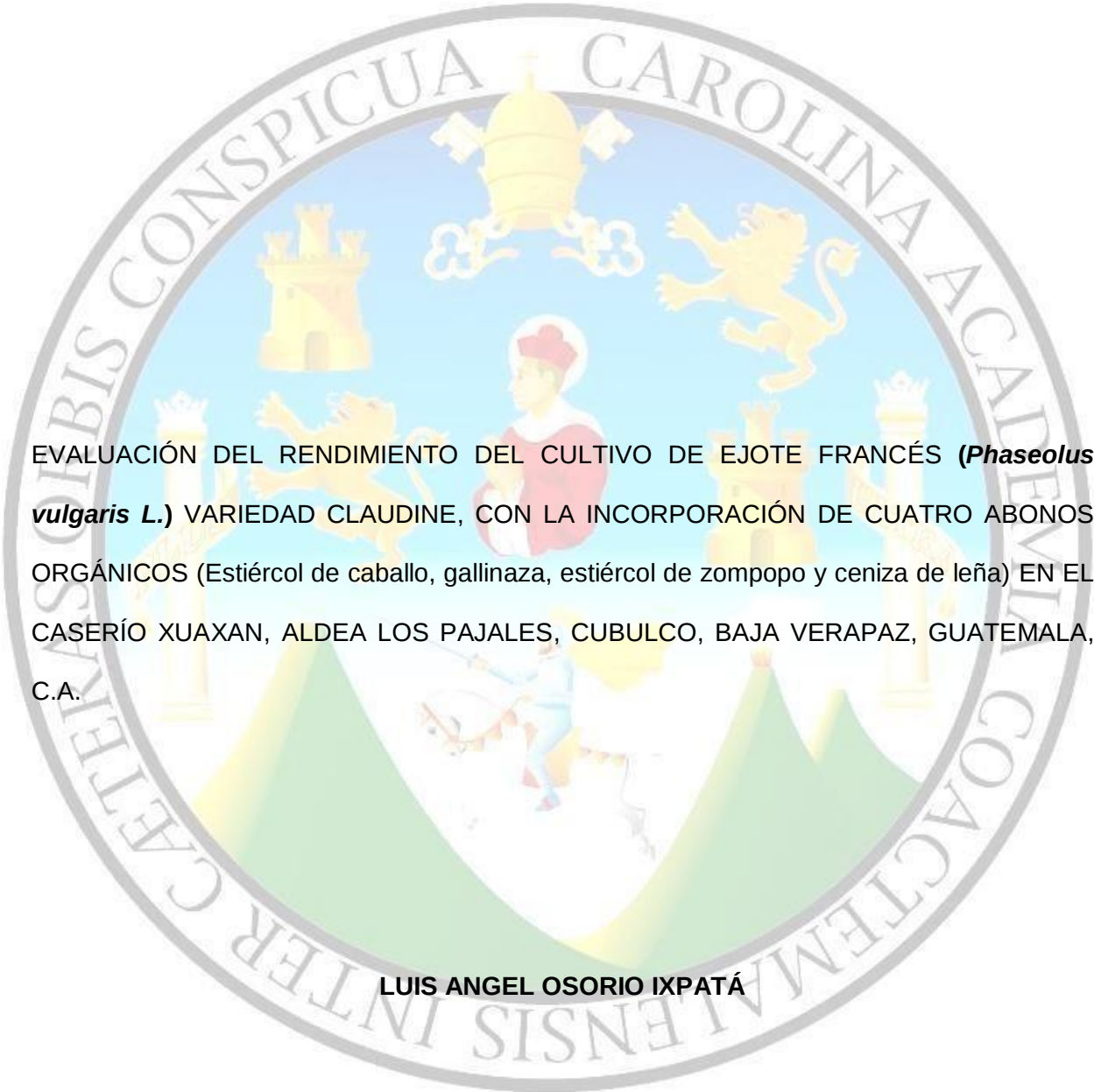


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE BAJA VERAPAZ
CARRERA DE INGENIERO AGRÓNOMO EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN
AGRÍCOLA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a person in a red and white robe, possibly a saint or scholar, holding a book. Surrounding this figure are various heraldic symbols: a golden crown at the top, a golden lion on the right, a golden castle on the left, and a golden cross at the bottom. The entire seal is set against a light blue background with a green hill at the bottom. The text "UNIVERSITAS CAROLINA ACCADEMIA COACTEMALENSIS INTER CATTEDRAS OMNIBUS CONSPICUA" is inscribed around the perimeter of the seal.

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE EJOTE FRANCÉS (*Phaseolus vulgaris* L.) VARIEDAD CLAUDINE, CON LA INCORPORACIÓN DE CUATRO ABONOS ORGÁNICOS (Estiércol de caballo, gallinaza, estiércol de zompopo y ceniza de leña) EN EL CASERÍO XUAXAN, ALDEA LOS PAJALES, CUBULCO, BAJA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A.

LUIS ANGEL OSORIO IXPATÁ

SAN MIGUEL CHICAJ, BAJA VERAPAZ, NOVIEMBRE 2025

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

CENTRO UNIVERSITARIO DE BAJA

CARRERA DE INGENIERO AGRÓNOMO EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

TRABAJO DE GRADUACIÓN REALIZADO EN

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE EJOTE FRANCÉS (*Phaseolus vulgaris L.*) VARIEDAD CLAUDINE, CON LA INCORPORACIÓN DE CUATRO ABONOS ORGÁNICOS (Estiércol de caballo, gallinaza, estiércol de zompopo y ceniza de leña) EN EL CASERÍO XUAXAN, ALDEA LOS PAJALES, CUBULCO, BAJA VERAPAZ, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS DE EXTENSIÓN AGRÍCOLA Y RURAL REALIZADOS EN CÁRITAS VERAPAZ, DENTRO DEL PROYECTO SOBERANÍA ALIMENTARIA NUTRICIONAL (SAN), CON ENFOQUE EN AGROECOLOGÍA EN LAS COMUNIDADES DEL MUNICIPIO DE CUBULCO, BAJA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A.

**PRESENTADO AL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO
DE BAJA VERAPAZ DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

LUIS ANGEL OSORIO IXPATÁ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADEMICO

DE

LICENCIADO

SAN MIGUEL CHICAJ, BAJA VERAPAZ, OCTUBRE DE 2025

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR

M.A. Walter Ramiro Mazariegos Biolis

CONSEJO DIRECTIVO

PRESIDENTE	Lic. Orcelio Hernández García
SECRETARIO	Lic. Wagner Heber Galiego Rodríguez
REPRESENTANTE DOCENTE	Dr. José Alfredo Aguilar Orellana Dra. María Eunice Enríquez Cotón
REPRESENTANTE PROFESIONAL	Arq. Milton Giovanni Fuentes López
REPRESENTANTES ESTUDIANTILES	Sr. Elvis Enrique Ramírez Mérida Sr. Julio Armando Saavedra González

COORDINADOR ACADÉMICO

Lic. Benjamín Ascencio Veliz

COORDINADOR DE LA CARRERA

Ing. Agr. Fredy Haroldo Milián

COMISIÓN DE TRABAJOS DE GRADUCACIÓN

COORDINADOR:	Ing. Agr. Fredy Haroldo Milián
SECRETARIO:	Ing. Agr. Mario Gildardo Garcia Garcia
VOCAL I:	Ing Agr. Juan Carlos Galeano Fernández

ASESOR

Ing. Agr. Lester Enrique Ivo Garrido Archila

San Miguel Chicaj, B.V., 27 de octubre del 2025.

Honorable Consejo Directivo CUNBAV

Honorable Tribunal Examinador

Carrera de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola Agronomía

Centro Universitario de Baja Verapaz CUNBAV-USAC

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 titulado: **“EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE EJOTE FRANCÉS (*Phaseolus vulgaris* L.) VARIEDAD CLAUDINE, CON LA INCORPORACIÓN DE CUATRO ABONOS ORGÁNICOS (Estiércol de caballo, gallinaza, estiércol de zompopo y ceniza de leña) EN EL CASERÍO XUAXAN, ALDEA LOS PAJALES, CUBULCO, BAJA VERAPAZ, 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 necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente.

LUIS ANGEL OSORIO IXPATÁ

CARNÉ: 201744959

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS:

Por otorgarme fortaleza, sabiduría y guía en mi formación académica. Su voluntad ha sido fundamental para alcanzar mis primeros logros y superar los desafíos. Sin Su acompañamiento, este proceso no habría sido posible.

MIS PADRES

Raúl Osorio Teletor (QEPD) y Angela Ixpatá Coloch, por su apoyo incondicional, motivación constante y ejemplo de perseverancia. Gracias por acompañarme en cada etapa de mi formación académica y persona. Su amor y guía han sido un pilar esencial para mis logros.

MI FAMILIA

Por sus consejos, respaldo y motivación constante en este proceso. Su acompañamiento ha sido fundamental para enfrentar los retos académicos y personales. Gracias por inculcarme valores que han fortalecido mi desarrollo integral.

AMIGOS

Agradezco a mis amigos por su apoyo constante, la confianza depositada en mis capacidades y las palabras de aliento que me motivaron a seguir adelante. Su compañía ha sido esencial en los momentos de mayor desafío y reflexión personal.

AGRADECIMIENTOS

A:

**Universidad de
San Carlos de Guatemala
-USAC-**

Mi más sincero agradecimiento por abrirme las puertas a la educación superior. Me siento profundamente orgulloso pertenecer a la máxima casa de estudios de nuestro país, institución que representa la lucha, la perseverancia y el compromiso con el pueblo de Guatemala.

**Centro Universitario de
Baja Verapaz -CUNBAV**

Expreso mi gratitud por la formación académica integral que me brindado. En sus aulas encontré no solo conocimientos técnicos y científicos, sino experiencias también significativamente en cada curso, que contribuyeron a mi crecimiento personal y profesional.

Mi Asesor

Por su orientación, acompañamiento y aportes técnicos durante el proceso de investigación y práctica profesional.

Cáritas Verapaz

Por permitirme integrarme al Proyecto de Soberanía alimentaria y Nutricional –SAN–, donde pude aplicar en campo los conocimientos adquiridos, aprendiendo de la experiencia y del trabajo colectivo en favor de las comunidades.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
CAPITULO I: DIAGNÓSTICO RURAL PARTICIPATIVO REALIZADO EN EL CASERÍO XUAXAN, ALDEA LOS PAJALES, MUNICIPIO DE CUBULCO, DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ.....	1
1.1. Introducción	2
1.2. Justificación	3
1.3. Objetivos.....	4
1.3.1. General	4
1.3.2. Específicos.....	4
1.4. Resultados.....	5
1.4.1. Ubicación y Localización	5
1.4.2. Clima.....	5
1.4.3. Condiciones de Vida.....	5
1.4.4. Población	6
1.4.5. Situación Económica y Social	6
1.4.6. Lluvia de Ideas.....	6
1.4.7. Matriz de Priorización	7
1.4.8. Entrevistas Grupales	8
1.5. Metodología	9
1.5.1. Primera Fase: Acercamiento a la Comunidad	9
1.5.2. Segunda Fase: Recolección de Información	9
1.5.3. Tercera Fase: Visitas Domiciliarias	9
1.5.4. Diagnostico rural participativo (DRP)	10
1.5.5. Fase Final de Gabinete	10
1.6. Análisis de Resultados	10
1.6.1. Análisis de los Datos Levantados	10
1.6.2. Diagnostico Rural Participativo (DRP)	11
1.6.3. Aplicación de los Instrumentos.....	11
1.6.4. Actores Sociales y Ambientales	12
1.6.5. Aspecto Educativo y Actividad Económica	12
1.6.6. Condiciones de Vivienda.....	12
1.6.7. Información Sobre Captación, Manejo y Almacenaje de Agua para Consumo Humano.....	13
1.6.8. Aspectos Agrícolas	13

1.7.	Conclusiones	16
1.8.	Recomendaciones.....	17
1.9.	Referencias.....	18
1.10.	Anexos	19
CAPITULO II: EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE EJOTE FRANCÉS (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) VARIEDAD CLAUDINE, CON LA INCORPORACIÓN DE CUATRO ABONOS ORGANICOS (Estiércol de caballo, gallinaza, estiércol de zompopo y ceniza de leña), EN EL CASERÍO XUAXAN, ALDEA LOS PAJALES, CUBULCO, BAJA VERAPAZ. ..		
2.1.	Introducción	28
2.2.	Planteamiento del Problema	29
2.3.	Justificación de la Investigación	31
2.4.	Marco Teórico	32
2.4.1.	Marco Conceptual.....	32
2.4.1.1.	Cultivo de Ejote Francés.	32
2.4.1.2.	Características Botánicas.....	32
2.4.1.3.	Floración.	33
2.4.1.4.	Clasificación Taxonómica.....	33
2.4.2.	Vainas	34
2.4.3.	Requerimientos Climáticos del Ejote Francés	34
2.4.4.	Requerimientos Edáficos.....	34
2.4.5.	Manejo Agronómico del Ejote Francés	34
2.4.5.1.	Preparación del Suelo.	34
2.4.5.2.	Época de Siembra.	35
2.4.5.3.	Profundidad de Siembra.....	35
2.4.5.4.	Recomendaciones para el Cultivo de Ejote Francés Sobre la Etapla Fenológica de Crecimiento y Desarrollo.	35
2.4.5.5.	Colocación de Pita.....	36
2.4.6.	Requerimientos de Riego Según sus Condiciones	36
2.4.7.	Requerimientos Nutricionales del Ejote Francés.....	37
2.4.7.1.	Control de Malezas.....	37
2.4.7.2.	Cosecha.....	37
2.4.7.3.	Normas y Estándares de Cosecha.	38
2.4.8.	Principales Plagas del Ejote Francés.....	38
2.4.8.1.	Gallina Ciega (<i>Phyllophaga</i> sp.).....	39
2.4.8.1	Control.	39
2.4.8.2.	Gusanos Cortadores.	40

2.4.8.3.	Control.	40
2.4.8.4.	Plagas del Follaje.	41
2.4.8.5.	Control.	42
2.4.8.6.	Insectos Chupadores.....	42
2.4.8.7.	Control.....	42
2.4.8.8.	Enfermedades que Afectan el Cultivo.....	43
2.4.8.9.	Antracnosis.	43
2.4.8.10.	Control.	44
2.4.8.11.	Roya (Uromyces sp) (U. phascolitypica).....	44
2.4.9.	Características de la Variedad Claudine de Ejote Francés	45
2.5.	Abonos Orgánicos	45
2.6.	Características de los Tratamientos Experimentales	46
2.6.1.	Testigo Absoluto (Suelo)	46
2.6.2.	Estiércol de Caballo.....	47
2.6.2.1.	Características del Estiércol de Caballo.	47
2.6.3.	Gallinaza	47
2.6.4.	Estiércol de Zompopo.....	48
2.6.4.1.	Aspectos Benéficos de los Zompopos.	49
2.6.5.	Ceniza de Leña.....	49
2.6.5.1.	Beneficios de la Aplicación de Ceniza de Leña en el Cultivo.....	49
2.6.6.	Costo de Producción	50
2.6.7.	Manejo Agroecológico de Plagas.....	50
2.6.8.	Importancia de las Barreras Vivas	51
2.7.	Marco Referencial	52
2.7.1.	Ubicación y Localización	52
2.7.2.	Clima.....	53
2.7.3.	Condiciones de Vida.....	54
2.7.4.	Recurso Hídrico	54
2.7.5.	Población	55
2.7.6.	Situación Económica y Social	55
2.8.	Objetivos.....	57
2.8.1.	Objetivo General.....	57
2.8.2.	Objetivos Específicos	57
2.9.	Metodología	58

2.9.1.	Lugar	58
2.9.2.	Fertilidad de Abonos.....	58
2.9.3.	Preparación de los Abonos	58
2.9.4.	Aplicación de Abonos	58
2.10.	Recursos.....	59
2.10.1.	Recursos Físicos	59
2.10.1.1.	Insumos.	59
2.10.2.	Recurso Humano	60
2.10.3.	Factores a Evaluar.....	60
2.10.4.	Relación Costo/Beneficio	60
2.10.5.	Descripción de los Tratamientos	60
2.10.6.	Diseño Experimental.....	61
2.10.6.1.	Efecto Borde.	62
2.10.7.	Modelo Estadístico	62
2.10.8.	Hipótesis Experimental.....	63
2.10.9.	Comparación Múltiple de Medias, Según el Criterio Propuesto por Tukey.....	63
2.10.10.	Fórmula de Grados de Libertad del Error Experimental para el Diseño en Bloques al Azar	63
2.10.11.	Descripción del Área del Experimento	65
2.10.11.1.	Parcela Bruta.	65
2.10.11.2.	Parcela Neta.	66
2.10.12.	Descripción de Tratamientos.....	66
2.10.13.	Unidad Experimental	67
2.10.14.	Descripción de la Unidad Experimental	67
2.11.	Variables de Respuesta	68
2.11.1.	Número de Vainas por Planta	68
2.11.2.	Longitud de Vainas.....	68
2.11.3.	Diámetro de Vainas	68
2.11.4.	Rendimiento en Kg/Ha de Ejote Francés.....	68
2.11.5.	Costo de Producción	68
2.11.6.	Análisis Estadístico.....	69
2.11.6.1.	Andeva.....	69
2.11.6.2.	Prueba de Medias.	70
2.11.6.3.	Análisis Económico.	70

2.11.7.	Manejo de la Parcela Experimental	71
2.11.7.1.	Preparación del Terreno.....	71
2.11.7.2.	Abono Orgánico.....	71
2.11.7.3.	Control de Malezas.....	72
2.11.7.4.	Riego.....	72
2.11.7.5.	Control de Enfermedades.	73
2.11.7.6.	Control de Plagas.	73
2.11.7.7.	Colocación de Pita.....	74
2.11.7.8.	Colocación de Tutores.....	74
2.11.7.9.	Cosecha.....	74
2.12.	Análisis y Discusión de Resultados	76
2.12.1.	Variable de Rendimiento	76
2.12.2.	Variable Longitud de Vainas de Ejote Francés.....	80
2.12.3.	Variable Diámetro de Vainas de Ejote Francés	82
2.12.4.	Variable Número de Vainas por Planta.....	85
2.12.5.	Costos de producción.....	89
2.12.5.1.	Costos de Producción de Ejote Francés.....	89
2.13.	Conclusiones	91
2.14.	Recomendaciones.....	92
2.15.	Referencias.....	93
2.16.	Anexos	97
CAPÍTULO III: SERVICIOS DE EXTENSIÓN AGRÍCOLA Y RURAL REALIZADOS EN LAS COMUNIDADES DEL MUNICIPIO DE CUBULCO, BAJA VERAPAZ.....		111
3.1.	Introducción	112
3.2.	Servicio 1. Elaboración de Abono Orgánico Fermentado Tipo Bocashi Como Alternativa Agroecológica Para la Mejora de Suelos en Comunidades Rurales de Cubulco, Baja Verapaz.....	113
3.2.1.	Introducción	113
3.2.2.	Objetivos	113
3.2.2.1.	General.	113
3.2.2.2.	Específicos.....	113
3.2.3.	Metas	114
3.2.4.	Metodología	114
3.2.4.1.	Materiales y Equipo.	115
3.2.5.	Resultados	117

3.3. Servicio 2: Taller “Adaptación al Cambio Climático Con Alternativas en la Agricultura” con Integrantes de la Escuela de Formación Campesina de las comunidades de Cubulco, Baja Verapaz.....	120
3.3.1. Introducción	120
3.3.2. Objetivos	121
3.3.3. Metas	121
3.3.4. Metodología	121
3.3.5. Materiales y Equipo	122
3.3.6. Resultados	122
3.3.7. Impacto en la comunidad	122
3.4. Servicio 3: Implementación de Sistemas de Riego Por Goteo Como Estrategia Resiliente para la Agricultura Familiar en el Caserío Xuaxan, Aldea Los Pajales, Cubulco, Baja Verapaz.....	125
3.4.1. Introducción	125
3.4.2. Objetivos	125
3.4.3. Metas	126
3.4.4. Metodología	126
3.4.5. Materiales y equipo.....	127
3.4.6. Resultados	127
3.4.7. Impacto en la Comunidad.....	127
3.5. Servicio 4: Distribución y manejo de plantas frutales como estrategia de generación de ingresos y reforestación comunitaria en el Caserío Xuaxan, Aldea Los Pajales, Cubulco, Baja Verapaz.....	129
3.5.1. Introducción	129
3.5.2. Objetivos	130
3.5.3. Metas	130
3.5.4. Metodología	130
3.5.5. Materiales y Equipo	131
3.5.6. Resultados	131
3.5.7. Impacto en la comunidad	131
3.6. Servicio 5: Feria Agroecológica del Proyecto Soberanía Alimentaria y Nutricional: Comercialización y fortalecimiento de producción familiar en Carrizal, Cubulco, Baja Verapaz.....	134
3.6.1. Introducción	134
3.6.2. Objetivos	134
3.6.3. Metas	135
3.6.4. Metodología	135

3.6.5.	Materiales y Equipo	135
3.6.6.	Resultado	136
3.6.7.	Impacto en la comunidad	136
3.7.	Referencias.....	139

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	PÁGINA
Tabla 1 Problemáticas y estrategias de solución	7
Tabla 2 Priorización de problemáticas agrícolas y propuestas de solución	7
Tabla 3 Síntesis de participantes, temas y resultados esperados en entrevistas grupales y actividades participativas	8
Tabla 4 Análisis de aspectos sociales, económicos, hídricos y agrícolas y su impacto en la comunidad	14
Tabla 5 Encuesta Aplicada en el Caserío Xuaxan, Aldea Los Pajales, Cubulco, Baja Verapaz.....	19
Tabla 6 Clasificación Taxonómica del Ejote Francés.....	33
Tabla 7 Requerimientos del ejote francés para una hectárea de cultivo	37
Tabla 8 Composición nutricional de la gallinaza en kilogramos por tonelada	48
Tabla 9 Fuentes de abastecimiento de agua con coordenadas.....	54
Tabla 10 Población total aproximado.....	55
Tabla 11 Descripción de los tratamientos a utilizar	61
Tabla 12 Rendimiento en kilogramos/hectárea de vainas de ejote francés, con fines de subsistencia	76
Tabla 13 Análisis de varianza aplicado al rendimiento de ejote francés	77
Tabla 14 Análisis de varianza (SC tipo III) para la variable de rendimiento	78
Tabla 15 Prueba de Tukey de la variable de respuesta de rendimiento en Kg/Ha	79
Tabla 16 Longitud de medias en centímetros de vainas de ejote francés.....	80
Tabla 17 Análisis de varianza aplicado a la longitud de vainas en centímetros.....	80
Tabla 18 Análisis de varianza (SC tipo III) para la variable de longitud.....	81
Tabla 19 Prueba de Tukey de la variable de respuesta de longitud en vainas en centímetros	81
Tabla 20 Medias de diámetro en milímetros de la vaina de ejote francés variedad claudine	82
Tabla 21 Análisis de varianza del diámetro en milímetros de la vaina de ejote francés variedad claudine	83
Tabla 22 Análisis de varianza (SC tipo III) para la variable de diámetro	83
Tabla 23 Prueba de medias del diámetro de vainas de ejote francés variedad claudine	84
Tabla 24 Número de vainas por planta de ejote francés.....	85
Tabla 25 Análisis de varianza de número de vainas por planta.....	86
Tabla 26 Análisis de varianza (SC tipo III) para la variable de número de vainas por planta	86

Tabla 27 Prueba de medias de número de vainas por planta.....	86
Tabla 28 Resultados de las variables de respuesta.....	88
Tabla 29 Costos por hectárea de la producción de ejote francés variedad claudine	89
Tabla 30 Costos totales de producción, incluyendo materiales, insumos, personal operativo agrícola y abonos orgánicos	90
Tabla 31 Resultados totales para el análisis	106

