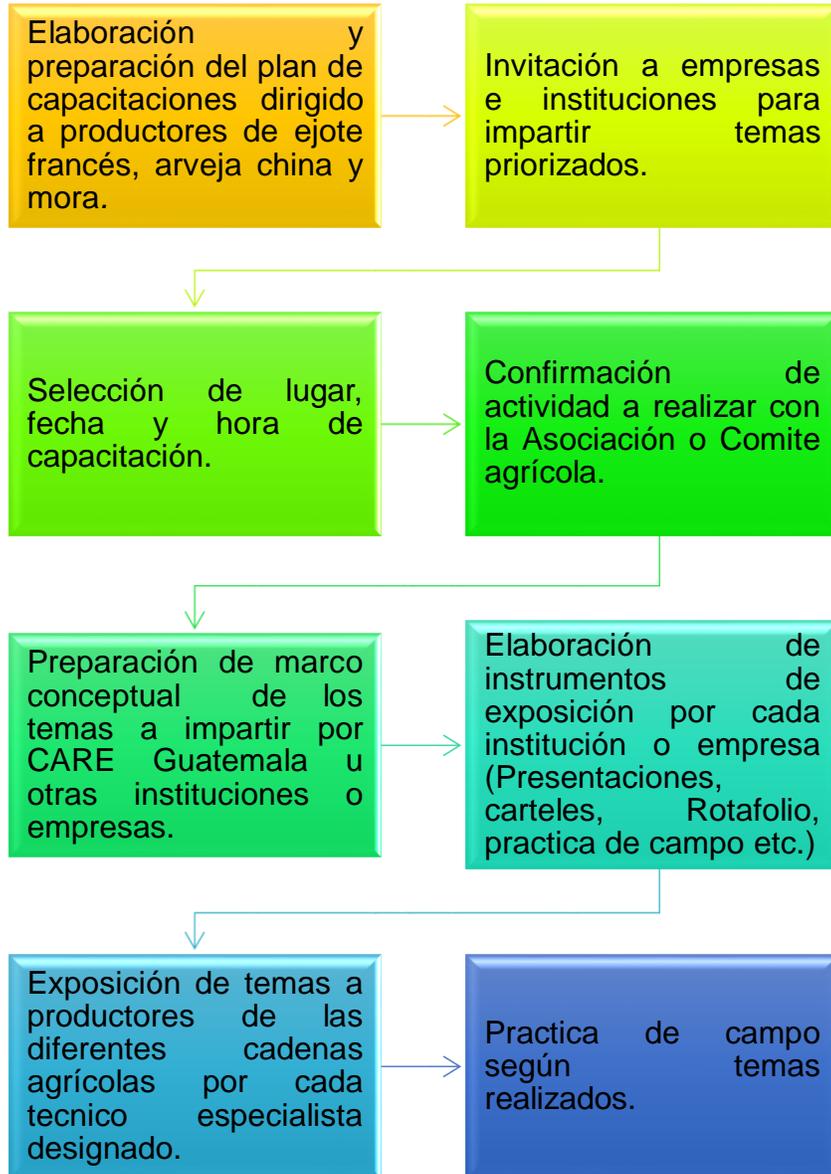
Método de formación y técnica para el desarrollo de los ciclos de capacitación.

Metodo de formación

•**La comunicación para el cambio social (para el desarrollo):** este metodo de busca una comunicación ética, de la identidad y de la afirmación de valores; recupera el diálogo y la participación como ejes centrales, este metodo de formación permite desarrollar en los agricultores sus conocimientos, aptitudes y practicas.

•**Técnica de enseñanza:** exposicion oral dinamizada según (Berducido Catalán, SA. 2005).

Proceso metodológico.



3.3.4 RECURSOS

1. Espacio físico para realizar la capacitación.
2. Recurso humano: expositores o capacitadores.
3. Plan de capacitaciones
4. Presentaciones power point, carteles, rotafolio, prácticas de campo etc.
5. Papel bond.
6. Lapiceros.
7. Marcadores, lápiz etc.
8. Computadoras.
9. Cañonera
10. Sillas.
11. Mesas.
12. Insumos agrícolas (fertilizantes, insecticidas, fungicidas, molch, bombas de mochila, azadón, recipientes plásticos, machetes, pitas, cestas etc.)

3.3.5 RESULTADOS

Los ciclos de capacitación fueron realizados con cuatros asociaciones y un comité agrícola todos participantes del proyecto “Nutriendo el Futuro” en Guatemala, muchas de las temáticas abordadas corresponden a la red curricular de CARE Guatemala, la cual busca reforzar debilidades en materia de producción y comercialización de cultivos de exportación.