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1 Socialización del diagnóstico	23
Figura 2 Huerto familiar	23
Figura 3 Levantamiento de Información	24
Figura 4 Sistema de siembra con tutores	36
Figura 5 Regla para medir el diámetro del ejote francés, se usan los agujeros no. 1 y 2, los otros agujeros (3, 4, 5, y 6) son para medir diámetro de otros tipos de ejotes.....	38
Figura 6 Ciclo de vida de la gallina ciega	39
Figura 7 Diferentes estadíos y daño de los gusanos cortadores en el ejote	40
Figura 8 Diferentes estadíos de la plaga	41
Figura 9 Daños generados por la tortuguilla.....	41
Figura 10 Ciclo de vida de la mosca blanca	42
Figura 11 Antracnosis en hojas y vainas	43
Figura 12 Pústulas de roya	44
Figura 13 Mapa de localización del Caserío Xuaxan, Aldea Los Pajales, Cubulco, Baja Verapaz, Guatemala, C.A	52
Figura 14 Croquis del municipio de Cubulco, Baja Verapaz	53
Figura 15 Localización fuentes de abastecimiento de agua	54
Figura 16 Diseño experimental	65
Figura 17 Unidad experimental	67
Figura 18 Rendimiento de abonos en kilogramos por hectárea.....	79
Figura 19 Longitud de vainas de ejote	81
Figura 20 Diámetro en centímetros de vainas de ejote	84
Figura 21 Número de vainas por planta de ejote.....	87
Figura 22 Preparación de suelo para el cultivo de ejote francés	97
Figura 23 Medición del diseño experimental	97
Figura 24 Medición de peso de abonos orgánicos.....	98
Figura 25 Aplicación de abonos orgánicos al suelo	98
Figura 26 Siembra de la semilla de ejote francés variedad claudine	99
Figura 27 Germinación de semilla de ejote francés	99
Figura 28 Desarrollo de plantas del cultivo.....	100
Figura 29 Etapa de floración	100

Figura 30 Llenado de vainas de la planta	101
Figura 31 Gira de campo para intercambio de experiencia	101
Figura 32 Monitoreo de plagas y enfermedades, previo a la cosecha.....	102
Figura 33 Toma de datos de número de vainas por planta.....	102
Figura 34 Recolección de muestras para toma de datos de longitud y diámetro en centímetros	103
Figura 35 Toma de datos de longitud en centímetros	103
Figura 36 Toma de datos para diámetro de vainas	104
Figura 37 Toma de datos de peso para determinar el rendimiento	104
Figura 38 Desarrollo de vainas de ejote en fase temprana con curvaturas y deformaciones morfológicas en el tratamiento de testigo absoluto (suelo)	105
Figura 39 Vainas de ejote deformadas y con alteración de color bajo el tratamiento de testigo absoluto (suelo)	105
Figura 40 Análisis de suelo	107
Figura 41 Análisis de fertilidad del estiércol de zompopo	108
Figura 42 Análisis de fertilidad del abono orgánico de ceniza de leña	109
Figura 43 Taller de elaboración de Bocashi en Chitanil, Cubulco Baja Verapaz	118
Figura 44 Mezcla de materiales orgánicos	118
Figura 45 Réplica de elaboración de abono Bocashi en el caserío de Xuaxan	119
Figura 46 Control de proceso Bocashi.....	120
Figura 47 Taller a integrantes de la escuela de formación Campesina.....	123
Figura 48 Exposición de historia de éxito	123
Figura 49 Exposición de la importancia de la diversificación de cultivos.....	124
Figura 50 Entrega de diplomas por participación al taller formativo.	124
Figura 51 Instalación de sistema de riego por goteo en el Caserío de Xuaxan	128
Figura 52 Evaluación del funcionamiento del sistema de riego	128
Figura 53 Monitoreo de riego para frijol en el caserío de Xuaxan	129
Figura 54 Traslado de plantas hacia el caserío de Xuaxan.	132
Figura 55 Entrega de plantas a familias	132
Figura 56 Lote de plantas destinadas a cada familia.	133
Figura 57 Monitoreo del estado de las plantas.....	133
Figura 58 Participación en la feria agroecológica en Carrizal.	137
Figura 59 Socialización del inicio de la feria agroecológica	137
Figura 60 Muestra de productos agrícolas en venta.	138

Figura 61 Premiación de historia de éxito de beneficiaria.....	138
--	-----

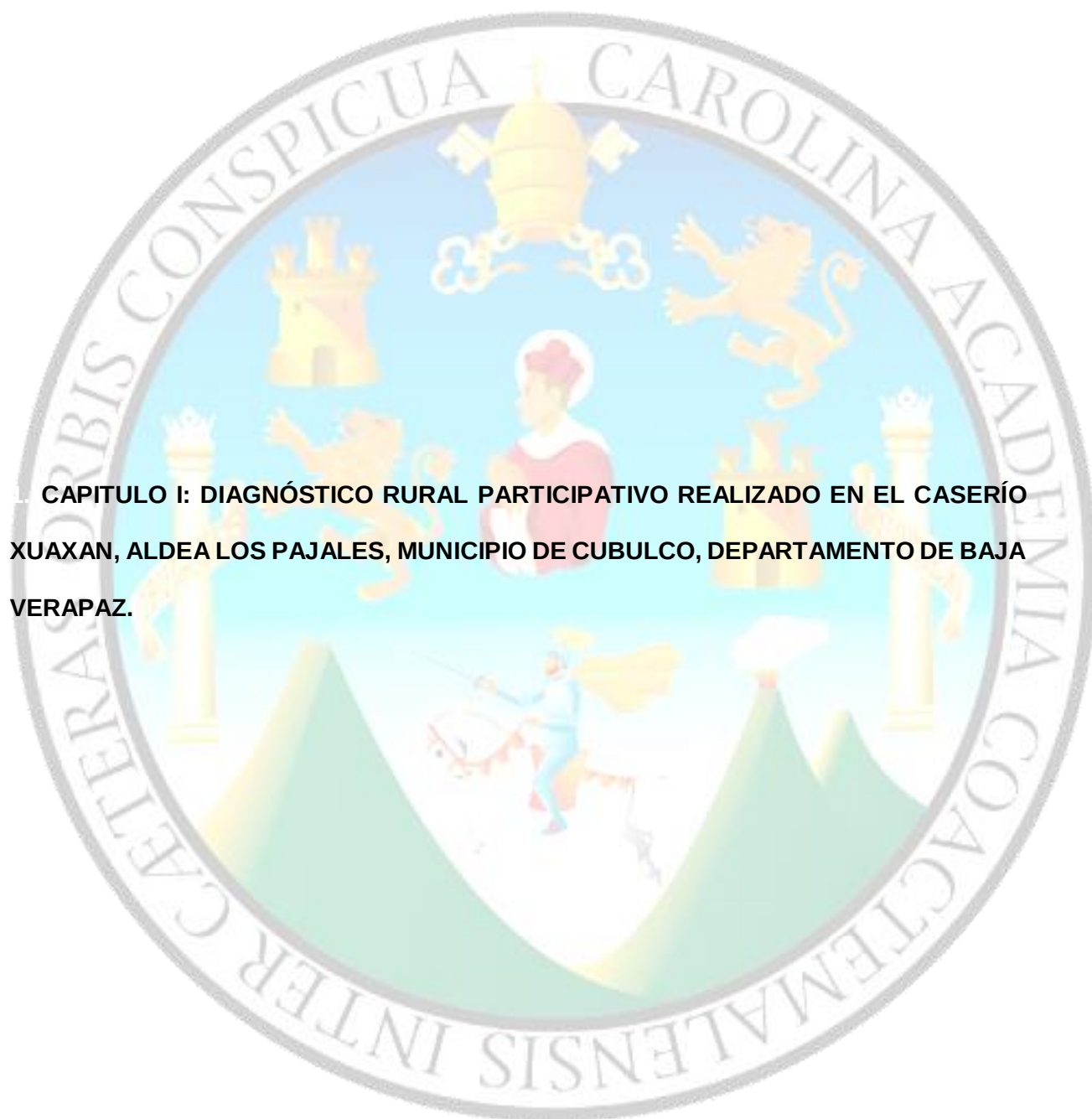
Resumen

El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la carrera de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, del Centro Universitario de Baja Verapaz (CUNBAV) de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), se desarrolló en el municipio de Cubulco, Baja Verapaz, dentro del marco del proyecto de Soberanía Alimentaria y Nutricional (SAN), implementado por Cáritas Verapaz, en el período comprendido del 01 de febrero al 30 de noviembre de 2023.

Se realizó un Diagnóstico Rural Participativo (DRP) en el Caserío Xuaxan, Aldea Los Pajales, Cubulco, Baja Verapaz. Este permitió identificar las principales problemáticas de la comunidad, entre ellas la escasez de agua, el monocultivo, el bajo nivel de fertilidad de los suelos y la falta de asistencia técnica. Asimismo, se reconoció el potencial de los huertos familiares, presentes en más del 80% de los hogares, como estrategia de resiliencia y seguridad alimentaria.

También, como parte del EPS se llevó a cabo la investigación titulada “Evaluación del rendimiento del cultivo de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Claudine, con la incorporación de cuatro abonos orgánicos (Estiércol de caballo, gallinaza, estiércol de zompopo y ceniza de leña) en el Caserío Xuaxan, Aldea los Pajales, Cubulco, Baja Verapaz, cuyo objetivo fue determinar el efecto de los abonos orgánicos; estiércol de caballo, gallinaza, estiércol de zompopo y ceniza de leña en comparación con un testigo absoluto. Para el desarrollo de esta investigación se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Los resultados evidenciaron que la gallinaza fue el abono más efectivo, alcanzando rendimientos de 11,122.16 Kg/Ha de ejote francés, con mejor respuesta en longitud, diámetro y número de vainas por planta, lo que confirma su potencial para el desarrollo y crecimiento de vainas de ejote francés en el Caserío Xuaxan, situado en el corredor seco de Baja Verapaz.

Finalmente, los servicios de extensión agrícola y rural se promovieron diversas acciones orientadas al fortalecimiento comunitario, entre ellas la capacitación, la innovación en prácticas productivas, el manejo sostenible de recursos naturales y la diversificación agrícola. Estas intervenciones, concebidas de manera integral, favorecieron la generación de capacidades locales, el impulso de alternativas resilientes frente al cambio climático y la mejora de la seguridad alimentaria y nutricional, contribuyendo al bienestar comunitario en el Caserío Xuaxan.



**CAPITULO I: DIAGNÓSTICO RURAL PARTICIPATIVO REALIZADO EN EL CASERÍO
XUAXAN, ALDEA LOS PAJALES, MUNICIPIO DE CUBULCO, DEPARTAMENTO DE BAJA
VERAPAZ.**

1.1. Introducción

Como parte del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la carrera de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola del Centro Universitario de Baja Verapaz (CUNBAV) de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), se seleccionó como área de estudio el Caserío Xuaxan, Aldea Los Pajales, municipio de Cubulco, Baja Verapaz, ubicado en el corredor seco del país. Durante la visita inicial se estableció un acercamiento con los líderes comunitarios y se socializó el diagnóstico a implementar, con el propósito de conocer las principales necesidades agrícolas y problemáticas que enfrenta la población.

El diagnóstico tuvo como finalidad identificar las limitaciones en la producción agrícola y las demandas más urgentes de la comunidad, como base para la formulación de alternativas de solución. Entre los problemas más relevantes se encuentra la baja producción de granos básicos y hortalizas, derivada de factores como la escasa disponibilidad de agua, el desgaste de los suelos, el monocultivo y el limitado conocimiento en técnicas de cultivo y fertilización orgánica, lo que repercute directamente en la seguridad alimentaria y nutricional de las familias.

La metodología empleada fue el Diagnóstico Rural Participativo (DRP), el cual facilitó la participación activa de la comunidad en la identificación y análisis de su problemática. Mediante reuniones con el COCODE, encuestas, lluvias de ideas, matriz de priorización, entrevistas grupales y personales, así como observación directa, se construyó una línea base de información que refleja de manera integral la situación agrícola y social del caserío.

1.2. Justificación

El Caserío Xuaxan presenta una baja producción de granos básicos y hortalizas, lo que repercute directamente en la seguridad alimentaria y nutricional de las familias. Esta situación se relaciona con la escasa disponibilidad de agua para riego, el desgaste de los suelos ocasionado por la erosión y el monocultivo, así como el limitado conocimiento en técnicas de cultivo y fertilización orgánica, fundamentales para mantener y recuperar la productividad de manera sostenible.

A través del Diagnóstico Rural Participativo (DRP), realizado con la participación activa de la comunidad, fue posible identificar sus principales necesidades y problemáticas, generando una línea base para la formulación de alternativas de solución. Entre estas, el fortalecimiento de las prácticas agroecológicas y la incorporación de técnicas de fertilización orgánica se plantean como herramientas clave para mejorar los rendimientos y conservar los recursos naturales

La relevancia de este estudio radica también en que la implementación de técnicas de fertilización orgánica contribuye a la adaptación y resiliencia frente al cambio climático, al mejorar la estructura y fertilidad de los suelos, promover la retención de agua y favorecer la sostenibilidad de la agricultura familiar. De esta manera, la investigación no solo responde a una necesidad inmediata del Caserío Xuaxan, sino que además fortalece las capacidades comunitarias para enfrentar los retos ambientales y garantizar un futuro más seguro para las familias rurales.

1.3. Objetivos

1.3.1. General

Realizar un diagnóstico para identificar las problemáticas y proponer alternativas sostenibles en el Caserío Xuaxan, Aldea Los Pajales, del municipio de Cubulco, departamento de Baja Verapaz.

1.3.2. Específicos

1. Conocer las principales causas de las diferentes problemáticas del Caserío Xuaxan para buscar soluciones optimas y viables.
2. Identificar cuáles son las necesidades o problemas de producción agrícola en el Caserío Xuaxan, para evaluar el impacto significativo en la población, con ello implementar técnicas que aumenten su rendimiento.

1.4. Resultados

1.4.1. Ubicación y Localización

El Caserío Xuaxan, se encuentra ubicado en Aldea Los Pajales del municipio de Cubulco del departamento de Baja Verapaz. El caserío Xuaxan a partir del 2019 se independizó del Caserío Chitomax según la municipalidad de Cubulco, Baja Verapaz. Xuaxan, al norte colinda con Chitomax, al noreste con Xinacati II, al sur con Pacaní y Xinacati I, y al oeste con Piedra de Cal (Segeplan, 2022).

- Distancia a cabecera: 15 km
- Coordenadas geográficas: Latitud 15°11'40.7N, Longitud 90°37'35.6W.
- Altitud: 973.40 m.s.n.m
- Región: Norte

1.4.2. Clima

En el caserío Xuaxan actualmente no cuenta con datos puntuales climáticos, es por ello que se tomó como referencia a la estación más cercana del INSIVUMEH en Cubulco, Baja Verapaz, con temperatura de 29° C máximos y 14.3° C mínimos, con una precipitación pluvial aproximada de 903.3 mm anual, está contemplado con un clima cálido y se hace la referencia que el caserío se encuentra en el corredor seco del país (Raxcacó Román, 2019).

El municipio de Cubulco, departamento de Baja Verapaz, se encuentra en la zona de bosque seco premontano tropical basado en el método de clasificación de zonas de vida Holdridge (Aguilar, M.A; y Aguilar, J.M.; y Aguilar J, J., 2010).

1.4.3. Condiciones de Vida

La comunidad cuenta con fuentes de abastecimiento de agua naturales, por el cuales las familias se abastecen, tanto para consumo humano, agrícola y uso doméstico. La zona se encuentra en el corredor seco de Baja Verapaz.

1.4.4. Población

El caserío Xuaxan cuenta con aproximadamente 216 habitantes distribuidos en 21 familias según las encuestas levantadas, la mayor parte de la población es de etnia maya y el idioma que hablan es Achí, por lo cual en su mayoría el caserío tradicionalmente como medio de subsistencia emplean la producción agrícola convencional.

1.4.5. Situación Económica y Social

Xuaxan es un caserío que se independizó del Caserío Chitomax, el cual enfrenta un reto de subsistir como comunidad, debido a sus limitantes, por ejemplo; recursos económicos y servicios. La comunidad tiene una baja densidad de población y poca extensión territorial destinada para la siembra. Como medio de subsistencia, los agricultores tienden a sembrar los cultivos de granos básicos (Maíz, *Zea mays*; Frijol, *Phaseolus vulgaris* L.; Ayote, *Cucurbita argyrosperma*) y huertos familiares.

La mayoría de la población cuenta con pequeñas extensiones de terrenos para cultivar, según los campesinos; la producción lo destinan para el consumo y para la venta, dependiendo del rendimiento de producción de sus parcelas. Se conoce que hacen uso de las parcelas solo en temporada de invierno, por motivos de accesibilidad de agua. Y como medio de subsistencia en temporada seca hacen uso de fuentes naturales de agua para el riego de sus huertos.

1.4.6. Lluvia de Ideas

Es una técnica participativa utilizada para identificar de manera colectiva los problemas, necesidades y posibles soluciones en la comunidad. En el Caserío Xuaxan se empleó para recoger las percepciones de los productores sobre la producción agrícola, fertilidad de suelos, disponibilidad de agua y prácticas agroecológicas, permitiendo generar un panorama general de las limitantes y oportunidades del sector agrícola local.

Tabla 1*Problemáticas y estrategias de solución*

Categoría	Problemas identificados	Posibles soluciones
Producción	Baja producción de granos básicos y hortalizas, monocultivo.	Implementación de huertos familiares, rotación de cultivos.
Suelo	Baja fertilidad, pérdida de materia orgánica, erosión, compactación.	Fertilización orgánica, cobertura vegetal, compostaje.
Agua	Escasez de agua para riego, sequía prolongada, almacenamiento insuficiente.	Captación de agua de lluvia, técnicas de riego eficiente.
Conocimiento	Desconocimiento de prácticas agroecológicas y fertilización orgánica.	Capacitación técnica, asesoría comunitaria.

Fuente: Elaboración propia.

1.4.7. Matriz de Priorización

La matriz de priorización es una herramienta que permite clasificar los problemas identificados según su impacto en la comunidad y la urgencia de intervención. En el contexto agrícola, se utilizó para determinar cuáles limitantes, como la baja productividad, la escasez de agua o la falta de conocimientos técnicos, requerían atención inmediata, orientando la planificación de estrategias sostenibles y focalizadas.

Tabla 2*Priorización de problemáticas agrícolas y propuestas de solución*

Problema Agrícola	Impacto	Urgencia	Solución Propuesta
Baja producción de granos y hortalizas	Alto	Alta	Huertos familiares, fertilización orgánica
Fertilidad de suelos limitada	Alto	Alta	Abonos orgánicos, rotación de

			cultivos
Escasez de agua para riego	Alto	Media-Alta	Captación de agua, riego eficiente
Desconocimiento de técnicas sostenibles	Medio-Alto	Media	Capacitación en agroecología y fertilización orgánica

Fuente: Elaboración propia.

1.4.8. Entrevistas Grupales

En el Caserío Xuaxan, se realizaron con líderes, miembros del COCODE, jefes de hogar y encargados de huertos familiares, abordando temas relacionados con producción agrícola, manejo de suelos, uso de fertilización orgánica, disponibilidad de agua y resiliencia ante el cambio climático, contribuyendo a un diagnóstico integral y participativo.

Tabla 3

Síntesis de participantes, temas y resultados esperados en entrevistas grupales y actividades participativas

Elemento	Descripción
Participantes	Líderes comunitarios, miembros del COCODE, jefes de hogar, encargados de huertos familiares.
Temas abordados	Estado y rendimiento de cultivos, fertilidad del suelo, disponibilidad de agua, uso de fertilización orgánica, impacto de sequía y cambio climático, disposición para adoptar prácticas sostenibles.
Resultados esperados	Identificación de limitantes agrícolas prioritarias, detección de oportunidades de intervención (fertilización orgánica, huertos hortícolas, conservación de suelos y agua), fortalecimiento de capacidades y corresponsabilidad agrícola.

Fuente: Elaboración propia.

1.5. Metodología

1.5.1. Primera Fase: Acercamiento a la Comunidad

Esta fase tuvo como objetivo establecer un primer contacto formal con la comunidad. Se realizaron reuniones con los líderes comunitarios y población en general, previamente citados mediante coordinación con el COCODE. Durante estas reuniones se socializó el propósito del EPS, se explicaron los objetivos del diagnóstico y se promovió la participación activa de los habitantes. Esta fase permitió generar confianza, comprender las dinámicas comunitarias y establecer un calendario para las siguientes actividades.

1.5.2. Segunda Fase: Recolección de Información

Se desarrollaron espacios participativos para identificar los aspectos positivos y negativos de la comunidad, mediante herramientas como lluvia de ideas, matrices de priorización y entrevistas grupales. Este proceso permitió documentar los problemas, necesidades y expectativas de la población, generando datos cualitativos esenciales para el análisis de la problemática agrícola y social.

1.5.3. Tercera Fase: Visitas Domiciliarias

Se realizaron visitas a cada hogar para observación directa y levantamiento de información primaria, actores sociales y ambientales, aspecto educativo y actividad económica, condiciones de vida, información de captación, manejo y almacenaje de agua para consumo humano y aspectos agrícolas. Se aplicaron encuestas estructuradas con enfoque social, económico y agronómico, permitiendo identificar fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora a nivel familiar y comunitario.

1.5.4. *Diagnostico rural participativo (DRP)*

En coordinación con técnicos de Cáritas Verapaz, se implementó el DRP en la escuela del caserío, convocando a líderes comunitarios, miembros del COCODE, jefes de hogar y población en general. Las actividades incluyeron:

- Socialización de objetivos y metodología del DRP.
- Actores sociales y ambientales, aspecto educativo y actividad económica, condiciones de vivienda, información sobre captación, manejo y almacenaje de agua para consumo humano, aspecto agrícola, identificando causas, efectos y relaciones entre los desafíos agrícolas y sociales.
- Priorización de necesidades mediante participación comunitaria, lo que permitió establecer una línea base para la toma de decisiones y proponer alternativas de mejora, incluyendo la implementación de prácticas y técnicas de fertilización orgánica.

1.5.5. *Fase Final de Gabinete*

La información recopilada se tabuló, sistematizó y analizó en gabinete, integrando los datos obtenidos de encuestas, visitas domiciliarias y actividades participativas. Se evaluaron los resultados, identificando problemáticas comunes, fortalezas y oportunidades de intervención. Esta fase permitió consolidar un diagnóstico integral, que sirve como base para la formulación de estrategias sostenibles para mejorar la producción agrícola y la seguridad alimentaria en el Caserío Xuaxan.

1.6. *Análisis de Resultados*

1.6.1. *Análisis de los Datos Levantados*

La actividad de diagnóstico se estructuró en varios procesos, iniciando con la identificación de las necesidades y problemáticas de la comunidad. Se realizó una reunión con los líderes comunitarios del COCODE, en la cual se socializó el procedimiento del diagnóstico en coordinación con Cáritas Verapaz. Durante la reunión, los participantes

aportaron información, permitiendo identificar las principales problemáticas del Caserío Xuaxan y sus posibles causas, relacionadas con la producción agrícola, la disponibilidad de recursos y la gestión comunitaria.

1.6.2. *Diagnostico Rural Participativo (DRP)*

La implementación del DRP como metodología participativa fue fundamental para el desarrollo rural y la planificación de estrategias comunitarias. Este instrumento técnico permitió involucrar activamente a la comunidad en la identificación de problemáticas y oportunidades, obteniendo información valiosa para el seguimiento y evaluación de la situación del caserío.

Entre las problemáticas principales detectadas se encuentra la baja producción de granos básicos y hortalizas en huertos familiares, asociada a factores como la fertilidad limitada de los suelos, el monocultivo, la escasez de agua para riego y los efectos del cambio climático, especialmente la sequía. La producción agrícola se identificó como uno de los pilares de la subsistencia de las familias, lo que evidencia la importancia de implementar estrategias de fertilización orgánica que aumenten la productividad de manera sostenible.

1.6.3. *Aplicación de los Instrumentos*

Se realizó la recolección de información mediante encuestas comunitarias estructuradas, aplicadas a cada familia del Caserío Xuaxan. Los instrumentos permitieron recabar datos cuantitativos y cualitativos sobre aspectos sociales, económicos y agrícolas, facilitando la identificación de fortalezas y debilidades en los sistemas de producción familiar. La información obtenida sirvió de base para analizar la situación agrícola, priorizar necesidades y planificar intervenciones participativas y sostenibles.

1.6.4. Actores Sociales y Ambientales

La comunidad del Caserío Xuaxan se organiza de manera formal a través del COCODE, lo que evidencia un nivel de cohesión social importante. Las reuniones comunitarias se realizan en la escuela y son convocadas principalmente por celular, lo cual refleja un mecanismo de comunicación accesible y funcional. Las principales problemáticas identificadas giran en torno a la escasez de agua (53%), el acceso limitado a semillas (33%) y la baja producción agrícola (14%), lo que pone en evidencia la vulnerabilidad productiva e hídrica de la comunidad. En cuanto al manejo de desechos, la mayoría quema la basura inorgánica (86%), mientras que los residuos orgánicos son reutilizados, ya sea en la alimentación de aves (43%) o en huertos familiares (57%), lo cual constituye una práctica positiva de reciclaje agrícola.

1.6.5. Aspecto Educativo y Actividad Económica

La comunidad presenta un nivel educativo limitado, predominando la primaria (67%), mientras que un 28% no cuenta con estudios formales y solo un 5% alcanzó el nivel básico, lo que refleja la necesidad de fortalecer la educación rural. La principal actividad económica es la agricultura (95%), siendo el sustento fundamental de las familias, mientras que los servicios representan apenas un 5%. Este contexto educativo y económico reafirma la dependencia de la comunidad hacia las actividades agrícolas, pero también la oportunidad de implementar procesos de capacitación técnica que fortalezcan la producción y generen resiliencia.

1.6.6. Condiciones de Vivienda

En Xuaxan, la mayoría de familias habita viviendas propias (90%), lo que refleja cierta estabilidad en la tenencia de la tierra. Sin embargo, las condiciones estructurales muestran precariedad, ya que el 81% de las casas están construidas de adobe, un 10% con

tablas y solo un 9% con block. Estas características hacen que las viviendas sean vulnerables a fenómenos climáticos y limitan el acceso a espacios seguros y saludables.

1.6.7. Información Sobre Captación, Manejo y Almacenaje de Agua para Consumo Humano

El acceso al agua representa uno de los desafíos centrales de la comunidad. En época seca, el 95% se abastece de manantiales o vertientes, mientras que en época de lluvias se diversifica con el uso de agua de lluvia (24%) y en menor medida de ríos (5%). No obstante, el 78% de las familias no cuentan con manantiales propios, lo que incrementa la dependencia de fuentes externas. El 71% de los hogares dispone de depósitos para almacenar agua, lo cual es un recurso clave, pero aún insuficiente considerando que el 29% carece de sistemas de almacenamiento. Esta situación refleja la necesidad urgente de proyectos de captación y manejo sostenible del agua.

1.6.8. Aspectos Agrícolas

El 95% de las familias cuenta con terrenos agrícolas, mayoritariamente propios (80%), donde cultivan principalmente granos básicos, hortalizas y frutales, constituyendo la base de su seguridad alimentaria. Sin embargo, el 91% de los terrenos están en laderas, lo que implica riesgos de erosión y menor fertilidad del suelo. La mayoría de los cultivos se desarrollan en época de lluvias (71%), mientras que solo un 19% produce en temporada seca y apenas un 10% durante todo el año. A esto se suma que el 89% carece de sistemas de riego, lo que limita la diversificación y sostenibilidad de la producción agrícola. Estos factores hacen evidente la urgencia de implementar prácticas de conservación de suelos, diversificación productiva y tecnologías de riego que fortalezcan la resiliencia agrícola de la comunidad.

Tabla 4

Análisis de aspectos sociales, económicos, hídricos y agrícolas y su impacto en la comunidad

Aspecto	Interpretación	Impacto en la comunidad
Actores sociales y ambientales	La comunidad tiene cohesión organizativa, pero enfrenta problemas estructurales en agua y producción agrícola.	La escasez hídrica y el limitado acceso a insumos agrícolas amenazan la sostenibilidad productiva. El manejo de residuos orgánicos representa una práctica positiva que puede potenciarse.
Aspecto educativo y actividad económica	El bajo nivel educativo limita el acceso a oportunidades; la economía depende casi en su totalidad de la agricultura.	La dependencia agrícola hace a la comunidad vulnerable al cambio climático. Se requiere fortalecer capacidades técnicas y educativas.
Condiciones de vivienda	Existe estabilidad en la tenencia de vivienda, pero las condiciones estructurales son precarias.	Las viviendas de adobe son frágiles ante lluvias y sismos, lo que incrementa la vulnerabilidad social.
Agua para consumo humano	Alta dependencia de fuentes externas y baja infraestructura de almacenamiento de agua.	La escasez de agua limita la producción agrícola, la salud y la seguridad alimentaria. Se requieren proyectos de captación y manejo hídrico.
Aspectos agrícolas	La mayoría tiene tierra propia, pero la producción depende	Los suelos presentan riesgo de erosión y baja fertilidad. La falta de riego limita

de lluvias y terrenos en pendiente.	la diversificación y productividad agrícola.
--	---

Fuente: Elaboración propia.

1.7. Conclusiones

1. El diagnóstico comunitario permitió identificar problemas agrícolas, hídricos y sociales del Caserío Xuaxan, proporcionando información clave para planificar estrategias sostenibles.
2. Los habitantes del Caserío Xuaxan reconocieron la baja fertilidad de suelos, el monocultivo y la escasez de agua como factores que limitan la producción agrícola, y más del 80% de las familias identificaron los huertos como una alternativa estratégica frente a la sequía.
3. Se destacó el interés en la implementación de huertos hortícolas y técnicas de fertilización orgánica, fortaleciendo capacidades locales, mejorando rendimientos y promoviendo la resiliencia y seguridad alimentaria de la comunidad.
4. La participación activa de los miembros del Caserío Xuaxan en el DRP fortaleció la organización comunitaria y el empoderamiento de las familias, sentando bases para la adopción de prácticas sostenibles y resilientes frente al cambio climático.

1.8. Recomendaciones

1. Promover la fertilización orgánica y recuperación de suelos, incrementando la materia orgánica, mejorando la estructura del suelo y aumentando la productividad agrícola de manera sostenible.
2. Implementar alternativas de producción agrícola sostenible, orientadas a mejorar los rendimientos de los cultivos y el desarrollo integral de las familias del Caserío Xuaxan.
3. Fomentar las buenas prácticas agrícolas en los huertos, garantizando la seguridad alimentaria y nutricional de la comunidad, así como la sostenibilidad de la producción a largo plazo.

1.9. Referencias

Aguilar, M. A., Aguilar, J. M., & Aguilar, J. J. (2010). *Ecosistemas de Guatemala, un enfoque por zona de vida*. Guatemala.

Cambio climático. (2015). *Programa conjunto de la ONU en Guatemala*.

<https://guatemala.un.org/onu-en-guatemala/programas-conjuntos/programas-cerrados/programa-2/>

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2016). *Redacción de referencias bibliográficas: Normas técnicas para ciencias agroalimentarias* (5.^a ed.).

San José, Costa Rica: Biblioteca Conmemorativa Orton.

<http://repiica.iica.int/docs/B4013e/B4013e.pdf>

Raxcacó Román, E. N. (2019). *Evaluación del rendimiento de tres variedades de frijol, bajo condiciones de manejo tradicional y manejo tecnológico en el caserío Patuy, Aldea Los Pajales; diagnóstico y servicios realizados en el Centro de Estudios y Cooperación Internacional (CECI)* (Tesis de ingeniería agronómica). Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Baja Verapaz, Guatemala.

<http://www.repositorio.usac.edu.gt/view/divisions/L37-05/2019.type.html>

Rodríguez, R. (1996). *Metodología de extensión agrícola comunitaria para el desarrollo sostenible* (73 p.).

Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia [SEGEPLAN]. (2022). *Planos y diseños de proyectos*. Gobierno de Guatemala.

1.10. Anexos

Tabla 5

Encuesta Aplicada en el Caserío Xuaxan, Aldea Los Pajales, Cubulco, Baja Verapaz.

Boleta No. _____

Municipio: Nombre de la comunidad:

☐ Hombre

☐ Mujer

Actores sociales y ambientales

1. ¿Por qué medio se organiza la comunidad?

☐ COCODE ☐ Padres de Familia ☐ Junta Directiva

☐ Otro, describa:

2. ¿Dónde se realizan las reuniones comunitarias?

☐ Iglesia ☐ Escuela ☐ Punto de reunión

☐ Otro, describa:

3. ¿Medio por el cual se convoca a las reuniones?

☐ Celular ☐ Auto parlante ☐ Radio

☐ Otro, describa:

4. ¿Qué problemas o necesidades considera que tiene la comunidad?

☐ Encases de Agua ☐ Acceso a semillas ☐ Escases de agua

☐ Otro, describa:

5. ¿Qué hace con la basura que produce?

☐ Lo Tira en la calle ☐ Lo coloca en una bolsa ☐ Lo quema

☐ Otro, describa:

6. ¿Qué hace con su basura orgánica?

☐ Lo utiliza para huertos ☐ Se lo da a sus aves ☐ Lo tira

☐ Otro, describa:

Aspecto educativo y actividad económica

7. Nivel educativo:

☐ Ninguno ☐ Primaria ☐ Básicos ☐ Otro. Describa:

8. Principal actividad económica del jefe (a) del hogar:

☐ Agricultura ☐ Pecuaria ☐ Servicios

☐ Otro Describa:

Condiciones de vivienda

9. La vivienda donde habitan es:

☐ Propia ☐ Arrendada ☐ Prestada

☐ Otro, describa:

10. ¿Cuáles son las características de la infraestructura de una casa?

☐ Block ☐ Adobe ☐ Tabla

☐ Otro, describa:

Información de captación, manejo y almacenaje de agua para consumo humano:

11. ¿Cuál es la principal fuente de abastecimiento de agua para consumo humano en época seca?

☐ Manantial/vertiente ☐ Río ☐ Agua entubada

☐ Otro, describa:

12. ¿Cuál es la principal fuente de abastecimiento de agua para consumo humano en época de lluvias?

☐ Manantial/vertiente ☐ Río ☐ Agua entubada ☐ Agua de lluvia

☐ Otro, describa:

13. ¿La vivienda cuenta algún tipo de pozo, manantial en su propiedad para abastecimiento de agua?

☐ Sí ☐ No

14. ¿Cuentan en la vivienda con depósitos para almacenaje de agua?

☐ Sí ☐ No

Aspecto agrícola

15. ¿Cuentan con terreno para cultivo de productos agrícolas?

☐ Sí ☐ No

16. Que tipos de cultivos Agrícolas emplea:

☐ Hortalizas ☐ Frutales ☐ Granos Básicos ☐ Otro, describa:

17. ¿El terreno donde cultiva es?

☐ Propio ☐ Arrendado ☐ Prestado ☐ Otro, describa:

18. ¿Cómo es el terreno donde está la parcela?

☐ Plano ☐ Pendiente sobre ladera

19. ¿En qué época frecuentemente cultiva en la parcela o terreno?

☐ Temporada de Lluvia ☐ Temporada Seca ☐ Todo el tiempo

20. ¿Tiene sistema de riego para su parcela o terreno?

☐ sí ☐ no

Figura 1

Socialización del diagnóstico



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2

Huerto familiar



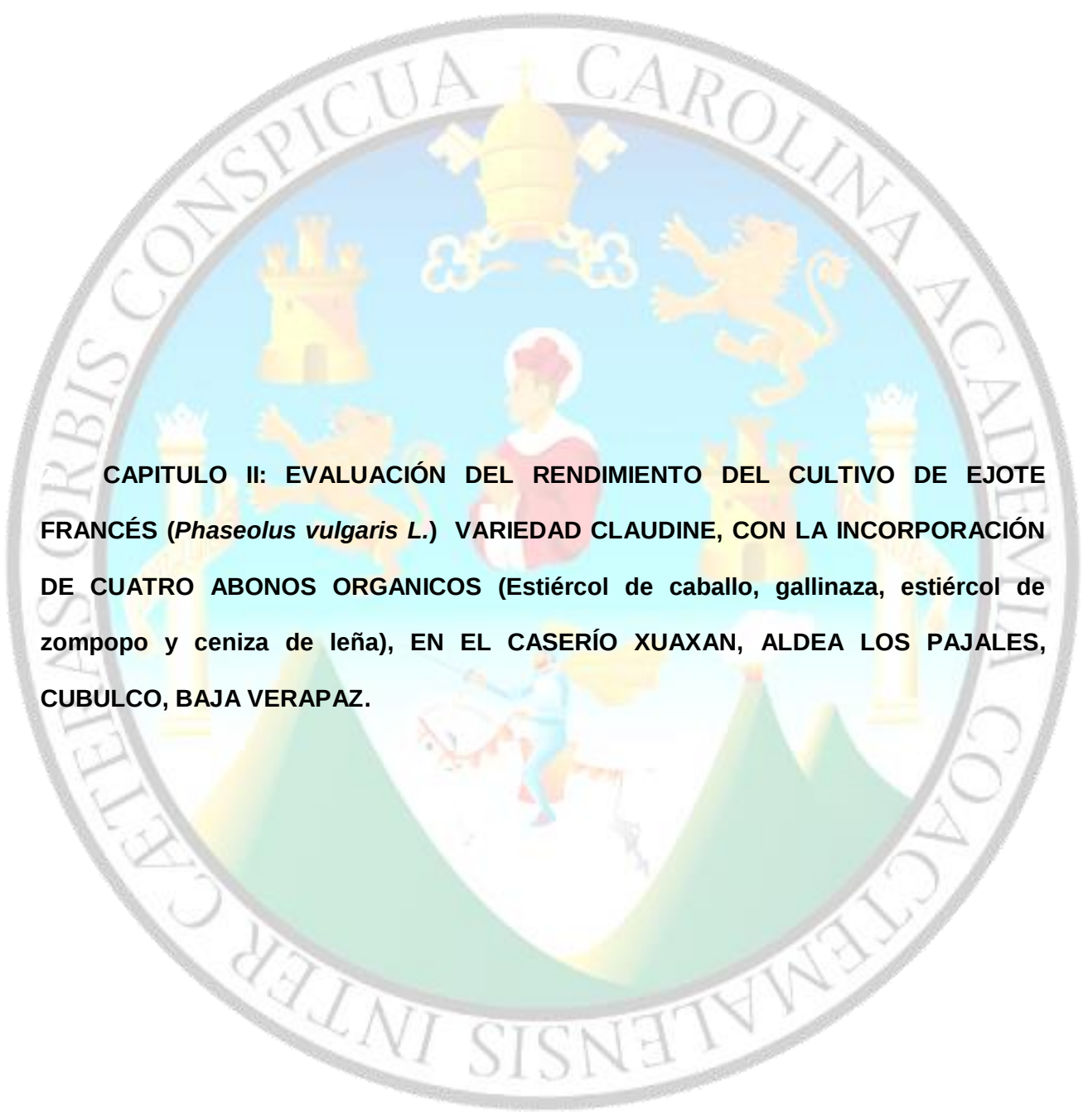
Fuente: Elaboración propia.

Figura 3

Levantamiento de Información



Fuente: Elaboración propia.



CAPITULO II: EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE EJOTE FRANCÉS (*Phaseolus vulgaris* L.) VARIEDAD CLAUDINE, CON LA INCORPORACIÓN DE CUATRO ABONOS ORGANICOS (Estiércol de caballo, gallinaza, estiércol de zompopo y ceniza de leña), EN EL CASERÍO XUAXAN, ALDEA LOS PAJALES, CUBULCO, BAJA VERAPAZ.

2.1. Introducción

El proyecto de investigación se desarrolló con el propósito de responder a la necesidad de mejorar la producción agrícola en una región donde la fertilidad de los suelos es baja. En el contexto de la agricultura de subsistencia, las familias rurales dependen de sus cultivos tanto para el consumo como para el ingreso familiar, por lo que resulta crucial implementar alternativas sostenibles que incrementen la producción y fortalezcan la seguridad alimentaria.

El estudio tuvo como objetivo evaluar el rendimiento del cultivo de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Claudine, con la incorporación de cuatro abonos orgánicos (estiércol de caballo, gallinaza, estiércol de zompopo y ceniza de leña) y un testigo absoluto (suelo) sin abono orgánico, analizando las variables de producción en kilogramos por hectárea de ejote francés, longitud de vainas, diámetro de vainas y número de vainas por planta, así como los costos de producción. La parcela experimental se implementó en el caserío Xuaxan, aldea Los Pajales, municipio de Cubulco, departamento de Baja Verapaz, bajo un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones.

Los resultados demostraron que con la aplicación abono orgánico gallinaza presentó el mejor rendimiento de ejote francés, alcanzando 11,122.16 kg/ha, con una longitud promedio de vainas de 13.23 cm, diámetro de vainas de 7.26 mm y aproximadamente 37 vainas por planta. Asimismo, se determinó el costo de producción de treinta y cinco mil doscientos setenta quetzales por hectárea. En general, el uso de abonos orgánicos mostró diferencias significativas en las variables evaluadas, evidenciando su efectividad para mejorar el rendimiento y la calidad del cultivo. Los resultados obtenidos en la investigación respaldan la importancia de utilizar abonos orgánicos como alternativa sostenible para el manejo de suelos y de la producción de ejote francés.

2.2. Planteamiento del Problema

El estudio realizado en el Caserío Xuaxan, Aldea Los Pajales, Cubulco, Baja Verapaz, evidenció que la baja producción de hortalizas y granos básicos se debe a la baja fertilidad de los suelos, el cambio climático, la escasa disponibilidad de nutrientes y la falta de material orgánico. Estos problemas afectan directamente la capacidad de los agricultores para cultivar de manera sostenible y asegurar la producción alimentaria en la comunidad. La agricultura de subsistencia, donde los agricultores dependen principalmente de lo que producen para su consumo y el de sus familias, se ve particularmente impactada por estos factores.

La mayoría de la población disponen de espacios limitados para la producción agrícola y tienen acceso restringido al agua, lo que hace más difícil mantener una producción constante. Por ello, es esencial incorporar buenas prácticas agrícolas que optimicen el uso del suelo y de los recursos disponibles. Esto no solo permitiría mejorar el rendimiento por unidad de área, sino también ofrecería una alternativa para mejorar la calidad de vida familiar, contribuyendo a la autosuficiencia alimentaria y a la conservación del medio ambiente.

En el caserío Xuaxan, los pobladores actualmente están trabajando con granos básicos maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) y hortalizas como: cilantro (*Coriandrum sativum*), rábano (*Raphanus sativus*), macuy (*Solanum nigrescens*), chipilín (*Crotalaria longirostrata*) y cebolla (*Allium cepa*); sin embargo, tienen bajo rendimiento debido a la baja fertilidad del suelo, ante ello, se planteó como alternativa incorporar abonos orgánicos, ya que puede aportar nutrientes necesarios para la producción agrícola. Se tiene la claridad que los requerimientos nutricionales varían de acuerdo a cada cultivo, en esta evaluación se cultivó ejote francés por su contenido nutricional y valor comercial, lo que lo convierte en una

opción estratégica para la agricultura de subsistencia, al contribuir tanto a la seguridad alimentaria como a los ingresos familiares.

Se determinó el tipo de abono que aumentó el rendimiento agrícola, crecimiento y desarrollo de las vainas de ejote francés. Además, se analizó con éxito la relación costo de producción, mediante la evaluación de cuatro abonos orgánicos: gallinaza, estiércol de caballo, estiércol de zompopo y ceniza de leña. La investigación no solo busca mejorar el rendimiento agrícola, sino también establecer una práctica sostenible que favorezca la productividad de los agricultores en el contexto de la agricultura de subsistencia.

2.3. Justificación de la Investigación

El uso de abonos orgánicos es una alternativa eficaz para mejorar la fertilidad del suelo y el desarrollo de los cultivos, especialmente en la agricultura de subsistencia. En comunidades rurales, donde predominan prácticas agrícolas tradicionales, los agricultores han mostrado interés en utilizar estos abonos debido a sus beneficios tanto ecológicos como económicos. Los abonos orgánicos ayudan a restaurar la calidad del suelo, aumentan la actividad microbiana, mejoran la retención de nutrientes y favorecen la absorción de agua, lo que es crucial en un contexto de producción agrícola limitada.

En este estudio, se evaluaron cuatro tipos de abonos orgánicos aplicados al cultivo de ejote francés para identificar cuál de ellos favorece mejor el crecimiento y rendimiento de las plantas. Este enfoque busca garantizar una mayor productividad y, por lo tanto, una mayor seguridad alimentaria y sustento económico para las familias productoras. La agricultura de subsistencia basada en el cultivo de ejote francés es clave para la autosuficiencia, ya que provee alimentos nutritivos y contribuye a la diversificación de ingresos de los pequeños agricultores.

Además, el uso de abonos orgánicos se presenta como una alternativa sostenible frente al uso de fertilizantes químicos, ya que reduce los costos de producción y minimiza el impacto ambiental. Al promover prácticas agrícolas orgánicas, se protege la biodiversidad del suelo, se contribuye a la preservación del medio ambiente y se mitigan los efectos del cambio climático, lo que beneficia a largo plazo a las familias rurales que dependen de la agricultura para su subsistencia.

2.4. Marco Teórico

2.4.1. Marco Conceptual

2.4.1.1. Cultivo de Ejote Francés.

El ejote francés (*Phaseolus vulgaris L.*) variedad que pertenece a la familia de las leguminosas. Es una planta de origen americano y centroamericano, que fue distribuida por el mundo por los españoles y portugueses después de la conquista (MAGA, 2014).

La producción del ejote francés en Guatemala, ha dado lugar a las exportaciones del producto a la Unión Europea. Las principales zonas de producción son los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez, Huehuetenango, San Marcos, Las Verapaces, Sololá y Quiché; zonas en que se puede producir durante todo el año si los agricultores disponen del recurso hídrico (MAGA, 2014).

Las propiedades nutricionales del ejote francés han dado lugar al consumo, porque puede ser un ingrediente muy importante en ensaladas, sopas, cremas y muchas otras preparaciones, ya que además es rica en proteínas, vitaminas B y C y adicionalmente posee una gran cantidad de aminoácidos, llamado lisina (MAGA, 2014).

2.4.1.2. Características Botánicas.

Especie anual dicotiledónea de hábito determinado arbustivo, llamado también de “arbolito” por los campesinos, pues no produce guías o zarcillos. Plantas de 40 cm, a 60 cm, con hojas trifoliadas cuyos peciolo presentan un ángulo de 15 grados de inclinación aproximadamente, permitiendo una buena iluminación, la cual estimula la formación de primordios florales; llegando a producir hasta 85 flores por planta de ejote francés (Catalán, Flores, Hernández, & Heidy, 2010).

2.4.1.3. Floración.

Las primeras flores se aparecen entre los 45 a 55 días de edad, dependiendo de las condiciones climáticas. Siendo estas de color blanco con los cálices de verde muy suave. La estructura floral está compuesta por un cáliz gamosépalo, en cuya base hay dos bractéolas que permanecen hasta la floración. La corola es pentámera, formada por el estandarte; glabro y simétrico (Catalán, Flores, Hernández, & Heidy, 2010).

Los dos pétalos laterales forman las alas y la quilla formada por dos pétalos inferiores en forma asimétrica, esta cubre el gineceo y al androceo. El androceo está formado por nueve estambres y nueve antenas, soldados en la base por un estambre libre llamado vexilar, frente al estambre. El gineceo supero, incluye al ovario comprimido. El estigma interno, y estilo encerrado, facilitan la fecundación autógena (Catalán, Flores, Hernández, & Heidy, 2010).