Cuadro 32. Asociaciones y número de productores/as participantes de los ciclos de capacitaciones.

No.	Asociación	Productores	Productoras	Total	Ciclo de capacitación
1	APROMAC	27	115	142	Año 2,015
2	ASODERE	48	28	76	Año 2,015
3	ADIPP	44	3	47	Año 2,015
4	EL HORIZONTE	38	43	81	Año 2,015
5	ASPROPA	13	10	23	Año 2,015
	Total	170	199	369	Año 2,015

Fuente: elaboración propia, año 2,017.

Con respecto al cuanto 32 podemos mencionar que el número de asociaciones participantes en los ciclos de capacitación fueron cuatro y un comité agrícola, se tuvo la participación de 170 productores y 199 productoras, haciendo un total de 369 agricultores/as capacitados durante el desarrollo del año 2,015.

Las diferentes temáticas abordadas para los productores fueron: manejo fitosanitario de cultivos de exportación, fertilización y nutrición vegetal hortalizas de exportación y mora, situación actual del mercado de ejote y cambio climático, grado de madurez de la mora y la relación a la variabilidad climática, cambio climático y dinámica de mercado, sostenibilidad y seguimiento de aboneras orgánicas con lombrices, calibración y aplicación de plaguicidas agrícolas, manejo y uso de área forestal, manejo de ahorro y crédito en la agricultura, técnicas y métodos de aplicación de riego para uso racional del agua, biología

y métodos de control para la mosca de la fruta (*Drosophila Suzuki*), transformación y valor agregado del cultivo de mora entre otros.



Fuente: elaboración propia, año 2,017.

Figura 26. A) Capacitación en fertilización y nutrición vegetal de cultivos de exportación., B) Valor agregado del cultivo de mora.



Fuente: elaboración propia, año 2,017.

Figura 27. A) Manejo de ahorro y crédito en la agricultura., B) Manejo fitosanitario de cultivos de exportación.

3.3.6 EVALUACIÓN

El método de formación que se utilizó para realizar los ciclos de capacitación es la comunicación para el cambio social o para el desarrollo, debido a que esta busca una comunicación ética, de identidad, recuperando el diálogo y promoviendo la participación, en donde se evalúan los conocimientos, aptitudes y prácticas de los agricultores, por otra parte la técnica de enseñanza exposición oral dinamizada permitió captar la atención de los productores motivando su participación e interés en las diferentes temáticas abordadas.

El número de asociaciones participantes en los ciclos de capacitación fueron cuatro y un comité agrícola, se tuvo la participación de 170 productores y 199 productoras, haciendo un total de 369 agricultores/as capacitados durante el desarrollo del año 2,015. Dentro de los temas abordados se encontraban: manejo fitosanitario de cultivos de exportación, fertilización y nutrición vegetal hortalizas de exportación y mora, calibración y aplicación de plaguicidas agrícolas, biología y métodos de control para la mosca de la fruta (*Drosophila Suzuki*) etc.

En cada capacitación realizada se promovió el uso responsable de insumos en la agricultura, debido a que gran parte de la variabilidad climática que se tiene en la actualidad se debe a las actividades que realiza el hombre y su agricultura, mas sin embargo se tiene claro que es necesario cambiar nuestras aptitudes y prácticas para obtener mejores resultados el manejo agrícola de los cultivos.

3.4 TERCER SERVICIO: CUANTIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN DE BIOMASA APROVECHABLE EN 10 HORTALIZAS EN LOS CENTROS EXPERIMENTALES DE SAN JUAN COMALAPA Y SAN MARTIN JILOTEPEQUE, CHIMALTENANGO, GUATEMALA C.A.

3.4.1 INTRODUCCIÓN

La producción de alimentos en el área rural muchas veces se convierte en una labor bastante difícil y complicada, debido a que gran parte de la población no tiene acceso a semillas mejoradas, insumos agrícolas y además desconocen el manejo agrícola adecuado para los cultivos. Según estudios realizados en el proyecto de línea base del proyecto “Nutriendo el Futuro” en Guatemala, indican que el municipio de San Martin Jilotepeque se encuentra en una clasificación de Alta Vulnerabilidad Nutricional, con un 46.9 % de retardo en talla, así mismo el municipio de San Juan Comalapa se encuentra en una clasificación de Muy Alta Vulnerabilidad Nutricional con un 65.1 % de retardo en talla.