2.4.1.4. Clasificación Taxonómica.

Tabla 6

Clasificación Taxonómica del Ejote Francés

Categoría	Descripción	Categoría	Descripción
Reino	Plantae	Sub clase:	Rosidae
Sub reino	Tracheobionta	Orden:	Fabales
Super división	Spermatophyta	Familia:	Fabaceae
División	Magnoliophyta	Género:	Phaseolus L.
Clase	Magnoliopsida	Especie:	Phaseolus vulgaris L.

Fuente: Tomado de USDA, 2023.

2.4.2. Vainas

Al pasar el periodo de 8 días del proceso en el cual la flor es polinizada y fecundada, el fruto inicia su formación y desarrollo de las vainas aptas para su cosecha, las cuales son de color verde claro, aterciopeladas entre 8 cm, a 12 cm, y con diámetro entre 4 mm a 7 mm rectas y uniformes eventualmente (Catalán, Flores, Hernández, & Heidy, 2010).

2.4.3. Requerimientos Climáticos del Ejote Francés

El cultivo de ejote frances (*Phaseolus vulgaris L.*) requiere de temperaturas frescas a templadas (entre 17 a 28 grados centígrados) siendo sus rangos de siembra entre 850 a 1600m.s.n.d.m. Las mejores cosechas se logran con temperaturas frescas, pues el exceso de calor produce la malformación de vainas y por consiguiente la merma en la calidad del producto final (Catalán, Flores, Hernández, & Heidy, 2010).

2.4.4. Requerimientos Edáficos

Es recomendable efectuar las siembras en suelos fértiles, profundos y ricos en nutrientes. Se sugiere un pH entre 6.5 a 7.2 con buen drenaje y alto contenido de materia orgánica (Catalán, Flores, Hernández, & Heidy, 2010).

2.4.5. Manejo Agronómico del Ejote Francés

2.4.5.1. Preparación del Suelo.

Existen 2 tipos de procesos para la preparación del suelo, aradura y rastreo que contempla la práctica mecanizada, si la preparación es mecanizada, se sugiere arar a una profundidad de 25 a 30 centímetros y luego efectuar la práctica de dos pasadas de rastra, con el fin de dejar el suelo con las condiciones adecuadas, siendo suelo suelto, mullido y lo más uniforme posible (Villela Ramírez, 1992).

2.4.5.2. Época de Siembra.

Es posible que el ejote francés (*Phaseolus vulgaris L.*) se pueda sembrar todo el año, si se cuentan con las condiciones adecuadas de riego. Se conoce que el producto es un cultivo requerido para el consumo, existen oportunidades donde se pueda comercializar todo el año. La época de siembra y cosecha está vinculada con el productor, considerando que el periodo de siembra a cosecha en este cultivo varía de 45 a 65 días, dependiendo de la variedad de semilla que se haya elegido (Villela Ramírez, 1992).

2.4.5.3. Profundidad de Siembra.

La siembra es un tipo de práctica donde está relacionada la distancia y la superficie del suelo, a la cual la semilla va a ser enterrada. La profundidad de la siembra deberá ser el doble del volumen de la semilla, dependiendo de la variedad y tipo de crecimiento de cada una. En cada postura se estima que se colocan de 2 a 3 semillas y aproximadamente a los diez días se hace un raleo, donde se pretende dejar solo dos plantas por postura. La germinación de la semilla va a depender de factores de humedad del sustrato, temperatura, luz, oxígeno, dióxido de carbono, entre otros factores. Habitualmente la germinación se lleva a cabo en un periodo aproximado de 5 a 10 días después de la siembra (Villela Ramírez, 1992).

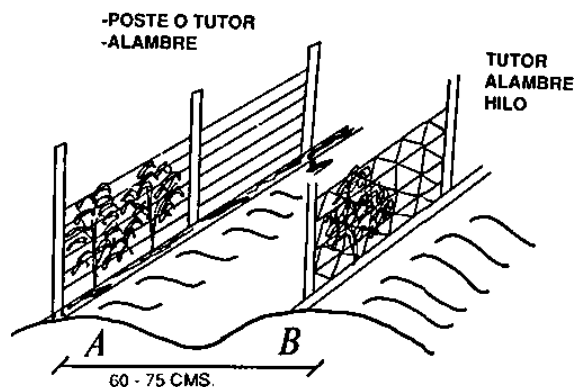
2.4.5.4. Recomendaciones para el Cultivo de Ejote Francés Sobre la Etapa Fenológica de Crecimiento y Desarrollo.

Consiste en manejar el cultivo estimulando su desarrollo vertical, a través de la distribución de los tutores en hileras, guiadas por tendidos de alambres o pita, que pueden variar en una cantidad de 2 a 4 y son sostenidos por tutores. En la cual existen variaciones en los niveles tales como se muestran en la figura 4.

Con este tipo de sistema se está garantizando que se obtendrá una mejor calidad de producción.

Figura 4

Sistema de siembra con tutores



Fuente: Tomado de Villela Ramírez, 1992.

2.4.5.5. Colocación de Pita.

Se coloca cuando el desarrollo del cultivo se encuentra a la mitad de su crecimiento aproximadamente de 20 a 30 días, y una altura de 20 a 30 centímetros, se debe de colocar en dos líneas paralelas sobre el surco, una a cada lado de la planta a unos 10-15 cm de abertura entre las líneas. Dependiendo de la variedad y desarrollo de las plantas, algunas veces se debe de colocar dos pitas (Schaart López, 2012).

2.4.6. Requerimientos de Riego Según sus Condiciones

El ejote francés necesita de un riego a la semana para evitar el estrés hídrico, y en distintos periodos críticos de su desarrollo, a continuación, se enlistarán algunos periodos:

- Antes y después de la siembra
- Después de cada aplicación de fertilizantes químicos
- Al momento del crecimiento de vainas

- En los periodos seco o de veranos prolongados

El agua debe infiltrarse en el suelo en toda el área radicular del ejote francés aproximadamente de 20 a 40 centímetros de profundidad. Para garantizar una buena absorción de agua en el suelo, se debe de realizar un muestreo aleatorio y ver a que profundidad ha llegado el agua (Villela Ramírez, 1992).

2.4.7. Requerimientos Nutricionales del Ejote Francés

Para obtener una producción óptima en el rendimiento del cultivo, se deben de aplicar principalmente los elementos de nitrógeno, fósforo y potasio. Para garantizar un crecimiento y desarrollo del cultivo (Schaart López, 2012).

Tabla 7

Requerimientos del ejote francés para una hectárea de cultivo

Requerimiento nutricional del ejote francés por hectárea		
Nitrógeno	Fósforo	Potasio
210 libras	140 libras	238 libras

Fuente: Tomado de Villela Ramírez, 1992.

2.4.7.1. Control de Malezas

El control se debe de llevar a cabo para evitar el crecimiento de plantas no deseadas en el cultivo. Las limpieas pueden ser, manuales, mecánicas, o químicas. La práctica puede realizarse en la pre-emergencia de la maleza o en post emergencia de la maleza. La primera limpia se debe de realizar a los 15 a 20 días de la siembra y la segunda 20 días después (Villela Ramírez, 1992).

2.4.7.2. Cosecha.

La cosecha del ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.), se realiza de manera manual, para evitar lastimar las vainas y para no dañar su calidad. Durante el proceso de corte, se va

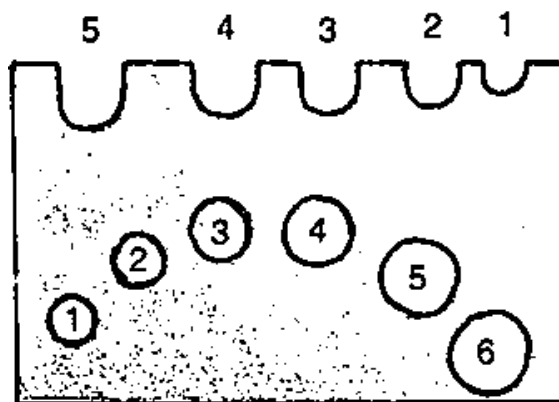
colocando en canastas o cajas de campo, la cuales al terminar se van trasladando a lugares frescos con sombra, para evitar la deshidratación de las vainas (Villela Ramírez, 1992).

2.4.7.3. Normas y Estándares de Cosecha.

El ejote francés tiene estándares de cosecha, el producto debe de alcanzar un largo de 10 a 12 centímetros y un diámetro aproximado de 0.3 a 0.5 centímetros. Los cortes del ejote se recomienda hacerlos diarios, para evitar que se pasen de su tamaño, como de su estado tierno. Una de las características de realizar la práctica de corte diario, es estimular la planta para que siga produciendo. Se contempla que la cosecha de ejote francés tiene una duración de aproximadamente de tres a cuatro semanas (Villela Ramírez, 1992).

Figura 5

Regla para medir el diámetro del ejote francés, se usan los agujeros no. 1 y 2, los otros agujeros (3, 4, 5, y 6) son para medir diámetro de otros tipos de ejotes



Fuente: Tomado de Villela Ramírez, 1992.

2.4.8. Principales Plagas del Ejote Francés

Los daños que causan los insectos son de importancia, debido a que afectan en la calidad del producto e instituyen la puerta de entrada para los hongos, lo cual viene a

disminuir los rendimientos de la producción. Las plagas que atacan al ejote francés se clasifican en:

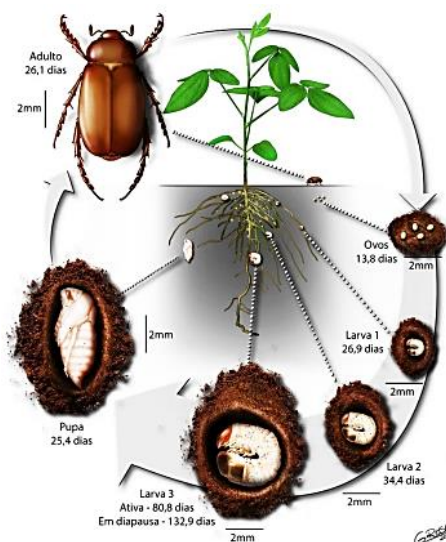
- Plagas del suelo
- Plagas del follaje
- Plagas del suelo

2.4.8.1. Gallina Ciega (*Phyllophaga* sp.).

Se alimenta vorazmente del sistema radicular de la planta, ocasionando la muerte (Villela Ramírez, 1992).

Figura 6

Ciclo de vida de la gallina ciega



Fuente: Tomado de Nájera Rincón, 2017.

2.4.8.1 Control.

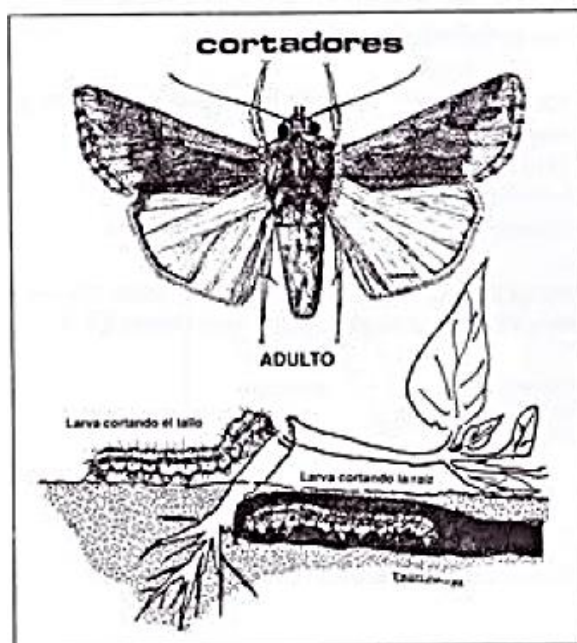
En la época de vuelo de los adultos la colocación de trampas de luz blanca o negra, resulta en la recolección de miles de adultos por noche (Villela Ramírez, 1992).

2.4.8.2. Gusanos Cortadores.

Nocheros (*Agrotis* sp), tierreros (*Spodoptera* sp), rosquillas (*Prodenia*). Este tipo de plaga corta los tallos de las plántulas a nivel del suelo, matándolas. Habitualmente el ataque es localizable (Villela Ramírez, 1992).

Figura 7

Diferentes estadios y daño de los gusanos cortadores en el ejote



Fuente: Tomado de Villela Ramírez, 1992.

2.4.8.3. Control.

La buena preparación del suelo, elimina la mayor parte de las larvas, pupas y huevecillos presentes. También quedan expuestas a enemigos naturales como lo son las aves.

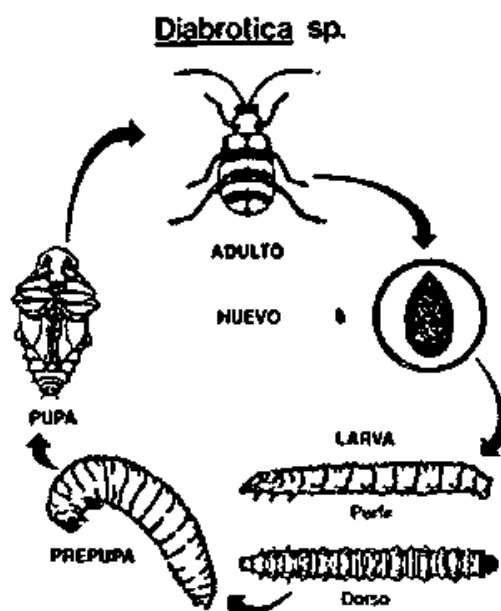
Otro tipo de control es colocar trampas con feromonas atrayentes.

2.4.8.4. Plagas del Follaje.

Tortuguilla o Escaranajo (*Diabrotica* spp), este tipo de plaga daña tanto las hojas como a la semilla en germinación (Villela Ramírez, 1992).

Figura 8

Diferentes estadios de la plaga



Fuente: Tomado de Villela Ramírez, 1992.

Figura 9

Daños generados por la tortuguilla



Fuente: Tomado de Villela Ramírez, 1992.

2.4.8.5. Control.

Preparar el suelo es una medida eficaz que ayuda a destruir los estadíos inmaduros presentes de la plaga (Villela Ramírez, 1992).

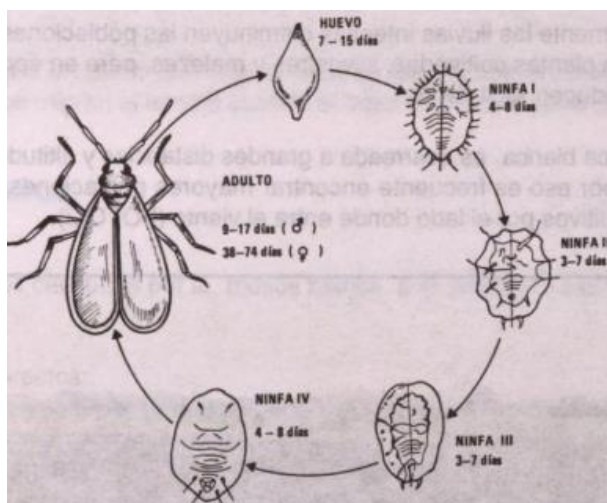
2.4.8.6. Insectos Chupadores

Mosca blanca (*Bermisia* sp) (*Trialeurodes* sp)

El daño indirecto causado por la mosca blanca es la transmisión de virus y enfermedades.

Figura 10

Ciclo de vida de la mosca blanca



Fuente: Tomado de Cabrera, 1991.

2.4.8.7. Control

Cultural

- Eliminación de rastrojos
- Utilizar barreras vivas
- Eliminar los hospederos

- Rotación de cultivos

2.4.8.8. Enfermedades que Afectan el Cultivo.

Los daños causados por las enfermedades deterioran la calidad del producto y disminuyen considerablemente el rendimiento.

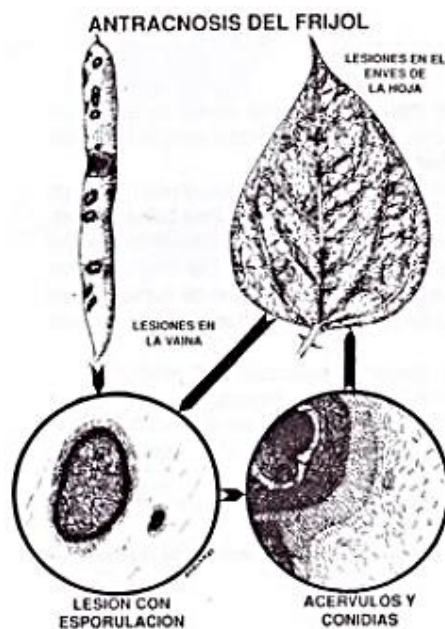
Algunas de las principales enfermedades que dañan el cultivo son:

2.4.8.9. Antracnosis.

Clase: Deuteromycetes

Figura 11

Antracnosis en hojas y vainas



Fuente: Tomado de Villela Ramírez, 1992.

Los síntomas generalmente aparecen en el envés de las hojas lesionadas de un color que varía desde rojo hasta negro, localizadas a lo largo de las nervaduras de las hojas. Las partes afectadas suelen ser los cotiledones, tallos, ramas, peciolo y vainas que pueden ser afectadas (Villela Ramírez, 1992).

2.4.8.10. Control.

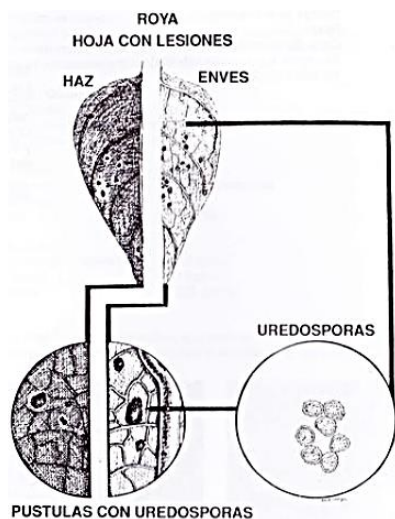
- Utilizar semillas certificadas
- Rotación de cultivos
- Evitar el contacto directo del personal en la parcela, sin medidas adecuadas para evitar la transición.
- Utilizar variedades o híbridos resistentes

2.4.8.11. Roya (*Uromyces* sp) (*U. phaseolicola*).

Los síntomas son pequeñas lesiones y manchas cloróticas notables en el haz y envés de la hoja. En el envés de la hoja se pueden encontrar pústulas de color marrón. Esta enfermedad puede provocar una coloración amarillenta en toda la hoja, y por lo tanto puede existir un bajo rendimiento cuando atacan a la planta que está en su desarrollo (Villela Ramírez, 1992).

Figura 12

Pústulas de roya



Fuente: Tomado de Villela Ramírez, 1992.

2.4.9. Características de la Variedad Claudine de Ejote Francés

- **Vainas:** El ejote francés variedad Claudine es un ejote muy fino de 12 a 15 cm de largo, de 6 a 7 mm de diámetro color verde intermedio.
- **Altitud:** Siembra 850 a 1600 m. s. n. m.
- **Distanciamiento de siembra:** a surco sencillo de 1 metro entre surcos y 10 centímetros entre semillas.
- **Profundidad de siembra:** deberá ser el doble del volumen de la semilla.
- **Plantaciones de alta densidad:** debe implementarse el “acolchado” así como el riego por goteo a doble manguera por meseta o tablón.
- **Cosecha:** el primer corte de 45 a 50 días con cuatro a cinco semanas de corte.
- **Rendimiento:** aproximadamente de 11,710 a 13,011 Kilogramos por hectárea (Agrosemillas S.A., 2018).

2.5. Abonos Orgánicos

Los abonos son aquellas sustancias que desempeñan distintas funciones, directas e indirectas, que pueden influir sobre el crecimiento y desarrollo de plantas, implementando nutrientes, agentes movilizadores de sustancias, catalizadores de procesos vitales, tanto en el suelo como en la planta, a tal grado de modificar la flora microbiana útil, puede ayudar en la mejora de propiedades del suelo y otras (Cantero Herrera & Martínez Torrez, 2002).

El abono orgánico puede ser un tipo de enmienda orgánica al suelo, incluyendo abonos de estiércoles de animales, como los restos vegetales. Su importancia abarca en el aporte de nutrientes hacia la planta, como también los estiércoles orgánicos son una fuente de nutrientes y energía para el ecosistema del suelo, siendo los microorganismos los que

transforman, degradan y descomponen la materia orgánica (Cantero Herrera & Martínez Torrez, 2002).

Cuando se aplican nutrientes orgánicos al suelo, se incrementa su reserva y al mismo tiempo su fertilidad. La liberación lenta y progresiva, es una garantía de que los elementos móviles dentro del suelo como el nitrógeno, permanecen retenidos y no se pierden parcialmente por lavado (Cantero Herrera & Martínez Torrez, 2002).

2.6. Características de los Tratamientos Experimentales

2.6.1. Testigo Absoluto (Suelo)

Según la Montes (s.f.), “El suelo está compuesto por minerales, materia orgánica, diminutos organismos vegetales y animales, aire y agua. Es una capa delgada que se ha formado muy lentamente, a través de los siglos, con la desintegración de las rocas superficiales por la acción del agua, los cambios de temperatura y el viento. Las plantas y animales que crecen y mueren dentro y sobre el suelo son descompuestos por los microorganismos, transformados en materia orgánica y mezclados con el suelo”.

De acuerdo con Montes (s.f.), “Los suelos naturalmente cubiertos de vegetación conservan su fertilidad. Un ejemplo es el bosque: las raíces de los árboles sujetan la tierra, el follaje de las copas suaviza el impacto de la lluvia y la fuerza del viento. Las hojas secas que caen (hojarasca), junto con los animales muertos y sus excrementos, se pudren y son descompuestas por los microorganismos, formando humus. El humus es un abono orgánico que enriquece el suelo, aumenta la porosidad superficial, absorbe el agua lentamente y la retiene. Así, el suelo permanece húmedo por más tiempo, el agua no se escurre por su superficie y no se produce arrastre de tierra”.

2.6.2. Estiércol de Caballo

Es un tipo de abono orgánico que cuenta con disponibilidad de nutrientes, tiene 0,6% de nitrógeno, 0,6% de fósforo, 0,4% de potasio y oligoelementos. Es recomendable dejarlo secar al sol para que termine de fermentar y su olor disminuya. Está especialmente indicado para mezclar con aquellas tierras que fueron erosionando o se estén erosionando, ya que los airea y los vuelve más esponjoso, algo que a las plantas les ayuda a crecer. La dosis recomendada es de 1 a 5 kilogramos por metro cuadrado (Chaupe, 2018).

2.6.2.1. Características del Estiércol de Caballo.

El estiércol de caballo cuenta con una importante riqueza de material orgánico, nitrógeno y otros elementos. Está especialmente indicado para la mejora de las tierras de cultivo en agricultura, fruticultura, hortícola y zonas verdes (Chaupe, 2018).

2.6.3. Gallinaza

La gallinaza se utiliza tradicionalmente como abono para cultivos en distintos países, su composición depende principalmente de la dieta y del sistema de alojamiento de las aves. La gallinaza obtenida de explotaciones en piso, se compone de una mezcla de deyecciones¹ y de un material absorbente que puede ser viruta, pasto seco, cascarillas, entre otros y este material se conoce con el nombre de cama; esta mezcla permanece en el galpón durante todo el ciclo productivo (Estrada Pareja, 2005).

La gallinaza seca es un abono con mayor concentración de nutrientes, este valor depende del tiempo y rapidez del secado. El nitrógeno y el fósforo aparte de su valor como abono, en muchas ocasiones, con una excesiva densidad animal en el área, estos elementos se consideran contaminantes del suelo (Estrada Pareja, 2005).

¹ Las deyecciones son una mezcla entre sólido y líquido, lo que hace que el contenido de nitrógeno sea especialmente alto.

La gallinaza puede utilizarse como fertilizante, en cualquiera de sus formas, proviene de su aporte al suelo de materia orgánica, con lo cual aumenta su capacidad de retención de agua, así como por ser fuente muy rica en elementos nutritivos para las plantas. El uso de la gallinaza como abono constituye un aporte nutricional al suelo. La dosis recomendada es de 1 a 3 kilogramos por metro cuadrado (Estrada Pareja, 2005).

Tabla 8

Composición nutricional de la gallinaza en kilogramos por tonelada

Nutrientes (kg/ton)	Gallinaza
Nitrógeno	34.7
Fósforo	30.0
Potasio	20.9
Calcio	61.2
Magnesio	8.3
Sodio	5.6
Sales solubles	56
Materia orgánica	700

Fuente: Tomado de Beloso Sanmartin, 1992.

2.6.4. Estiércol de Zompopo

“Los zompopos contribuyen a la nutrición del suelo, debido a que acarrear grandes cantidades de material vegetativo y lo colocan a diferentes profundidades, lo que se convierte posteriormente en materia orgánica; esto favorece a la multiplicación de bacterias, nematodos, insectos y otros organismos que sólo pueden existir a poca profundidad, contribuyendo de igual forma a mejorar las características físicas y químicas del suelo” (Parvel, 2012).

2.6.4.1. Aspectos Benéficos de los Zompopos.

Los zompopos presentan beneficios a la naturaleza, el material “zompopina” que estos insectos desechan es utilizado por los agricultores como sustrato para semilleros y uso hortícola, además también es utilizado como abono, existen otros tipos de beneficios que estos insectos brindan; mejoran el suelo permitiendo la aireación del suelo, y más filtración de agua, además de remover el suelo, permiten la buena fertilidad del suelo mediante la aportación del sustrato de los desechos de estos insectos en el suelo mejorando con esto la calidad y la salud del mismo (Serrano Cervantes, Menjivar Rosa, & García Vaquerano, 2001).

2.6.5. Ceniza de Leña

La ceniza de leña es un agregado muy útil y potente para la tierra, porque es una fuente que aporta propiedades para el crecimiento y salud de las plantas. La ceniza de leña, poseen una gran carga de minerales que beneficia las propiedades de la tierra y a su vez, para las plantas (Canto, 2023).

La ceniza de leña es un poderoso abono orgánico debido a que implementa nutrientes al suelo. La ceniza contiene un porcentaje de calcio, magnesio, fósforo y otros nutrientes, como también es óptima para neutralizar los ácidos del suelo, al actuar sobre las bacterias que provocan la acidez terrenal. Al aplicar ceniza en la tierra, mejora la fertilidad del suelo, afianzando los nutrientes y proporcionando una combinación esencial para el suelo agrícola. Se recomienda la dosis de 1 kilogramo de ceniza por cada metro cuadrado de tierra abonada (Canto, 2023).

2.6.5.1. Beneficios de la Aplicación de Ceniza de Leña en el Cultivo.

- **Repele las plagas:** ayuda a erradicar y repeler plagas, elimina babosas, caracoles, hormigas, incluso pulgones y algunas orugas. La manera

adecuada de aplicar el abono es espolvoreando, realizando un círculo alrededor de las plantas.

- **Elimina los hongos de las hojas:** se debe de frotar un poco de ceniza en el tallo u hojas para provocar la desaparición de hongos en las plantas.
- **Pasta cicatrizante para las ramas partidas:** Para curar tallos o ramas quebradas, se mezcla la ceniza con un poco de agua, logrando una pasta. Se aplica en forma de envoltura sobre la zona afectada, y se deja reposar por unos días. Esto ayudará a evitar la humedad en la zona dañada y acelerará la cicatrización.
- **Mejora la calidad del suelo y aumentar su fertilidad:** sus beneficios principales son; aporte de componentes, nutrientes como el potasio, uno de los nutrientes más relevantes después del nitrógeno. El aporte contribuye al crecimiento del follaje y es beneficioso para el desarrollo de los frutos (Canto, 2023).

2.6.6. Costo de Producción

El costo de producción se refiere al total de los recursos (materiales, trabajo, y otros gastos indirectos) utilizados para producir un bien o servicio. En el contexto agrícola, incluye los costos de insumos como fertilizantes, agua, mano de obra, maquinaria, entre otros. Este concepto es esencial para evaluar la eficiencia y rentabilidad de los procesos productivos (Sánchez, 2018).

2.6.7. Manejo Agroecológico de Plagas

La ecología de la interacción plagas-cultivo-ambiente, son un tipo de factores fundamentales para el diseño de medidas de prevención de plagas. La presencia de

barreras vivas y las trampas etológicas², son muy utilizados en la periferia del cultivo, como medidas ecológicas para el control de plagas de las hortalizas que favorecen grandemente el cuidado del agroecosistema y medio ambiente (Poot-Matu, 2005).

2.6.8. Importancia de las Barreras Vivas

Su finalidad es atraer una gran cantidad de insectos, sobre todo polinizadores, que en su gran mayoría son, a la vez, depredadores y parasitoides de plagas. En la regulación de la abundancia de organismos indeseables. (Poot-Matu, 2005).

Las aplicaciones de plaguicidas en exceso, promueven directamente el desequilibrio de los agro ecosistemas, el incremento del costo de producción por los elevados precios, y la toxicidad para los enemigos naturales y otros animales, así como para los humanos (Poot-Matu, 2005).

² Consiste en la utilización de atrayentes químicos naturales o sintéticos (feromonas, trampas, cebos alimenticios, repelentes e inhibidores) para controlar las poblaciones de plagas que causan daño en cultivos de importancia económica.

2.7. Marco Referencial

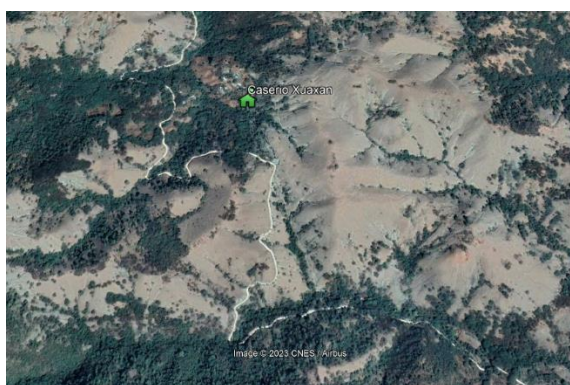
2.7.1. Ubicación y Localización

El Caserío Xuaxan, se encuentra ubicado en Aldea Los Pajales del municipio de Cubulco del departamento de Baja Verapaz. El Caserío Xuaxan a partir del 2019 se independizó del Caserío Chitomax según la municipalidad de Cubulco, Baja Verapaz. Xuaxan, al norte colinda con Chitomax, al noreste con Xinacati II, al sur con Pacaní y Xinacati I, y al oeste con Piedra de Cal (Segeplan, 2022).

- Distancia a cabecera: 15 km
- Coordenadas geográficas: Latitud 15°11'40.7N, Longitud 90°37'35.6W.
- Altitud: 973.40 m.s.n.m³
- Región: Norte

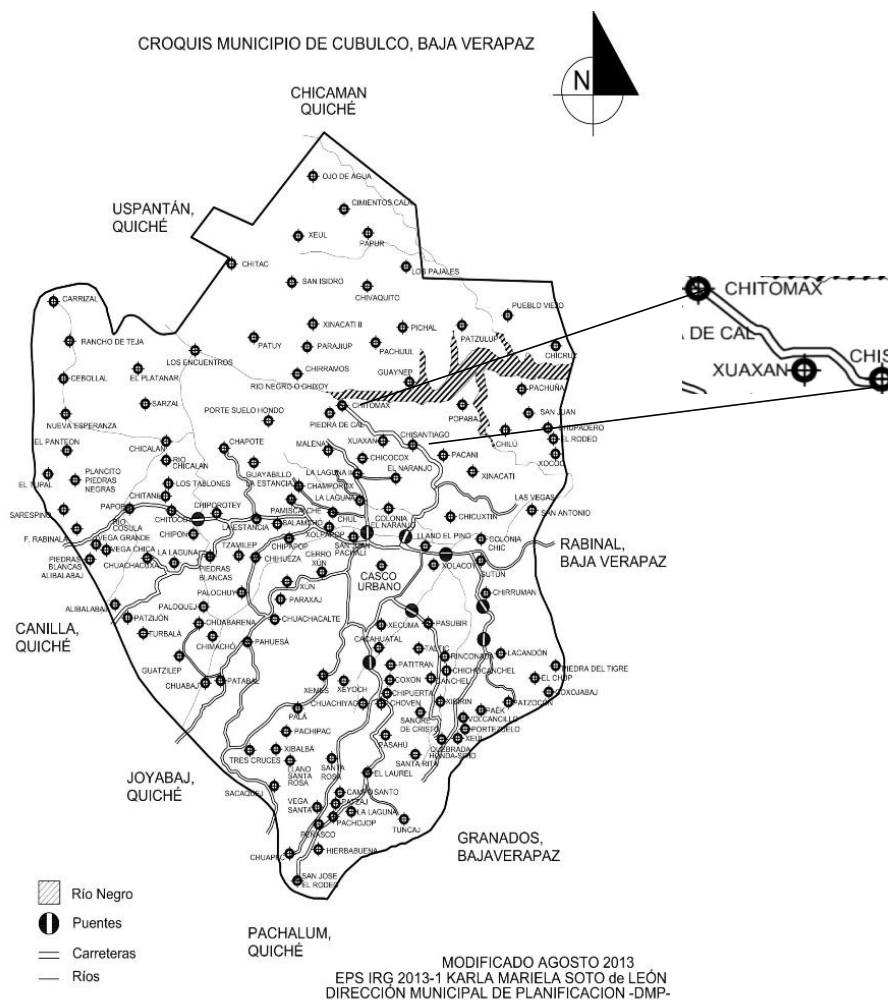
Figura 13

Mapa de localización del Caserío Xuaxan, Aldea Los Pajales, Cubulco, Baja Verapaz, Guatemala, C.A



Fuente: Google Earth 2023.

³ Msnm: Metros sobre el nivel del mar

Figura 14*Croquis del municipio de Cubulco, Baja Verapaz***Fuente:** Tomado de Soto, 2013.

2.7.2. Clima

En el Caserío Xuaxan actualmente no cuenta con datos puntuales climáticos, es por ello que se tomó como referencia a la estación más cercana del INSIVUMEH en Cubulco, Baja Verapaz, con temperatura de 29° C máximos y 14.3° C mínimos, con una precipitación

pluvial aproximada de 903.3 mm anual, está contemplado con un clima cálido y se hace la referencia que el caserío se encuentra en el corredor seco del país (Raxcacó Román, 2019).

El municipio de Cubulco, departamento de Baja Verapaz, se encuentra en la zona de bosque seco premontano tropical basado en el método de clasificación de zonas de vida Holdridge (Aguilar, M.A; y Aguilar, J.M.; y Aguilar J, J., 2010).

2.7.3. Condiciones de Vida

La comunidad cuenta con fuentes de abastecimiento de aguas naturales, por las cuales las familias se abastecen, tanto para consumo humano, agrícola y uso doméstico. La zona se encuentra en el corredor seco de Baja Verapaz.

2.7.4. Recurso Hídrico

El caserío cuenta con siete fuentes de abastecimiento de agua natural, en la cual se encuentran distribuidos en varios puntos específicos. El uso que se le da, es de ámbito agrícola y doméstico.

Tabla 9

Fuentes de abastecimiento de agua con coordenadas

Fuentes de abastecimiento de agua				
No.	Fuente	Coordenadas geográficas		Elevación
		Norte	Oeste	M.s.n.m.
1	CUB-FUA-001	15°11'37.6"N	90°37'32.5"W	977.17
2	CUB-FUA-002	15°11'37.8"N	90°37'33.0"W	976.9
3	CUB-FUA-003	15°11'35.8"N	90°38'03.0"W	1065.6
4	CUB-FUA-004	15°11'44.8"N	90°38'05.9"W	1005.96
5	CUB-FUA-005	15°11'44.5"N	90°38'13.7"W	1074.39
6	CUB-FUA-006	15°11'18.5"N	90°37'18.7"W	978.72
7	CUB-FUA-007	15°11'19.4"N	90°36'57.4"W	897.36

Fuente: Elaboración propia.

Figura 15

Localización fuentes de abastecimiento de agua



Fuente: Elaboración propia.

2.7.5. Población

El Caserío Xuaxan cuenta con aproximadamente 216 habitantes distribuidos en 21 familias según las encuestas levantadas, la mayor parte de la población es de etnia maya y el idioma que hablan es el Achí, La mayoría de la población del caserío emplean tradicionalmente la producción agrícola convencional como medio de subsistencia familiar.

Tabla 10

Población total aproximado

Departamento, Municipio, Lugar Poblado	Categoría	Población Total	Sexo	
			Hombre	Mujer
Baja Verapaz, Cubulco, Aldea Los Pajales	Caserío Xuaxan	216	91	125

Fuente: Elaboración propia diagnóstico rural participativo.

2.7.6. Situación Económica y Social

Xuaxan es un caserío que se independizó del Caserío Chitomax, el cual enfrenta un reto de subsistir como comunidad, debido a sus limitantes, por ejemplo; recursos económicos y servicios. La comunidad tiene una baja densidad de población y poca

extensión territorial destinada para la siembra. Como medio de subsistencia, los agricultores tienden a sembrar los cultivos de granos básicos (Maíz, *Zea mays*; Frijol, *Phaseolus vulgaris* L.; Ayote, *Cucurbita argyrosperma*) y huertos familiares.

La mayoría de la población cuenta con pequeñas extensiones de terrenos para cultivar, según los campesinos; la producción lo destinan para el consumo y para la venta, dependiendo del rendimiento de producción de sus parcelas. Se conoce que hacen uso de las parcelas solo en temporada de invierno, por motivos de accesibilidad de agua. Y como medio de subsistencia en temporada seca hacen uso de fuentes naturales de agua para el riego de sus huertos.

2.8. Objetivos

2.8.1. Objetivo General

Evaluar el rendimiento del cultivo de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Claudine, con la incorporación de cuatro abonos orgánicos estiércol de caballo, gallinaza, estiércol de zompopo y ceniza de leña, en el Caserío Xuaxan, Aldea Pajales, municipio de Cubulco, departamento de Baja Verapaz.

2.8.2. Objetivos Específicos

1. Determinar el rendimiento en kilogramos por hectárea de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.), de los abonos evaluados.
2. Identificar el abono orgánico que incide en el crecimiento y desarrollo de vainas de ejote francés; sobre la longitud, diámetro y número de vainas por planta.
3. Determinar los costos de producción con la aplicación de los abonos orgánicos en el cultivo de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.).

2.9. Metodología

2.9.1. Lugar

La investigación evaluará el efecto de cuatro tipos de abonos orgánicos (Estiércol de caballo, gallinaza, estiércol de zompopo y ceniza de leña), en una plantación de ejote francés aplicado en la variedad Claudine, en la parcela del agricultor José Félix Milán Reyes. El experimento se llevará a cabo en el Caserío de Xuaxan, Aldea Los Pajales, del municipio de Cubulco, departamento de Baja Verapaz.

2.9.2. Fertilidad de Abonos

Se plantea un análisis de fertilidad de los abonos y suelo, sobre el contenido nutricional previo a la ejecución del experimento, para conocer la cantidad de unidades de elementos por partes en millón.

2.9.3. Preparación de los Abonos

Los tipos de abonos conllevan diferentes procesos de degradación, por lo cual se tratarán los abonos aproximadamente por 8 días antes de utilizarlo en el experimento. El proceso de descomposición de materia orgánica es realizada por microorganismos aeróbicos (Navarro, 2010).

2.9.4. Aplicación de Abonos

Se utilizarán 0.45 kilogramos por metro cuadrado, se aplicarán los abonos orgánicos previo a la germinación de las plantas de ejote francés, para observar su incidencia en el rendimiento del cultivo al final de su etapa fenológica de cosecha.

2.10. Recursos

2.10.1. Recursos Físicos

2.10.1.1. Insumos.

Abonos orgánicos (Estiércol de Caballo, Gallinaza, Estiércol de Zompopo y Ceniza de Leña)

- Semilla de ejote francés variedad Claudine
- Insecticidas
- Funguicidas
- Rollo de pita agrícola
- Tutoros para plantas de ejote

Materiales

- Libreta de apuntes
- Calculadora
- Equipo de cómputo
- Metro
- Cinta métrica
- Sistema de riego por goteo
- Estacas para el tutoreo
- Cajillas plásticas
- Piocha
- Azadón
- Machete
- Bomba para fumigar
- Vernier

2.10.2. Recurso Humano

- Asesor de investigación Ing. Agr. Lester Enrique Ivo Garrido Archila
- Agricultores del Caserío Xuaxan, Aldea Los Pajales, Cubulco, Baja Verapaz, Guatemala, C.A.

2.10.3. Factores a Evaluar

- **Abonos orgánicos:** Suelo, Estiércol de Caballo, Gallinaza, Estiércol de Zompopo y Ceniza de Leña.
- **Variedad:** Claudine

2.10.4. Relación Costo/Beneficio

Durante el experimento, se registraron los costos asociados al cultivo de ejote francés, abarcando desde el inicio de las labores hasta la cosecha, con el fin de determinar los gastos totales. Se calcularon los gastos acumulados y se realizó un análisis detallado de los costos correspondientes a cada uno de los tratamientos evaluados.

2.10.5. Descripción de los Tratamientos

En el experimento se evaluarán 5 tratamientos con 4 repeticiones.

Los cuatro abonos orgánicos y un testigo a implementar en la investigación, son los siguientes:

Tabla 11*Descripción de los tratamientos a utilizar*

Tratamientos	Descripción
T1	Testigo absoluto (suelo)
T2	Estiércol de caballo
T3	Gallinaza
T4	Estiércol de zompopo
T5	Ceniza de leña

Fuente: Elaboración propia.**2.10.6. Diseño Experimental**

Diseño en bloques al azar, cada bloque constó de una repetición para cada tratamiento. La unidad experimental que se empleó fue un bloque de 1.60 metros de ancho por 4 metros de largo (6.8 metros cuadrados). La distancia de siembra entre plantas fue de 0.20 metros y entre surco de 0.40 metros, con un número de 2 semillas por postura. Cada bloque o repetición tuvo un área de 33.92 metros cuadrados (1.60 metro de ancho por 21.2 metros de largo).

Se emplearon 5 calles en el experimento, cada una constó de 0.30 metros de ancho con un largo de 21.2 metros. El área total por las cinco calles fue de 31.8 metros cuadrados con 6 calles de 0.30 metros de largo con un ancho de 7.3 metros. El área total por las seis calles fue de 13.14 metros cuadrados. El área total de la parcela experimental, conjuntamente con las calles, fue de 154.76 metros cuadrados.

La parcela bruta constó de 29.8 metros de largo y 11.1 metros de ancho. El área total fue de 330.78 metros cuadrados, mientras que la parcela neta midió 21.2 metros de largo y

7.3 metros de ancho, haciendo un total de 154.76 metros cuadrados, como se mostró en la Figura 13.

2.10.6.1. Efecto Borde.

Se establecieron bloques cuidadosamente localizados fuera del perímetro de la parcela neta, con el fin de mitigar el efecto de borde. Esta estrategia fue implementada para garantizar que la toma de muestras se realizara de manera óptima, sin que los resultados del experimento se vieran afectados por variables y factores externos, tales como las condiciones climáticas, la variabilidad de los tratamientos empleados en el experimento, y otras influencias ambientales que pudieran alterar la validez de los datos obtenidos. De esta forma, se buscó asegurar una mayor precisión y fiabilidad en los resultados finales (Castro Álvarez, Morejón Rivera, Díaz Solís, & Álvarez, 2013).

2.10.7. Modelo Estadístico

Este diseño experimental tiene criterios que se asemejan con las características físicas de la parcela, donde se tiene una gradiente de variabilidad, como lo es un grado de inclinación del terreno donde se realizará el experimento (López & Gonzáles, 2015).

El modelo estadístico es diseño con bloques al azar para la investigación es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

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

μ = media general de la variable de respuesta

τ_i = efecto del i-ésimo tratamiento

β_j = efecto del j-ésimo bloque

ε_{ij} = error asociado a la ij-ésima unidad experimental.

2.10.8. Hipótesis Experimental

- Ho: Ningún tratamiento presenta diferencia significativa en el rendimiento de ejote francés
- Ha: Al menos uno de los abonos orgánicos presenta diferencia significativa en el rendimiento de ejote francés

2.10.9. Comparación Múltiple de Medias, Según el Criterio Propuesto por Tukey

Se efectuó el resumen de la prueba de comparación múltiple de medias de acuerdo al criterio de Tukey con el programa Infostat para la obtención de la estadística descriptiva del diseño experimental, análisis exploratorio del diseño en bloques al azar, como también se interpretarán los resultados del análisis de varianza usando Infostat para la evaluación del rendimiento de ejote francés de la variedad Claudine por unidad experimental (López & Gonzáles 2015).

2.10.10. Fórmula de Grados de Libertad del Error Experimental para el Diseño en Bloques al Azar

$$Glee = (t-1) (r-1)$$

Dónde t= número de tratamientos

r= número de repeticiones

$$Glee = (t-1) (r-1)$$

$$\text{Entonces: } 12 = (5-1) (r-1)$$

Determinación del número de unidades experimentales

$$12 = (5-1) (r-1)$$

$$12 = (4) (r-1)$$

$$12/4 = +1 = r$$

$$3+1=r$$

$$R = 4$$

Número de tratamientos $t = 5$

Número de repeticiones $r = 4$

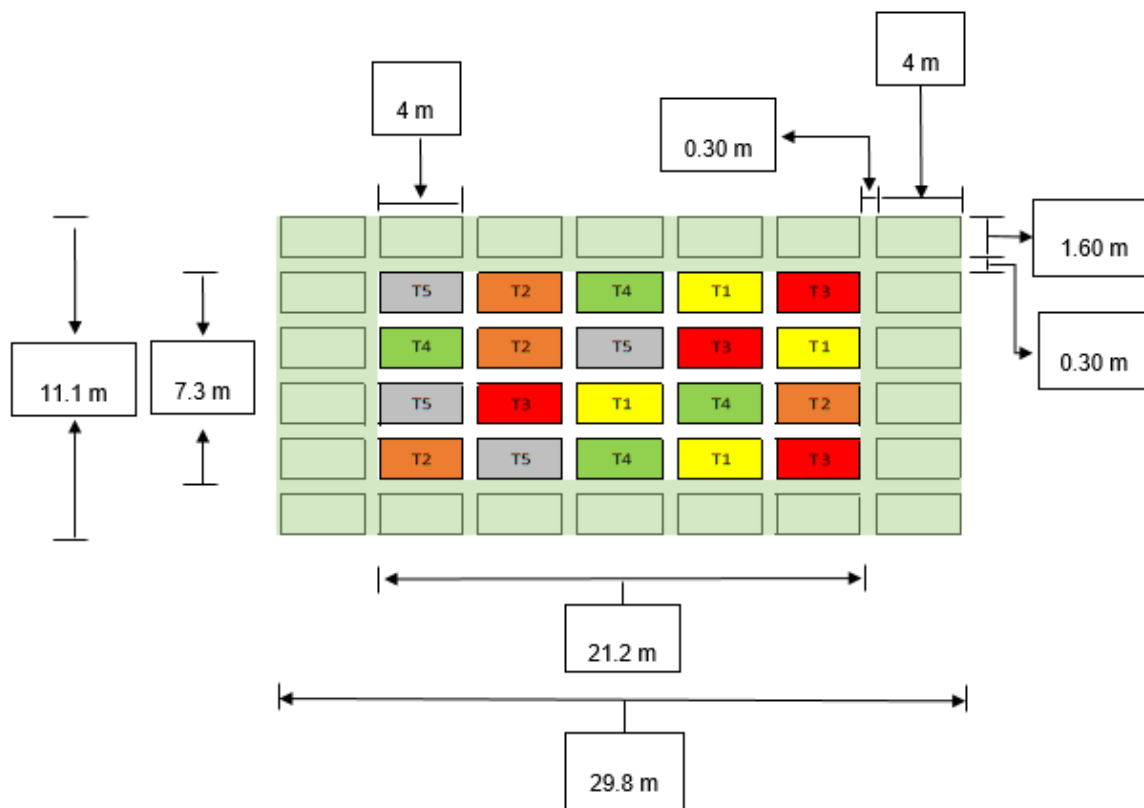
$$Ue = t * r = 5 * 4 = 20$$

La cantidad de número de unidades experimentales es de 20.