Esto genera una gran preocupación debido a la pobreza en que se encuentran algunas familias de las comunidades. A través de identificar estas necesidades en la región se hace necesario implementar e impulsar 10 hortalizas en los centros experimentales, quienes servirán como modelo educativo, de enseñanza y aprendizaje para los pobladores de la localidad, permitiéndoles conocer como poder obtener una diversificación de cultivos que pueden ser fuente de alimento para toda la familia.

Considerando también que la mayoría de productores de la región se dedican únicamente a la producción ejote francés, arveja china y mora, es que se observa la necesidad de reforzar la falta de conocimiento en el manejo agrícola de otras especies de hortalizas que puedan ser fuente de alimentación e ingresos extras para las familias.

3.4.2 OBJETIVOS

3.4.2.1 Objetivo General.

Elaborar parcelas demostrativas con 7 hortalizas comerciales y 3 especies nativas como modelo de enseñanza, aprendizaje y promoción del rescate de especies nativas para familias con riesgo a inseguridad alimentaria y nutricional de los municipios de San Juan Comalapa y San Martín Jilotepeque.

3.4.2.2 Objetivos Específicos.

1. Describir el manejo agronómico realizado en las diferentes etapas de desarrollo de las hortalizas sembradas en las parcelas productivas.
2. Realizar un análisis de estadística descriptiva de la producción de biomasa aprovechable de los diferentes cultivos establecidos.
3. Incentivar a los pobladores de las comunidades a producir sus propios alimentos y así mejorar su calidad de alimentación familiar, para poder dejar de ser parte de altos índices de desnutrición en la región.

3.4.3 METODOLOGÍA

La implementación de los centros experimentales con producción de 7 hortalizas comerciales y 3 especies nativas se realizó con el método de enseñanza “aprender haciendo” debido a que esto permite desarrollar la capacidad de los pobladores de forma práctica y directa en campo.

Proceso metodológico.



3.4.4 RECURSOS

1. Área para siembra de cultivos (aportado por las diferentes comunidades)
2. Semilla de rábano (*Raphanus sativus*), zanahoria (*Daucus carota*), remolacha (*Beta vulgaris*), espinaca (*Spinacia oleracea*), colinabo (*Brassica campestris*), chipilín (*Crotalaria longirostrata*).
3. Pilonos de macuy (*Solanum nigrum*), coliflor (*Brassica oleracea*), repollo (*Brassica oleracea*), cebolla (*Allium cepa*), brócoli (*Brassica oleracea*).
4. Grupo de fertilizantes (Vedeagro, Root-king, Xylex, Ca-Sweet)
5. Agua para riego (aportado por las comunidades)
6. Asistencia técnica-CARE Guatemala
7. Jornaleros para:
8. Preparación del terreno
9. Siembra de hortalizas
10. Cuidado y manejo agrícola de los diferentes cultivos.
11. Insumos agrícolas (insecticidas, fungicidas) protección de los cultivos.

3.4.5 RESULTADOS

A todos los centros experimentales les fue entregado un paquete agrícola el cual contenía: pilones, semillas de hortalizas y un grupo de fertilizantes de la casa comercial TECSA para su uso durante el desarrollo de los cultivos. Tres centros experimentales fueron implementados con el apoyo de las asociaciones ASODERE de la comunidad Estancia de la Virgen del municipio de San Martín Jilotepeque y la asociación APROMAC de la comunidad Agua Caliente y el comité agrícola El Horizonte de la comunidad Simajhuleu, ambos del municipio de San Juan Comalapa.

La producción obtenida de cada cultivo fue pesada al momento de la cosecha, los resultados al finalizar sus respectivos ciclos de desarrollo se pueden encontrar en los siguientes cuadros.

Cuadro 33. Cuantificación de producción de biomasa aprovechable en el centro experimental de la comunidad Simajhuleu.

Cultivo	Área de siembra (m²)	Órgano aprovechable	Peso en kg
Macuy	25	hojas	785
Cola de nabo	25	hojas	134
Cebolla	25	Bulbo	73
Repollo	25	Hojas	1,092
Coliflor	25	Flor	979

Fuente: elaboración propia, año 2,017.

Con respecto al cuadro 33 muestra los resultados de la producción de biomasa aprovechable en 5 cultivos, estos alcanzaron los siguientes rendimientos: cultivo de macuy 785 kg, cultivo de cola de nabo 134 kg, cultivo de cebolla 73 kg, cultivo de repollo 1,092 kg, cultivo de coliflor 979 kg. De 10 hortalizas seleccionadas 5 fueron quienes lograron adaptarse a las condiciones de la región, mientras que las cinco restantes no lograron desarrollarse.

Cuadro 34. Cuantificación de producción de biomasa aprovechable en el centro experimental de la comunidad Agua Caliente.