2.10.11. Descripción del Área del Experimento

Figura 16

Diseño experimental



Fuente: Elaboración propia

2.10.11.1. Parcela Bruta.

La parcela experimental, que tuvo un área de 6.4 m^2 , estuvo constituida por 20 camellones de 4 m de largo, y 1.60 m de ancho, separados por 0.30 m debido a las condiciones del terreno. En cada camellón se colocaron 80 posturas, separadas a 0.20 m, colocando 2 semillas por postura, para una densidad de siembra de 160 por camellón.

2.10.11.2.Parcela Neta.

La parte central de la parcela experimental, que se utilizó para la toma de datos, tuvo un área de 2.4 m², el área de las dos hileras centrales. El largo de los camellones fue de 3 m y ancho de 0.80 m, teniendo un total de 64 plantas, evaluando solamente las dos hileras centrales.

En un tratamiento o bloque de 1.60 metros de ancho por 4 metros de largo, se tuvo la cantidad de 160 semillas. El total de semillas a utilizar es de 3,200 para la parcela bruta y 3,520 para el efecto orilla.

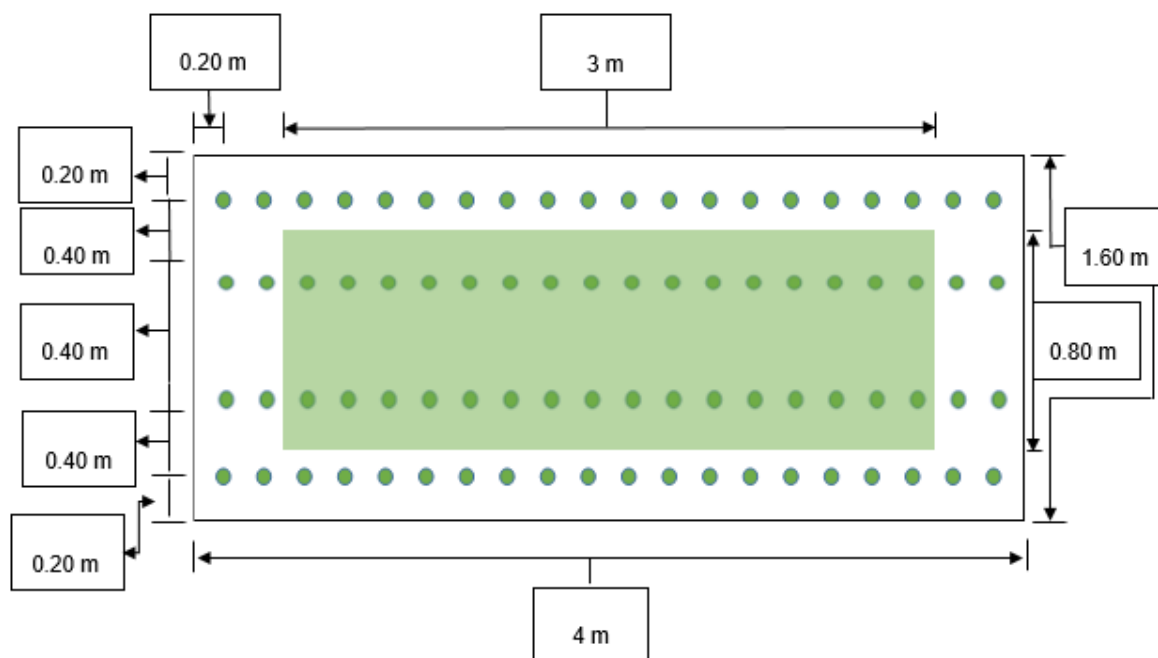
2.10.12. Descripción de Tratamientos

- T1= Testigo absoluto (suelo)
- T2= Estiércol de caballo
- T3= Gallinaza
- T4= Estiércol de zompopo
- T5= Ceniza de leña

2.10.13. Unidad Experimental

Figura 17

Unidad experimental



Fuente: Elaboración propia.

2.10.14. Descripción de la Unidad Experimental

En cada camellón, se utilizarán 2 hileras y en cada postura 2 semillas, lo cual da como resultado 160 plantas en 1.60 m de ancho por 4 m de largo del tratamiento o bloque bruto.

En una unidad experimental de 0.80 metros de ancho por 3 metros de largo, tiene la cantidad de 64 semillas para tomar la muestra neta. La cantidad total utilizada es de 1,280 semillas para la parcela neta.

2.11. Variables de Respuesta

2.11.1. *Número de Vainas por Planta*

La toma de datos se realizó durante el primer corte, donde se seleccionaron plantas de cada tratamiento. Posteriormente, se contó el número de vainas en cada planta, obteniendo un promedio de 31 vainas por planta.

2.11.2. *Longitud de Vainas*

En cada corte, se seleccionaron al azar 100 vainas, las cuales fueron medidas utilizando un instrumento de medición tipo vernier. Se realizó la medición de cada vaina desde un extremo hasta el otro para determinar su longitud. Los resultados obtenidos se promediaron y se expresaron en centímetros.

2.11.3. *Diámetro de Vainas*

Se seleccionaron 100 vainas, las cuales fueron medidas utilizando un instrumento de medición tipo vernier, calibrado para la toma de diámetro. En la parte media de cada vaina, se determinó su diámetro. Los resultados obtenidos se promediaron y se expresaron en milímetros.

2.11.4. *Rendimiento en Kg/Ha de Ejote Francés*

El rendimiento en Kg/Ha de vainas de ejote francés fue una medida utilizada para evaluar la cantidad de producción de vainas por hectárea en función de los tratamientos aplicados en el experimento. En este estudio, se compararon los efectos de 5 tratamientos diferentes sobre el rendimiento de vainas de ejote francés, utilizando 4 repeticiones por tratamiento para asegurar la confiabilidad y precisión de los resultados.

2.11.5. *Costo de Producción*

Se llevó a cabo un análisis de los costos totales de la producción de ejote francés por hectárea, con el objetivo de evaluar la viabilidad económica del cultivo y optimizar los

recursos disponibles. Este análisis incluyó tanto los costos fijos como variables asociados a la actividad agrícola, tales como insumos, mano de obra, maquinaria, riego y otros factores operacionales.

2.11.6. Análisis Estadístico

2.11.6.1. Andeva.

Se utilizó el análisis de varianza al nivel de 0.05 de probabilidad para evaluar las variables longitud de vainas, diámetro de vainas, número de vainas por planta y rendimiento. Estas variables fueron obtenidas a través de los datos cuantificados y se expresaron en centímetros, milímetros y kilogramos por hectárea (López & Gonzáles 2015).

El objetivo de aplicar el ANDEVA fue determinar y analizar las diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados. Este análisis permite identificar si las variaciones observadas en los datos son atribuibles a los tratamientos aplicados o si son simplemente resultado de la variabilidad natural de las mediciones (López & Gonzáles 2015).

Para cada variable analizada, se calcularon las medias, lo que proporciona un contexto adicional sobre la dispersión de los datos. Posteriormente, se llevó a cabo el análisis de varianza, que nos permitió identificar si existían diferencias significativas entre los grupos.

Además, para aquellos tratamientos que mostraron diferencias significativas, se aplicó la prueba de Tukey. Esta prueba post-hoc permite comparar directamente las medias de los tratamientos y determinar cuáles son significativamente diferentes entre sí. Los resultados de este análisis no solo ayudan a establecer qué tratamientos son más efectivos, sino que también ofrecen información valiosa para futuras investigaciones y prácticas agrícolas.

2.11.6.2. Prueba de Medias.

Se optó por la prueba de comparación de medias mediante la prueba de Tukey, dado que los resultados del análisis de varianza (ANDEVA) mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. Esta elección fue particularmente relevante debido a las condiciones geográficas del terreno, que pueden influir en la variabilidad de los resultados.

La prueba de Tukey se aplicó al nivel de 0.05 de probabilidad, permitiendo identificar qué tratamientos diferían significativamente entre sí. Los resultados de esta prueba no solo validaron las observaciones iniciales, sino que también proporcionaron información clave para entender cómo las distintas prácticas agrícolas pueden afectar el rendimiento en función de las características específicas del terreno. Esto es fundamental para realizar recomendaciones prácticas y optimizar las estrategias de cultivo en la región.

2.11.6.3. Análisis Económico.

El análisis económico se llevó a cabo con base en los costos determinados durante el proyecto de investigación, con el objetivo de identificar los costos de producción de ejote francés. Este análisis consideró todos los insumos necesarios, incluidos los costos de semillas, abonos orgánicos, mano de obra, y otros gastos operativos.

Los resultados del análisis económico no solo facilitaron la identificación de los costos de producción, sino que también proporcionaron recomendaciones prácticas que pueden ser aplicadas por los agricultores para mejorar su producción y, por ende, su situación económica.

2.11.7. Manejo de la Parcela Experimental

2.11.7.1. Preparación del Terreno.

La preparación del terreno se llevó a cabo durante la segunda semana de septiembre de 2023. Se aplicó un saco de cal de 25 kg a una dosis de 0.16 kg/m². Esta práctica se realizó con el objetivo de prevenir la presencia de nematodos, gallina ciega, gusano de alambre y gusano cortador, plagas que pueden afectar negativamente el crecimiento de las plantas.

Una vez aplicada la cal, se procedió al picado del suelo de manera manual, utilizando piocha y azadón. Este proceso se realizó a una profundidad de 30 cm, lo que permite airear el suelo y mejorar su estructura. La labranza manual favorece la integración de la cal en el suelo y ayuda a preparar un lecho adecuado para la siembra, garantizando un mejor desarrollo de las raíces y la absorción de nutrientes.

2.11.7.2. Abono Orgánico.

La aplicación del abono orgánico se realizó 8 días antes de la siembra, utilizando una mezcla de gallinaza, estiércol de caballo, estiércol de zompopo y ceniza de leña, respectivamente a cada camellón experimental. Esta mezcla se aplicó a una dosis de 0.45 kg/m² en el área experimental.

El uso de estos abonos orgánicos tiene múltiples beneficios, ya que aporta nutrientes esenciales al suelo y mejora su estructura, favoreciendo la actividad biológica. La gallinaza es especialmente rica en nitrógeno, mientras que el estiércol de caballo y el de zompopo aportan una variedad de nutrientes y materia orgánica. La ceniza de leña, por su parte, puede proporcionar potasio y otros minerales, además de ayudar a equilibrar el pH del suelo. Esta preparación del terreno no solo enriquece el suelo, sino que también contribuye a un cultivo más saludable y productivo, asegurando un mejor rendimiento en la cosecha.

2.11.7.3. Control de Malezas.

Se realizaron tres limpiezas de forma manual para el control de malezas durante el ciclo del cultivo de ejote francés. La primera limpieza se llevó a cabo en la fase vegetativa, la segunda en la fase de desarrollo y la tercera en la fase reproductiva del cultivo.

La limpieza se realizó manualmente, utilizando azadón para eliminar las malezas tanto en la postura como entre los surcos. Este enfoque manual permite un control más preciso de las malezas, minimizando el riesgo de dañar las plantas cultivadas y asegurando un ambiente más saludable para su crecimiento.

El control adecuado de malezas es crucial, ya que estas pueden competir por nutrientes, agua y luz, afectando negativamente el rendimiento del cultivo. Las limpiezas programadas en diferentes fases de crecimiento garantizan que las plantas de ejote francés tengan las mejores condiciones posibles para desarrollarse de manera óptima.

2.11.7.4. Riego.

Durante las etapas fenológicas del ejote francés, se implementó un sistema de riego por goteo, que permitió una distribución eficiente del agua. Se aplicó una lámina de riego de aproximadamente 8 mm diarios, lo que asegura que las plantas reciban la cantidad adecuada de humedad necesaria para su óptimo desarrollo.

El riego por goteo es especialmente beneficioso en el cultivo de ejote francés, ya que minimiza la evaporación y el escurrimiento, concentrando el agua directamente en la zona de las raíces. Esto no solo promueve un uso más eficiente del recurso hídrico, sino que también ayuda a prevenir problemas de encharcamiento y enfermedades asociadas a la humedad excesiva en el suelo.

La regulación de la lámina de riego en función de las necesidades del cultivo a lo largo de sus diferentes etapas fenológicas contribuye a maximizar el rendimiento y la calidad de la cosecha, asegurando que las plantas mantengan un crecimiento saludable y uniforme.

2.11.7.5. Control de Enfermedades.

Se aplicaron estrobilurinas (Patrón 50 WG) a una dosis de 10 g por el área del experimento, como medida preventiva y curativa para inhibir el desarrollo de hongos. Este fungicida actúa de manera sistémica, proporcionando una protección efectiva contra diversas enfermedades fúngicas.

Además, se utilizó una mezcla de estrobilurina y triazol (Imperio 32.5 SC) a una dosis de 12.5 cc por el área del experimento, dirigida al control de enfermedades como roya, antracnosis, mancha angular y cenicillas.

La primera aplicación se llevó a cabo 20 días después de la siembra, momento en el cual las plantas aún son vulnerables a enfermedades. Posteriormente, se realizaron aplicaciones cada 7 días para garantizar una protección continua y efectiva a lo largo del ciclo del cultivo. Este enfoque permite reducir la incidencia de enfermedades, mejorando así la salud general de las plantas y contribuyendo a un rendimiento óptimo de la cosecha.

2.11.7.6. Control de Plagas.

Se aplicó un saco de cal de 25 kg a una dosis de 0.16 kg/m² en el área del experimento, con el objetivo de controlar las plagas presentes en el suelo. Esta práctica ayuda a mejorar la calidad del suelo y a prevenir la proliferación de plagas que pueden afectar el desarrollo de las plantas.

Para el control de plagas del tallo y follaje, se realizaron aplicaciones de varios productos químicos. Se utilizó el piretroide lambda-cyhalothrin (Cinta Negra 2.5 EC) y el mismo piretroide en su formulación Karate Zeon 5 SC, ambos a una dosis de 25 cc por el

área del experimento. Estos insecticidas son efectivos contra diversas plagas, incluida la mosca blanca (*Bemisia* sp), los trips (*Frankliniella occidentalis* y *tabaci*) y la tortuguilla (*Diabrotica* spp).

Además, se aplicaron otros productos como el fungicida metoxiacrilato azoxistrobina (Patrón 50 WG) y la abamectina (Acarox 1.8 EC) a una dosis de 8 cc por el área del experimento. La frecuencia de las aplicaciones se realizó cada 8 días, lo que permite un control eficaz de las plagas a lo largo del ciclo del cultivo, minimizando su impacto en la producción y asegurando una cosecha más saludable.

2.11.7.7. Colocación de Pita.

La pita se instaló cuando el cultivo alcanzó la mitad de su desarrollo (aproximadamente entre los 20 y 30 días), a una altura de 20 a 30 centímetros. Se colocó en dos líneas paralelas sobre el surco, una a cada lado de las plantas, dejando una separación de 10 a 15 cm entre las líneas. Según el desarrollo de las plantas, en algunos casos fue necesario colocar hasta dos pitas. Para ello, se utilizaron tutores de 65 cm de altura.

2.11.7.8. Colocación de Tutores.

Se colocaron tutores a una distancia de 2 a 3 metros entre sí, debido a las características físicas del suelo, el cual presentaba una pendiente mayor al 30%. Esta inclinación pronunciada representa un desafío significativo para el cultivo, ya que aumenta el riesgo de erosión, desplazamiento del sustrato y pérdida de nutrientes.

2.11.7.9. Cosecha.

La cosecha de ejote francés se inició a los 60 días exactos después de la siembra, momento en el cual se realizaron los primeros cortes de producción. Se tomaron diversas variables de respuesta para evaluar el rendimiento, incluyendo la longitud de vainas, el diámetro de vainas, el número de vainas por planta y la rentabilidad.

Se llevaron a cabo un total de tres cortes, realizados cada 5 días, abarcando un periodo aproximado de 3 semanas de cosecha, entre septiembre y octubre de 2023. Para fines del experimento, se cosecharon únicamente dos hileras centrales de cada tratamiento, lo que correspondió a un área de 2.4 m².

Esta metodología permitió obtener datos representativos y minimizar el efecto de bordes o variaciones externas, garantizando una evaluación más precisa del rendimiento y la eficacia de los tratamientos aplicados.

2.12. Análisis y Discusión de Resultados

2.12.1. Variable de Rendimiento

Tabla 12

Rendimiento en kilogramos/hectárea de vainas de ejote francés, con fines de subsistencia

BLOQUES						
TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	TOTAL	MEDIA
T1	9,424.24	10,984.85	9,712.12	8,386.36	38,507.58	9,626.89
T2	8,725.38	8,098.48	8,424.24	7,871.21	33,119.32	8,279.83
T3	10,424.24	10,746.21	11,651.52	11,666.67	44,488.64	11,122.16
T4	9,041.67	9,583.33	9,494.24	9,100.38	37,219.62	9,304.91
T5	7,888.26	7,465.91	8,022.73	8,166.67	31,543.56	7,885.89
TOTAL	45,503.79	46,878.79	47,304.85	45,191.29	184,878.71	46,219.68

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 12 se presentan los resultados de cada tratamiento en Kg/Ha. La gallinaza (T3) mostró la mayor producción, con una media de 11,122.16 Kg/Ha, seguida del testigo absoluto (suelo) (T1) con 9,626.89 Kg/Ha, el estiércol de zompopo (T4) con 9,304.91 Kg/Ha, el estiércol de caballo (T2) con 8,279.83 Kg/Ha y la ceniza de leña (T5) con 7,885.89 Kg/Ha. Estos resultados son consistentes con la literatura, evidenciando que la gallinaza es superior en rendimiento, y los abonos evaluados ofrecen alternativas viables para la agricultura de subsistencia en el corredor seco de Baja Verapaz, especialmente en el Caserío Xuaxan, Aldea Los Pajales.

La investigación tuvo como objetivo analizar las diferencias en la producción entre la aplicación de abonos orgánicos y el testigo absoluto, así como evaluar la respuesta al final de la cosecha. Los resultados reflejan que el rendimiento se relaciona con factores climáticos, características del suelo, manejo agronómico y disponibilidad de nutrientes.

Aunque la liberación de nutrientes es lenta, se observó que la asimilación del ejote francés fue adecuada para un cultivo de ciclo corto. A pesar de que todos los abonos presentaron rendimientos relativamente bajos, estos no fueron nulos, lo que los hace una opción viable para la agricultura de subsistencia.

Se rechaza la hipótesis nula debido a que se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento. Las medias resultan estadísticamente significativas, lo que indica que los abonos orgánicos muestran diferencias. Sin embargo, en las gráficas se pueden apreciar algunas variaciones entre los diferentes tratamientos de abonos utilizados en la evaluación del cultivo de ejote francés, variedad Claudine.

El rendimiento obtenido del testigo absoluto (suelo) muestra diferencias estadísticas en comparación con los demás tratamientos, ya que no recibió ningún aporte nutricional. Sin embargo, los resultados son similares a los de la gallinaza, estiércol de zompopo, estiércol de caballo y ceniza de leña, lo que se debe a la disponibilidad de nutrientes en el suelo, como se evidencia en el análisis de suelo realizado.

Análisis de la varianza

Tabla 13

Análisis de varianza aplicado al rendimiento de ejote francés

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Rendimiento Kg/ha	20	0.84	0.75	6.93

Tabla 14

Análisis de varianza (SC tipo III) para la variable de rendimiento

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	26443960.81	7	3777708.69	9.22	0.0005
Bloques	636418.24	3	212139.41	0.52	0.6780
Tratamientos	25807542.57	4	6451885.64	15.74	0.0001
Error	4917696.80	12	409808.07		
Total	31361657.62	19			

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 13 se presenta el análisis de varianza del rendimiento del ejote francés. Este análisis indica que hay diferencias significativas entre los tratamientos. Los abonos orgánicos mostraron un coeficiente de variación de 6.93, lo que se considera aceptable, ya que un coeficiente de variación (CV) menor a 10% es un indicador de que los datos son fiables, consistentes y de alta calidad, lo cual es fundamental en la investigación científica.

Se puede observar que el testigo absoluto (suelo), es el segundo rendimiento alto, por las condiciones edáficas y nutrición del suelo, se tuvo respuesta estadísticamente similar al rendimiento de la gallinaza, estiércol de zompopo, estiércol de caballo y ceniza de leña. Esto se debe a las prácticas agrícolas utilizadas y a la liberación de nutrientes en el suelo por los abonos orgánicos, lo que tuvo un impacto positivo en cultivos de ciclo corto, como el ejote francés.

Se observó que las plantas asimilaron nutrientes a partir del rendimiento de cada abono orgánico. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, ya que se encontró una diferencia significativa en el rendimiento. Al menos uno de los tratamientos evaluados muestra un rendimiento estadísticamente superior al del testigo absoluto (suelo), que no recibió ninguna incorporación de abonos orgánicos. Esto sugiere que la producción en el testigo se debió a la disponibilidad de nutrientes en el suelo, según lo indicado por el análisis de suelo realizado.

Test: Tukey Alfa= 0.05 DMS (diferencia menos significativa) = 1442.83350

Error: 409808.0670 gl: 12

Tabla 15

Prueba de Tukey de la variable de respuesta de rendimiento en Kg/Ha

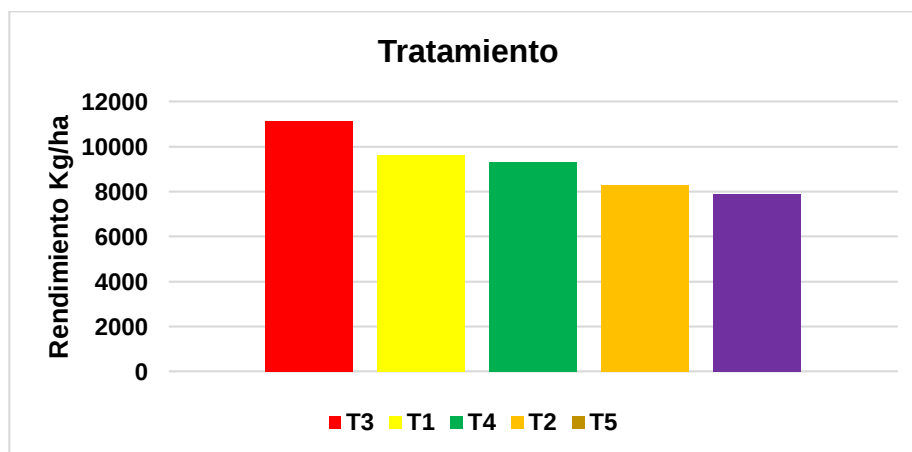
Tratamientos	Medias	N	E.E.		
T3	11122.16	4	320.08	A	
T1	9626.89	4	320.08		B
T4	9304.91	4	320.08		B C
T2	8279.83	4	320.08		B C
T5	7885.89	4	320.08		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.5$)

Fuente: Elaboración propia.

Figura 18

Rendimiento de abonos en kilogramos por hectárea



Fuente: Elaboración propia.

Según el análisis de varianza, la interacción de abonos orgánicos sobre el ejote francés variedad Claudine, estadísticamente existió una diferencia significativa, el abono orgánico de gallinaza.

El rendimiento está estrechamente relacionado con la nutrición de la planta, debido a que una planta que tenga disponibilidad de elementos básicos puede ayudar al crecimiento,

desarrollo y cosecha de vainas de ejote francés, existieron diferentes aportes nutricionales de cada abono orgánico hacia la planta, lo cual los rendimientos obtenidos fueron derivados de los aportes al suelo y cantidades de nutrientes que el suelo posee.

2.12.2. Variable Longitud de Vainas de Ejote Francés

En la tabla 16 se presenta la respuesta de las medias de longitud de las vainas de ejote francés para cada tratamiento evaluado, expresada en centímetros. Se determinó que la longitud promedio máxima es de 13.23 cm y la mínima es de 11.60 cm. Se observó que el abono orgánico que mostró la mayor longitud fue la gallinaza, mientras que la ceniza de leña registró la menor longitud. La interacción de los abonos orgánicos en las vainas de ejote francés fue notablemente similar, dado que las longitudes de las vainas mostraron resultados significativos entre los tratamientos.

Tabla 16

Longitud de medias en centímetros de vainas de ejote francés

BLOQUES						
TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	TOTAL	MEDIA
T1	11.98	12.28	12.45	12.32	49.03	12.26
T2	11.86	11.21	12.42	12.15	47.63	11.91
T3	13.24	13.17	13.27	13.24	52.91	13.23
T4	12.08	12.20	12.22	11.76	48.26	12.07
T5	11.44	11.62	11.55	11.77	46.38	11.60
TOTAL	60.61	60.48	61.90	61.23	244.22	61.50

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de la varianza

Tabla 17

Análisis de varianza aplicado a la longitud de vainas en centímetros

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
----------	---	----------------	-------------------	----

Longitud Cm	20	0.88	0.81	2.20
-------------	----	------	------	------

Tabla 18

Análisis de varianza (SC tipo III) para la variable de longitud

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	6.39	7	0.91	12.64	0.0001
Bloques	0.26	3	0.09	1.20	0.3504
Tratamientos	6.13	4	1.53	21.22	<0.0001
Error	0.87	12	0.07		
Total	7.25	19			

Fuente: Elaboración propia.

La evaluación del análisis de varianza de los abonos orgánicos se realizó para determinar si existía un abono orgánico que influyera estadísticamente en la longitud de las vainas en cada tratamiento. Los resultados indicaron que al menos un abono orgánico fue superior a los demás.

Test: Tukey Alfa= 0.05 DMS (diferencia menos significativa) =0.60558

Error: 0.0722 gl: 12

Tabla 19

Prueba de Tukey de la variable de respuesta de longitud en vainas en centímetros

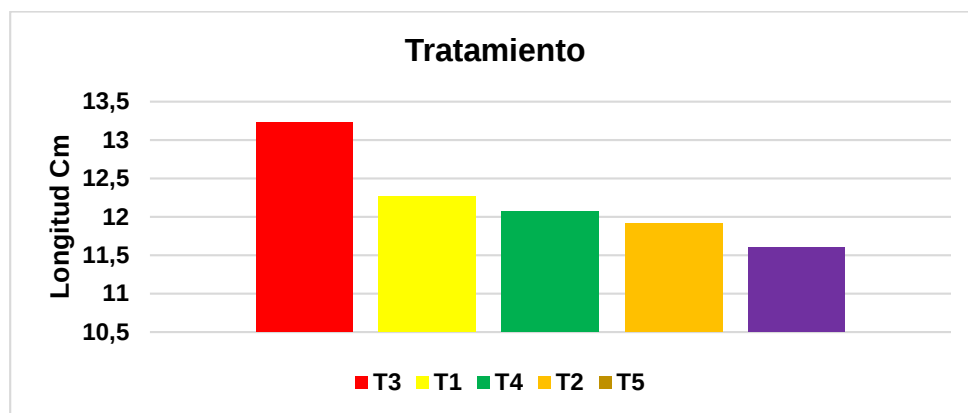
Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T3	13.23	4	0.13	A
T1	12.26	4	0.13	B
T4	12.07	4	0.13	B C
T2	11.91	4	0.13	B C
T5	11.60	4	0.13	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.5$)

Fuente: Elaboración propia.

Figura 19

Longitud de vainas de ejote



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la prueba de Tukey mostraron que sí existieron diferencias estadísticas entre los abonos orgánicos en relación con la longitud de las vainas. La gallinaza presentó la mayor longitud, con 13.23 cm, mientras que la ceniza de leña registró la más baja, con 11.60 cm. Los rangos de las medias de longitud indican que el cultivo de ejote francés en el Caserío Xuaxan tiene un crecimiento y desarrollo adecuados para el consumo y la comercialización local, siendo viable para la agricultura de subsistencia.

2.12.3. Variable Diámetro de Vainas de Ejote Francés

Tabla 20

Medias de diámetro en milímetros de la vaina de ejote francés variedad claudine

BLOQUES						
TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	TOTAL	MEDIA
T1	6.55	6.40	6.43	6.23	25.61	6.40
T2	5.21	5.55	5.80	5.71	22.28	5.57
T3	7.20	7.28	7.15	7.01	28.64	7.16
T4	6.48	5.90	6.37	6.54	25.29	6.32
T5	5.30	5.58	5.33	5.73	21.95	5.49
TOTAL	30.74	30.71	31.08	31.23	123.77	30.94

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 20 se observa que la media del diámetro de la vaina de ejote francés con la mejor respuesta significativa corresponde al abono orgánico de gallinaza, con una media de 7.16 mm.

Análisis de la varianza

Tabla 21

Análisis de varianza del diámetro en milímetros de la vaina de ejote francés variedad claudine

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro mm	20	0.92	0.88	3.72

Tabla 22

Análisis de varianza (SC tipo III) para la variable de diámetro

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7.59	7	1.08	20.48	<0.0001
Bloques	0.04	3	0.01	0.24	0.8665
Tratamientos	7.55	4	1.89	35.66	<0.0001
Error	0.64	12	0.05		
Total	8.23	19			

Fuente: Elaboración propia.

El análisis estadístico de varianza indica que entre los materiales evaluados sí hay diferencias significativas, ya que el valor de p es menor a 0.05%, que es el alfa teórico considerado.

Test: Tukey Alfa= 0.05 DMS (diferencia menos significativa) =0.51861

Error: 0.0529 gl: 12

Tabla 23

Prueba de medias del diámetro de vainas de ejote francés variedad claudine

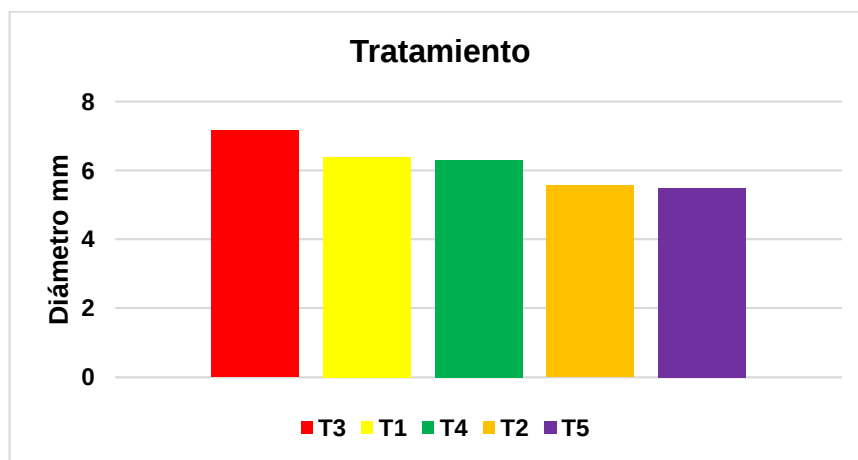
Tratamientos	Medias	N	E.E.	
T3	7.16	4	0.12	A
T1	6.40	4	0.12	B
T4	6.32	4	0.12	B
T2	5.57	4	0.12	C
T5	5.49	4	0.12	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.5$)

Fuente: Elaboración propia.

Figura 20

Diámetro en centímetros de vainas de ejote



Fuente: Elaboración propia.

Se llevó a cabo la prueba de medias (tabla 23), donde se observan las diferencias estadísticas entre cada tratamiento. En primer lugar, se determina que el abono orgánico de gallinaza, con un diámetro de (7.16 mm), superó al testigo absoluto (suelo) (6.40 mm), al estiércol de zompopo (6.32 mm), al estiércol de caballo (5.57 mm) y a la ceniza de leña (5.49

mm). El análisis indica que, estadísticamente, los abonos orgánicos sí tuvieron un efecto significativo en el diámetro de las vainas, como se puede mostrar en la figura 22.

Al realizar el ANDEVA para la variable de diámetro de vaina, se observó que al menos uno de los abonos orgánicos fue estadísticamente superior. En la tabla 23 se puede ver que entre los tratamientos de abonos orgánicos sí existen diferencias significativas, lo que indica que al menos uno de ellos superó a los demás.

2.12.4. Variable Número de Vainas por Planta

Tabla 24

Número de vainas por planta de ejote francés

BLOQUES						
TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	TOTAL	MEDIA
T1	31.00	33.00	35.00	33.00	132.00	33.00
T2	28.00	30.00	29.00	29.00	116.00	29.00
T3	36.00	37.00	40.00	35.00	148.00	37.00
T4	34.00	32.00	32.00	33.00	131.00	32.75
T5	22.00	27.00	27.00	24.00	100.00	25.00
TOTAL	151.00	159.00	163.00	154.00	627.00	156.75

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 24 se observa que la media del número de vainas por planta de ejote francés con la mejor respuesta significativa corresponde al abono orgánico de gallinaza (T3) con 37 vainas por planta.

Análisis de la varianza

Tabla 25

Análisis de varianza de número de vainas por planta

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de vainas por planta	20	0.93	0.88	4.86

Tabla 26

Análisis de varianza (SC tipo III) para la variable de número de vainas por planta

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	346.75	7	49.54	21.38	<0.0001
Bloques	16.95	3	5.65	2.44	0.1149
Tratamientos	329.80	4	82.45	35.59	<0.0001
Error	27.80	12	2.32		
Total	374.55	19			

Fuente: Elaboración propia.

El análisis estadístico de varianza indica que entre los materiales evaluados sí hay diferencias significativas, ya que el valor de p es inferior al 0.05%, que es el alfa teórico considerado.

Test: Tukey Alfa= 0.05 DMS (diferencia menos significativa) =3.43050

Error: 2.3167 gl: 12

Tabla 27

Prueba de medias de número de vainas por planta

Tratamientos	Medias	N	E.E.	
T3	37.00	4	0.76	A
T1	33.00	4	0.76	B
T4	32.75	4	0.76	B
T2	29.00	4	0.76	C
T5	25.00	4	0.76	D
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.5$)				

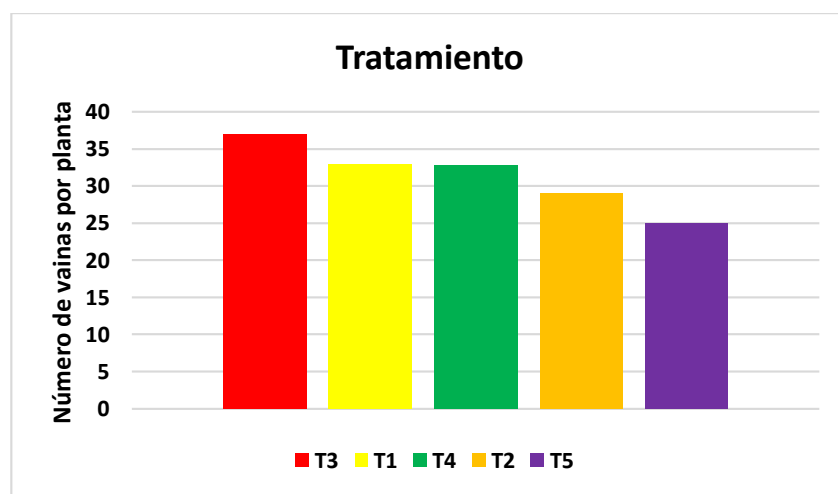
Fuente: Elaboración propia.

Se llevó a cabo la prueba de medias (tabla 24), donde se observan las diferencias estadísticas entre cada tratamiento. En primer lugar, se determina que el abono orgánico de gallinaza, con un número de vainas por planta de 37, superó al testigo absoluto (suelo) 33, al estiércol de zompopo 32.75, al estiércol de caballo 29 y a la ceniza de leña 25. El análisis indica que, estadísticamente, los tratamientos sí tuvieron un efecto significativo en el número de vainas por planta, como se puede mostrar en la tabla 26.

Al realizar el ANDEVA para la variable de número de vainas por planta, se observó que al menos uno de los abonos orgánicos fue estadísticamente superior. En la tabla 27 se puede ver que entre los tratamientos de abonos orgánicos sí existen diferencias significativas, lo que indica que al menos uno de ellos superó a los demás.

Figura 21

Número de vainas por planta de ejote



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios, mostrando similitudes entre los abonos orgánicos. Estadísticamente, el abono orgánico de gallinaza generó un mayor

número de vainas por planta, mientras que la ceniza de leña produjo el menor número de vainas por planta.

Tabla 28

Resultados de las variables de respuesta

Variables	Alta respuesta	Baja respuesta
Rendimiento	Gallinaza	Ceniza de leña
Longitud de vainas	Gallinaza	Ceniza de leña
Diámetro de vainas	Gallinaza	Ceniza de leña
Número de vainas por planta	Gallinaza	Ceniza de leña

Fuente: Elaboración propia.

Al evaluar cuatro abonos orgánicos en el cultivo de ejote francés, variedad Claudine, se determinó que la gallinaza mostró una respuesta significativa en comparación con los demás abonos orgánicos, presentando resultados estadísticamente altos en las variables evaluadas, mientras que la ceniza de leña mostró resultados significativamente bajos. Aunque las respuestas fueron similares entre los abonos, se encontraron diferencias significativas entre las variables de rendimiento en Kg/ha, longitud de vainas, diámetro de vainas y número de vainas por planta.

Los requerimientos nutricionales son fundamentales para el desarrollo y crecimiento de las vainas. De acuerdo con los resultados, se concluye que el uso de abonos orgánicos puede generar una producción aceptable para el agricultor, constituyendo una medida viable de subsistencia.

2.12.5. Costos de producción

2.12.5.1. Costos de Producción de Ejote Francés.

Tabla 29

Costos por hectárea de la producción de ejote francés variedad claudine

No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Precio Total
1	Arrendamiento de terreno	Ha	1	Q 600.00	Q 600.00
2	Preparación del suelo	Jornal	20	Q 90.00	Q 1,800.00
3	Siembra	Jornal	15	Q 90.00	Q 1,350.00
4	Aplicación de abono orgánico	Jornal	10	Q 90.00	Q 900.00
5	Limpías	Jornal	15	Q 90.00	Q 1,350.00
6	Fumigación	Jornal	15	Q 90.00	Q 1,350.00
7	Pita	Rollo	3	Q 115.00	Q 345.00
8	Tutores de pita	Estacas	4,500	Q 2.00	Q 9,000.00
9	Colocación de tutores de pita y pita	Jornal	12	Q 90.00	Q 1,080.00
10	Cosecha	Jornal	40	Q 90.00	Q 3,600.00
11	Semilla	Libra	80	Q 86.00	Q 6,880.00
12	Cinta negra	Litro	2	Q 295.00	Q 590.00
13	Karate zeon 5 sc	Litro	2	Q 400.00	Q 800.00
14	Acarox 1.8 EC	Litro	1	Q 595.00	Q 595.00
15	Patrón 50 WG	100 gr	3	Q 160.00	Q 480.00
16	Cal	25 kg	30	Q 35.00	Q 1,050.00
17	Total				Q 31,770.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30

Costos totales de producción, incluyendo materiales, insumos, personal operativo agrícola y abonos orgánicos

Abono orgánico	Unidad de medida				
	Cantidad (qq)	Precio unitario (Q)	Precio total (Q)	Costo total (Q)	Costos totales (Q)
Testigo absoluto (suelo)	0	0	0	30,870.00	30,870.00
Gallinaza	100.00	35.00	3,500.00	31,770.00	35,270.00
Estiércol de caballo	100.00	25.00	2,500.00	31,770.00	34,270.00
Estiércol zompopo	100.00	25.00	2,500.00	31,770.00	34,270.00
Ceniza de leña	100.00	30.00	3,000.00	31,770.00	34,770.00

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 30, muestra los costos asociados a la obtención y aplicación de cada uno de los abonos evaluados (estiércol de caballo, gallinaza, estiércol de zompopo y ceniza de leña). Aunque la gallinaza mostró ser el abono orgánico más costoso, sus beneficios en cuanto a rendimiento de ejote francés en kg/ha, longitud de vainas, diámetro y número de vainas por planta fueron significativamente superiores. Este abono orgánico se destacó por aportar los nutrientes esenciales para el cultivo de ejote francés, posicionándose como la opción más eficaz a pesar de su mayor costo inicial.

2.13. Conclusiones

1. La aplicación de abonos orgánicos influyó favorablemente en el rendimiento del ejote francés (*Phaseolus vulgaris L.*) variedad Claudine, destacando la gallinaza como el abono más efectivo bajo las condiciones del Caserío Xuaxan, Aldea Los Pajales, Cubulco, Baja Verapaz.
2. La gallinaza (T3) alcanzó el mayor rendimiento de ejote francés con 11,122.16 kg/ha, superando a los demás tratamientos y mejorando significativamente la longitud de vainas, el diámetro de las vainas y numero de vainas del cultivo.
3. Los resultados obtenidos con la gallinaza se atribuyen a su alta concentración de nutrientes esenciales nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y materia orgánica que favorecen la fertilidad del suelo y el desarrollo vegetativo del ejote francés.
4. El costo de producción con la aplicación de abono orgánico gallinaza fue de Q35,270.00/ha, mostrando que el uso de este abono orgánico representa una alternativa económica frente al alto costo de los fertilizantes comerciales.

2.14. Recomendaciones

1. Promover el uso de gallinaza como abono orgánico principal en el cultivo de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.) en el Caserío Xuaxan, aldea Los Pajales, para mejorar la fertilidad del suelo y la productividad del cultivo.
2. Aplicar gallinaza como fuente de nutrientes esenciales, cubriendo los requerimientos del ejote francés y favoreciendo su crecimiento, desarrollo y rendimiento.
3. Realizar estudios adicionales en el Caserío Xuaxan para determinar la aplicación de dosis óptimas de gallinaza en el cultivo del ejote francés, con el objetivo de maximizar su efectividad y rentabilidad.
4. Fomentar la incorporación de gallinaza para reducir la dependencia de fertilizantes comerciales promoviendo prácticas agrícolas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente en el cultivo de ejote francés.

2.15. Referencias

- Agrosemillas S.A. (2018). *Ejote Francés Claudine*. Agrosemillas. Consultado el 11 de junio de 2023, en https://agrosemillas.com.gt/catalogo/producto/54/Ejote_Franc%C3%A9s_Claudine
- Aguilar, M. A., Aguilar, J. M., & Aguilar, J. J. (2010). *Ecosistemas de Guatemala, un enfoque por zona de vida*. Guatemala.
- Beloso Sanmartín, M. C. (1992). *Estudio de la gallinaza como fertilizante agrícola* [Tesis de maestría, Universidade de Santiago de Compostela]. Dialnet. Consultado el 11 de julio de 2023, en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=65936>
- Cabrera, M. A. (1991). *Ciclo de vida de la mosca blanca*. Universidad Autónoma de Sinaloa. Recuperado de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=V7EzAQAAMAAJ&oi=fnd&dq=ciclo+de+vida+de+la+mosca+blanca&ots=uajkH5kpxK&sig=g5AdLk5cWnff3dx4vGJ5j73CpbY>
- Cantero Herrera, R. J., & Martínez Torrez, O. A. (2002). *Evaluación de tres tipos de fertilizantes (gallinaza, estiércol vacuno, y un fertilizante mineral) en el cultivo de maíz (Zea mays), variedad NB-6*. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Consultado en <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf04c229.pdf>
- Canto, R. (2023). *La ceniza en la agricultura: Cómo usarla*. Infoagro. Consultado el 25 de mayo de 2023, en <https://infoagro.com.ar/la-ceniza-en-la-agricultura-como-usarla/>
- Castro Álvarez, R., Morejón Rivera, R., Díaz Solís, S. H., & Álvarez, G. E. (2013). Efecto de borde y la validez de los muestreos en el cultivo del arroz. *Cultivos Tropicales*, 34(2), 70-75.
- Catalán, J., Flores, P., Hernández, Y., & Heidy, H. (2010). Agronegocios. *Revista Agronegocios*, May/Jun. Consultado el 16 de mayo de 2023, en https://issuu.com/goartgt/docs/revistagronegocios_ejote

- Chaupe, M. M. (2018). *Características de los diferentes tipos de estiércol*. Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ciencias Agrarias. Consultado el 19 de mayo de 2023, en <https://es.scribd.com/document/389175559/Caracteristicas-de-Los-Diferentes-Tipos-de-Estiercol>
- Estrada Pareja, M. M. (2005). Manejo y procesamiento de la gallinaza. *Revista Lasallista de Investigación*, 2(1). Consultado en <https://www.redalyc.org/pdf/695/69520108.pdf>
- IARNA (Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente). (2015). *Mapa de Ecosistemas de Guatemala*. IARNA. Consultado el 26 de mayo de 2023, en <https://incyt.maps.arcgis.com/apps/dashboards/c198936bf98840a6a01b492fd5deaea1>
- López, E., & Gonzáles, B. (2015). *Estadística. Fundamentos y aplicaciones en agronomía y ciencias afines*. Guatemala.
- MAGA (Ministerio de Agricultura y Ganadería y Alimentación, Guatemala). (2014). *Perfil comercial ejote francés*. MAGA. Consultado el 15 de mayo de 2023, en <https://www.maga.gob.gt/download/Perfil%20ejote.pdf>
- Montes, A. (s.f.). *Ecología y enseñanza rural: Nociones ambientales básicas para profesores rurales y extensionistas* (Estudio FAO Montes 131). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). <https://www.fao.org/4/w1309s/w1309s00.htm#TopOfPage>
- Nájera Rincón, M. B. (2017). *Biología y ecología de gallina ciega y diabrotica*. DocPlayer. Consultado el 25 de mayo de 2023, en <https://docplayer.es/90996387-Biologia-y-ecologia-de-gallina-ciega-y-diabrotica.html>
- Navarro, E. A. E. (2010). *Manual de elaboración de abonos orgánicos sólidos, tipo compost*. ICTA-CIAL. Quetzaltenango. Consultado en <https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Suelos/abonosOrganicos.pdf>

- Parvel, M. (2012). *El mundo de los zompopos*. Zompopos. Consultado el 19 de mayo de 2023, en <http://sompopera27.blogspot.com/2012/04/zompopos.html>
- Poot-Matu, J. E. (2005). *Agricultura ecológica, alternativa para el manejo*. Agroterra. Consultado el 19 de mayo de 2023, en <https://blog.agroterra.com/profesionales/agricultura-ecologica-alternativa-para-el-manejo/75848/>
- Raxcacó Román, E. N. (2019). *Evaluación del rendimiento de tres variedades de frijol, bajo condiciones de manejo tradicional y manejo tecnológico en el caserío Patuy, Aldea Los Pajales; diagnóstico y servicios realizados en el Centro de Estudios y Cooperación Internacional (CECI)*. Tesis de ingeniería agronómica, USAC-CUNBAV. Guatemala: Biblioteca Central USAC. Consultado en <http://www.repositorio.usac.edu.gt/view/divisions/L37-05/2019.type.html>
- Sánchez, J. (2018). *Economía agrícola: Fundamentos y aplicaciones*. Editorial Agropecuaria
- Schaart López, G. A. (2012). *Sistematización de experiencias en la producción de ejote francés (Phaseolus vulgaris L.), para exportación*. Tesis de ingeniería agronómica, USAC, Facultad de Agronomía. Guatemala: Autor. Consultado en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2730.pdf
- Segeplan. (2022). *Planos y diseños de proyectos*. Gobierno de Guatemala. Consultado en [https://sistemas.segeplan.gob.gt/share/SCHE\\$SINIP/PLANOS_DISENOS/300136-MYJSTUGYAW.pdf](https://sistemas.segeplan.gob.gt/share/SCHE$SINIP/PLANOS_DISENOS/300136-MYJSTUGYAW.pdf)
- Serrano Cervantes, L., Menjivar Rosa, R., & García Vaquerano, R. E. (2001). *Percepción del agricultor sobre los zompopos (Hymenoptera: Formicidae: Attini) y determinación de las especies presentes en municipios de Ahuachapán, Sonsonate y Santa Ana*. Repositorio Institucional de la UES. Consultado en https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/1841/4/13100650_DC.pdf
- Soto, K. M. (2013). *Croquis, Territorio Cubulco, B.V. | PDF*. Scribd. <https://es.scribd.com/document/355473996/Croquis-Territorio-Cubulco-b-v>

USDA (United States Department of Agriculture, Washington D. C.). (2023). *Classification for Kingdom Plantae Down to Species Phaseolus vulgaris L.* USDA. Consultado el 16 de mayo de 2023, en <https://plants.usda.gov/home/classification/81861>

Villela Ramírez, J. D. (1992). *El cultivo de ejote francés*. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Proyecto de Desarrollo Agrícola PDA, USAID-Guatemala, CEDIGUAT. Consultado en <https://es.scribd.com/document/353531095/Ejote-Frances>

2.16. Anexos

Figura 22

Preparación de suelo para el cultivo de ejote francés



Fuente: Elaboración propia.