Cultivo	Área de siembra (m²)	Órgano aprovechable	Peso en kg
Macuy	10	Hojas	66
Cola de nabo	10	Hojas	35
Repollo	10	Hojas	68
Coliflor	10	Flor	38
Espinaca	10	Hojas	22
Remolacha	10	Bulbo	34
Zanahoria	10	Raíz	27

Fuente: elaboración propia, año 2,017.

En relación al cuadro 34 muestra los resultados de la producción de biomasa aprovechable en 7 cultivos, estos alcanzaron los siguientes rendimientos: cultivo de macuy 66 kg, cultivo de cola de nabo 35 kg, cultivo de repollo 68 kg, cultivo de coliflor 38 kg, cultivo de espinaca 22 kg, cultivo de remolacha 34 kg, cultivo de zanahoria 27 kg. De 10 hortalizas seleccionadas 7 fueron quienes lograron adaptarse a las condiciones de la región, mientras que las tres restantes no lograron desarrollarse.

Cuadro 35. Cuantificación de producción de biomasa aprovechable en el centro experimental de la comunidad Estancia de la Virgen.

Cultivo	Área de siembra (m²)	Órgano aprovechable	Peso en kg
Macuy	20	hojas	16
Cola de nabo	20	hojas	42
Rábano	20	Raíz	71

Fuente: elaboración propia, año 2,017.

En cuanto al cuadro 35 muestra los resultados de la producción de biomasa aprovechable en 3 cultivos, estos alcanzaron los siguientes rendimientos: cultivo de macuy 16 kg, cultivo de cola de nabo 42 kg, cultivo de rábano 71 kg. De 10 hortalizas seleccionadas 3 fueron quienes lograron adaptarse a las condiciones de la región, mientras que las siete restantes no lograron desarrollarse.



Fuente: elaboración propia, año 2,017.

Figura 28. A) Cuantificación de producción de macuy., B) Cuantificación de producción de cebolla.

3.4.6 EVALUACIÓN

Después de haber realizado la siembra de 10 hortalizas en los centros experimentales de las comunidades Agua caliente, Simajhuleu y Estancia de la Virgen detalla que las principales actividades relacionadas al manejo agrícola de los cultivos consisten en: limpieza del terreno, preparación del suelo, siembra directa e indirecta, riego y fertilización, control de plagas y enfermedades. El método de siembra más exitoso que se obtuvo fue el de siembra indirecta a través de pilones, la implementación de sistemas de riego en las áreas productivas es básica y fundamental para poder producir siendo más efectivo el sistema de riego por goteo.

Después de realizar un análisis de estadística descriptiva en la producción obtenida, se puede decir que el comportamiento de rendimiento de los cultivos fue muy diferente en las tres regiones, esto debido a la variabilidad de las condiciones ambientales, climáticas, hídricas y edáficas de cada lugar.

En cuanto a la incentivación realizada a las personas después de la elaboración de las parcelas demostrativas, se observó una motivación e iniciativa muy importante por parte de los productores en este tipo de proyectos, dejándoles como retroalimentación el conocer cultivos con ciclos fenológicos diferentes a los que ellos manejan actualmente, al mismo tiempo que ellos obtuvieron nuevos conocimientos en cuanto al manejo de hortalizas.

3.5 BIBLIOGRAFÍA

1. Berducido Catalán, SA. 2005. Técnicas grupales de enseñanza y aprendizaje; documento educativo inducción del profesor universitario. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Médicas. 31 p.
2. CARE, Guatemala / CARGILL, Guatemala. 2014. Estudio de línea base del proyecto Nutriendo el Futuro en Guatemala. Guatemala. 94 p.
3. CropLife Latín América, Guatemala. 2010. Manual para el agricultor uso y manejo correcto de productos para la protección de cultivos/MIP. Guatemala. 202 p.
4. FAO, El Salvador. 2009. El huerto escolar, orientaciones para su implementación. El Salvador, Ministerio de Educación de El Salvador. 50 p.
5. Junta de Andalucía; Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente; Dirección General de la Producción Agrícola y Ganadera; Servicio de Sanidad Vegetal. 2,012. Manual de procedimiento para las prospecciones de *Drosophila suzukii*. España. 6 p.
6. SAGARPA (Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México). 2011. Servicio nacional de sanidad, inocuidad y calidad agroalimentaria (en línea). México, SAGARPA, Circular no. 158. Consultado 17 nov. 2011. Disponible en www.sagarpa.gob.mx/quienesomos/datosabiertos/senasica/Paginas/default.aspx