Figura 23

Medición del diseño experimental



Fuente: Fotografía tomada por Byron Xitumul.

Figura 24

Medición de peso de abonos orgánicos



Fuente: Fotografía tomada por Byron Xitumul.

Figura 25

Aplicación de abonos orgánicos al suelo



Fuente: Fotografía tomada por Byron Xitumul.

Figura 26

Siembra de la semilla de ejote francés variedad claudine



Fuente: Elaboración propia.

Figura 27

Germinación de semilla de ejote francés



Fuente: Elaboración propia.

Figura 28

Desarrollo de plantas del cultivo



Fuente: Elaboración propia.

Figura 29

Etapas de floración



Fuente: Elaboración propia.

Figura 30

Llenado de vainas de la planta



Fuente: Elaboración propia.

Figura 31

Gira de campo para intercambio de experiencia



Fuente: Elaboración propia.

Figura 32

Monitoreo de plagas y enfermedades, previo a la cosecha



Fuente: Fotografía tomada por Melvin Amperez

Figura 33

Toma de datos de número de vainas por planta



Fuente: Fotografía tomada por Melvin Amperez

Figura 34

Recolección de muestras para toma de datos de longitud y diámetro en centímetros



Fuente: Elaboración propia.

Figura 35

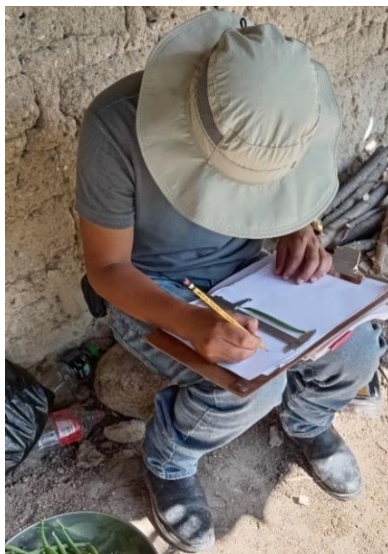
Toma de datos de longitud en centímetros



Fuente: Fotografía tomada por Melvin Amperez

Figura 36

Toma de datos para diámetro de vainas



Fuente: Fotografía tomada por Melvin Amperez.

Figura 37

Toma de datos de peso para determinar el rendimiento



Fuente: Fotografía tomada Melvin Amperez.

Figura 38

Desarrollo de vainas de ejote en fase temprana con curvaturas y deformaciones morfológicas en el tratamiento de testigo absoluto (suelo)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 39

Vainas de ejote deformadas y con alteración de color bajo el tratamiento de testigo absoluto (suelo)



Fuente: Elaboración propia.

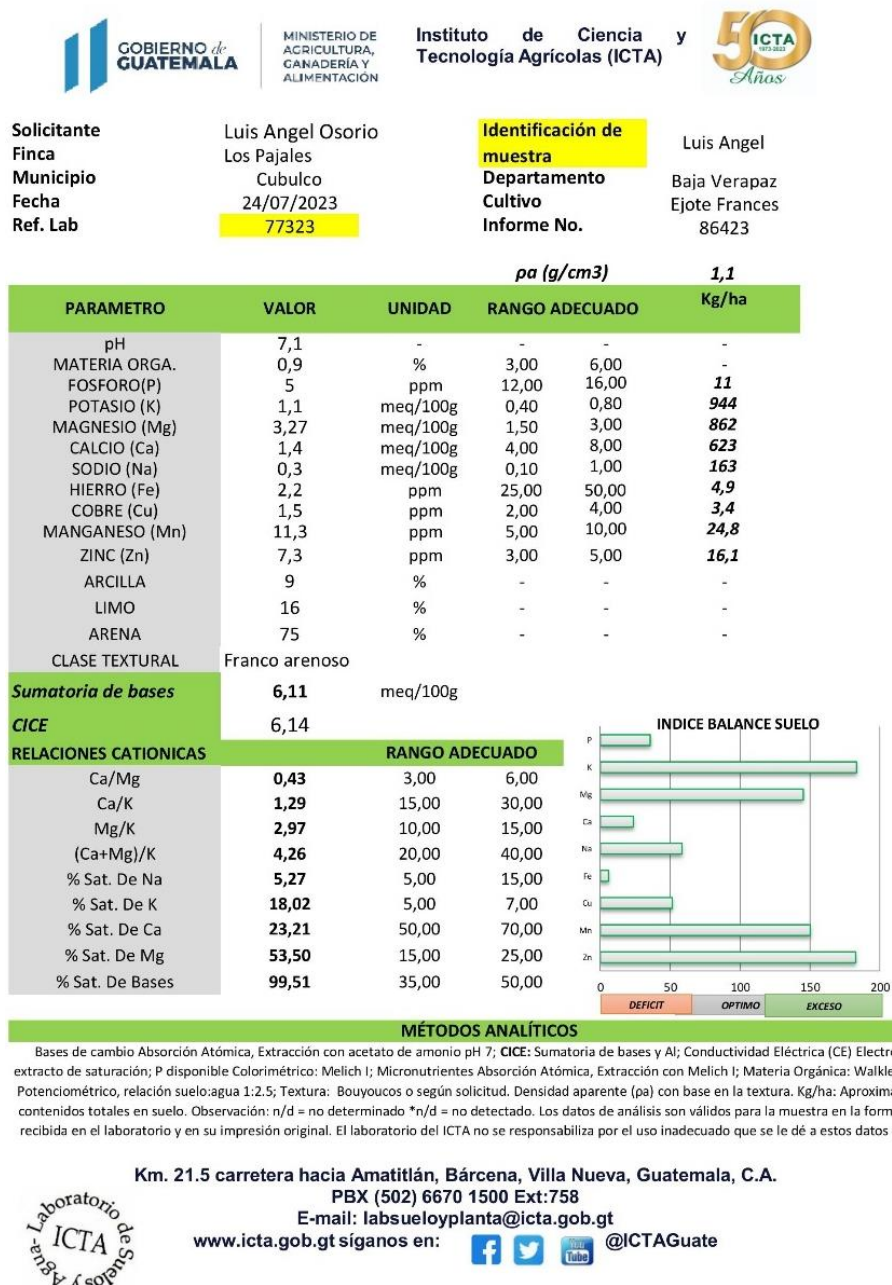
Tabla 31*Resultados totales para el análisis*

Tabla de resultados totales para el análisis					
Bloques	Abono orgánico	Número de vainas	Longitud cm	Diametro mm	Redimiento Kg/Ha
Repetición I	Testigo absoluto (suelo)	31	11.98	6.55	9,424.24
	Gallinaza	36	13.24	7.20	10,424.24
	Estiércol de zompopo	34	12.08	6.48	9,041.67
	Estiércol de caballo	28	11.86	5.21	8,725.38
	Ceniza de leña	22	11.44	5.30	7,888.26
Repetición II	Testigo absoluto (suelo)	33	12.28	6.40	10,984.85
	Gallinaza	37	13.17	7.28	10,746.21
	Estiércol de zompopo	32	12.20	5.90	9,583.33
	Estiércol de caballo	30	11.21	5.55	8,098.48
	Ceniza de leña	27	11.62	5.58	7,465.91
Repetición III	Testigo absoluto (suelo)	35	12.45	6.43	9,712.12
	Gallinaza	40	13.27	7.15	11,651.52
	Estiércol de zompopo	32	12.22	6.37	9,494.24
	Estiércol de caballo	29	12.42	5.80	8,424.24
	Ceniza de leña	27	11.55	5.33	8,022.73
Repetición IV	Testigo absoluto (suelo)	33	12.32	6.23	8,386.36
	Gallinaza	35	13.24	7.01	11,666.67
	Estiércol de zompopo	33	11.76	6.54	9,100.38
	Estiércol de caballo	29	12.15	5.71	7,871.21
	Ceniza de leña	24	11.77	5.73	8,166.67

Fuente: Elaboración propia.

Figura 40

Análisis de suelo



(Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas [ICTA], comunicación personal, 24 de julio de 2023).

Figura 41

Análisis de fertilidad del estiércol de zompopo



GOBIERNO de
GUATEMALA

MINISTERIO DE
AGRICULTURA,
GANADERÍA Y
ALIMENTACIÓN

Instituto de Ciencia y
Tecnología Agrícolas
(ICTA)



50
Años

Solicitante Luis Angel Osorio

Finca Los Patales

Municipio Cubulco

Fecha 24/07/2023

Ref. Lab 5023

Identificación de muestra

Departamento Baja Verapaz

Tipo Solido

Informe No. 5023

2 Estiercol de zompopo

PARAMETRO	VALOR	UNIDAD	Observacion
pH	7,13		
N	2,050	%	% MO = 46,2
FOSFORO(P)	0,48	%	Rel C/N = 13,07
POTASIO (K)	0,70	%	
MAGNESIO (Mg)	0,38	%	
CALCIO (Ca)	1,05	%	
HIERRO (Fe)	0,50	%	
COBRE (Cu)	10,80	ppm	
MANGANESO (Mn)	406,37	ppm	
ZINC (Zn)	106,10	ppm	

MÉTODOS ANALÍTICOS

Calcinación, Bases de cambio Absorción Atómica, Lectura directa; P disponible Colorimétrico: directo; Micronutrientes Absorción Atómica, Lectura directa; Solución extractora: HCL 6M Observación: n/d = no determinado *n/d = no detectado. Los datos de análisis son válidos para la muestra en la forma como fue recibida en el laboratorio y en su impresión original. El laboratorio del ICTA no se responsabiliza por el uso inadecuado que se le dé a estos datos de análisis.

Km. 21.5 carretera hacia Amatitlán, Bárcena, Villa Nueva, Guatemala, C.A.

PBX (502) 6670 1500 Ext:758

E-mail: labsueloyplanta@icta.gob.gt

www.icta.gob.gt síganos en:



@ICTAGuate



(Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas [ICTA], comunicación personal, 24 de julio de 2023).

Figura 42

Análisis de fertilidad del abono orgánico de ceniza de leña



GOBIERNO de
GUATEMALA

MINISTERIO DE
AGRICULTURA,
GANADERÍA Y
ALIMENTACIÓN

Instituto de Ciencia y
Tecnología Agrícolas
(ICTA)



50 Años

Solicitante	Luis Angel Osorio	Identificación de muestra	1 Ceniza de leña
Finca	Los Patales	Departamento	Baja Verapaz
Municipio	Cubulco	Tipo	Solido
Fecha	24/07/2023	Informe No.	4923
Ref. Lab	4923		

PARAMETRO	VALOR	UNIDAD	Observacion
pH	10,78		
N	0,020	%	% MO = 4,2
FOSFORO(P)	0,16	%	Rel C/N = 120
POTASIO (K)	3,40	%	
MAGNESIO (Mg)	0,60	%	
CALCIO (Ca)	18,12	%	
HIERRO (Fe)	0,20	%	
COBRE (Cu)	39,80	ppm	
MANGANESO (Mn)	723,68	ppm	
ZINC (Zn)	353,70	ppm	

MÉTODOS ANALÍTICOS

Calcinación, Bases de cambio Absorción Atómica, Lectura directa; P disponible Colorimétrico: directo; Micronutrientes Absorción Atómica, Lectura directa; Solución extractora: HCL 6M Observación: n/d = no determinado *n/d = no detectado. Los datos de análisis son válidos para la muestra en la forma como fue recibida en el laboratorio y en su impresión original. El laboratorio del ICTA no se responsabiliza por el uso inadecuado que se le dé a estos datos de análisis.

Km. 21.5 carretera hacia Amatitlán, Bárcena, Villa Nueva, Guatemala, C.A.

PBX (502) 6670 1500 Ext:758

E-mail: labsueloyplanta@icta.gob.gt

www.icta.gob.gt síganos en:



@ICTAGuate



(Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas [ICTA], comunicación personal, 24 de julio de 2023).



**CAPÍTULO III: SERVICIOS DE EXTENSIÓN AGRÍCOLA Y RURAL REALIZADOS
EN LAS COMUNIDADES DEL MUNICIPIO DE CUBULCO, BAJA VERAPAZ.**

3.1. Introducción

Como parte del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la carrera de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola del Centro Universitario de Baja Verapaz (CUNBAV) de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC). En este capítulo se presenta los servicios de extensión agrícola y rural realizados durante el EPS con el apoyo institucional de Cáritas Verapaz, dentro del Proyecto Soberanía Alimentaria Nutricional (SAN), con un enfoque en agroecología, en las comunidades del municipio de Cubulco, Baja Verapaz.

Los servicios de extensión agrícola y rural se implementaron con el objetivo de fortalecer la producción agrícola, la resiliencia frente al cambio climático, la seguridad alimentaria y la generación de ingresos de las familias rurales, promoviendo prácticas sostenibles y el uso eficiente de recursos locales.

Entre las principales actividades implementadas se incluyen la elaboración de abonos orgánicos tipo Bocashi, talleres de adaptación al cambio climático, implementación de sistemas de riego por goteo, distribución y manejo de plantas frutales, y ferias agroecológicas para fortalecer la comercialización de productos familiares. La ejecución de estas actividades permitió incrementar la capacidad técnica de los agricultores; así como mejorar la fertilidad del suelo, y la diversificación de la producción.

3.2. Servicio 1. Elaboración de Abono Orgánico Fermentado Tipo Bocashi Como Alternativa Agroecológica Para la Mejora de Suelos en Comunidades Rurales de Cubulco, Baja Verapaz.

3.2.1. Introducción

En el marco del Proyecto de Soberanía Alimentaria Nutricional (SAN) ejecutado por Cáritas Verapaz, se llevó a cabo la elaboración de abono orgánico fermentado tipo Bocashi, una alternativa agroecológica que busca mejorar la fertilidad de los suelos y fortalecer la producción agrícola en condiciones de cambio climático. La actividad se desarrolló en las comunidades de Carrizal, Chitanil, Los Encuentros y Caserío de Xuaxan, del municipio de Cubulco, Baja Verapaz.

El Bocashi es un abono sólido de origen japonés, caracterizado por su rápido proceso de fermentación aeróbica, que enriquece los suelos con nutrientes, mejora su estructura y favorece la microbiota benéfica (Restrepo, 2001). Su implementación en estas comunidades responde a la necesidad de contrarrestar la baja fertilidad de los suelos derivada del monocultivo, la erosión y la escasez de materia orgánica.

3.2.2. Objetivos

3.2.2.1. General.

Fortalecer las capacidades productivas de las familias rurales mediante la elaboración e implementación de abono orgánico fermentado tipo Bocashi como alternativa a los fertilizantes químicos.

3.2.2.2. Específicos.

1. Capacitar a las familias participantes en la técnica de elaboración del abono Bocashi.
2. Promover el uso de insumos locales para reducir costos de producción.

3. Mejorar la fertilidad y estructura del suelo en parcelas de hortalizas y granos básicos.
4. Contribuir a la resiliencia agrícola frente al cambio climático mediante prácticas agroecológicas.

3.2.3. Metas

- Capacitar a un mínimo de 25 familias en la elaboración de Bocashi.
- Producir al menos 500 kg de abono orgánico fermentado por comunidad.
- Implementar el Bocashi en parcelas demostrativas de hortalizas y granos básicos.
- Generar espacios de intercambio de conocimientos agroecológicos entre productores y técnicos.

3.2.4. Metodología

La elaboración del abono orgánico fermentado tipo Bocashi se desarrolló bajo un enfoque agroecológico participativo, combinando saberes locales y técnicas científicas para garantizar un producto de alta calidad nutricional y microbiológica. La metodología aplicada constó de las siguientes fases:

a) Preparación del Área de Trabajo.

Se seleccionó un espacio con sombra parcial y buen drenaje, donde se delimitó el terreno para la abonera. Se dispuso de una superficie limpia y aireada para evitar contaminación y facilitar el proceso de fermentación (Jarquín et al., 2014).

b) Selección y Preparación de Insumos.

Los materiales orgánicos fueron clasificados en: fuentes de carbono (rastroy seco, aserrín, hojarasca descompuesta), fuentes de nitrógeno (gallinaza, estiércol bovino, hojas verdes), mejoradores microbianos (levadura, melaza, pulpa de café) y minerales (ceniza).

Todos los insumos se pesaron y fraccionaron de acuerdo con la proporción establecida, garantizando la relación C/N adecuada para la fermentación (Altieri & Nicholls, 2017).

c) Mezclado y Activación del Proceso.

Los insumos se mezclaron en capas alternas, incorporando de manera gradual el agua no clorada, hasta alcanzar una humedad aproximada del 60% (verificable al apretar un puñado de mezcla sin que escurra líquido). Durante el proceso, se aplicó melaza y levadura previamente activada en agua tibia para estimular la proliferación microbiana (Higa & Parr, 1994).

d) Fermentación y Volteo.

La mezcla fue cubierta con nylon negro para conservar la humedad y temperatura, controlando diariamente el proceso. Se realizaron volteos cada 48 horas durante los primeros 8 días, y posteriormente cada 72 horas hasta completar los 15–21 días del proceso, tiempo suficiente para estabilizar el abono y lograr una textura homogénea, sin olores desagradables y con olor a tierra fértil (Jarquín et al., 2014).

e) Evaluación de la Calidad del Abono

Al concluir el proceso, se verificaron las características organolépticas (olor, color, textura) y se capacitó a los participantes en criterios básicos de calidad. El Bocashi obtenido se destinó a la mejora de suelos degradados y huertos familiares, contribuyendo a la resiliencia agrícola frente a los efectos del cambio climático.

3.2.4.1. Materiales y Equipo.

Para la elaboración del abono orgánico fermentado tipo Bocashi, en el marco del Proyecto de Soberanía Alimentaria y Nutricional (SAN) en las comunidades de Carrizal, Chitanil y Los Encuentros, se emplearon los siguientes insumos y herramientas, de acuerdo

con metodologías adaptadas de la agroecología participativa (Altieri & Nicholls, 2017; Jarquín et al., 2014):

a) Insumos Orgánicos de Base:

- 3 quintales de hojas verdes (madre cacao, abonos verdes y malezas frescas).
- 4 quintales de rastrojo seco (caña de milpa, maleza seca y aserrín).
- 6 costales de broza o tierra fértil.
- 1 quintal de hojarasca descompuesta o pulpa de café.
- 1 quintal de gallinaza (de aves ponedoras o criollas).
- 1 quintal de estiércol bovino fresco.

b) Insumos para la Fermentación y Enriquecimiento:

- 1 galón de melaza (sustituible por 2 panelas o 10 libras de azúcar morena).
- 100 gramos de levadura de pan (aprox. ½ libra).
- 10 libras de ceniza de madera.
- 6 canecas de agua sin cloro (para activar la fermentación y ajustar humedad).

c) Cobertura y Control del Proceso:

- 6 yardas de nylon negro (para cubrir la abonera y evitar pérdida de humedad por evaporación o exceso de lluvia).

d) Herramientas y Equipo Utilizado:

- 2 palas (para la mezcla y volteo).
- 2 rastrillos (para nivelar y airear la mezcla).
- Recipientes plásticos (baldes, galones y palanganas para la distribución del agua en la abonera).
- Equipo de protección personal (EPP): guantes, botas de hule y mascarilla para evitar riesgos durante la manipulación de insumos.

3.2.5. Resultados

La implementación de esta actividad permitió la producción de Bocashi en las tres comunidades, con un promedio de 200 kg por comunidad, superando la meta planteada. Más de 30 familias participaron activamente en el proceso, apropiándose de la técnica y reconociendo sus beneficios frente a los fertilizantes químicos. El abono elaborado fue aplicado en huertos familiares y parcelas de granos básicos, mejorando la retención de humedad y aportando nutrientes al suelo.

Adicionalmente, se observó un fortalecimiento de las capacidades organizativas y técnicas de las familias, quienes manifestaron su interés en continuar replicando la práctica y en diversificar el uso del Bocashi en otros cultivos.

Figura 43

Taller de elaboración de Bocashi en Chitanil, Cubulco Baja Verapaz



Fuente: Elaboración propia.

Figura 44

Mezcla de materiales orgánicos



Fuente: Elaboración propia

Figura 45

Réplica de elaboración de abono Bocashi en la comunidad de Los Encuentros.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 45

Réplica de elaboración de abono Bocashi en el caserío de Xuaxan



Fuente: Elaboración propia

Figura 46

Control de proceso Bocashi



Fuente: Elaboración propia.

3.3. Servicio 2: Taller “Adaptación al Cambio Climático Con Alternativas en la Agricultura” con Integrantes de la Escuela de Formación Campesina de las comunidades de Cubulco, Baja Verapaz.

3.3.1. Introducción

El taller denominado “Adaptación al cambio climático con alternativas en la agricultura” se desarrolló en las comunidades de Carrizal, Chitanil, Los Encuentros y Caserío Xuaxan, municipio de Cubulco, Baja Verapaz, en el marco del proyecto de Soberanía Alimentaria y Nutricional (SAN) implementado por Cáritas Verapaz. Los participantes fueron integrantes de la Escuela de Formación Campesina de las comunidades, quienes fortalecen sus capacidades productivas y de gestión comunitaria. Esta actividad surgió ante la necesidad de mejorar la resiliencia de los sistemas productivos familiares frente a la

variabilidad climática, caracterizada por sequías prolongadas, disminución de la fertilidad de los suelos y reducción de rendimientos (Gliessman, 2016).

Durante el taller, se resaltó el papel fundamental de los bancos comunitarios de semillas, que han permitido a las familias mantener la diversidad de sus huertos, garantizar la disponibilidad de semillas durante todo el año y mejorar la seguridad alimentaria mediante una producción diversificada y sostenible (Altieri & Nicholls, 2017).

3.3.2. Objetivos

1. Promover alternativas agroecológicas de adaptación al cambio climático en comunidades rurales.
2. Fortalecer el conocimiento, uso y preservación de semillas nativas a través de bancos comunitarios.

Sensibilizar a los productores sobre la importancia de prácticas sostenibles para garantizar la seguridad alimentaria y nutricional.

3.3.3. Metas

- Capacitar a al menos 40 integrantes de la Escuela de Formación Campesina en prácticas resilientes frente al cambio climático.
- Socializar experiencias comunitarias sobre la conservación y multiplicación de semillas criollas.
- Fomentar la implementación de huertos familiares diversificados en las comunidades participantes.

3.3.4. Metodología

Se desarrolló un taller participativo, iniciando con exposiciones sobre los impactos del cambio climático en la agricultura local. Posteriormente, los participantes compartieron sus

historias de éxito, enfocándose en experiencias con bancos comunitarios de semillas, diversificación de huertos y prácticas agroecológicas implementadas. Se realizaron dinámicas grupales de reflexión y discusión, combinando conocimientos técnicos con saberes locales, fortaleciendo la capacidad de acción y autonomía de las familias.

3.3.5. *Materiales y Equipo*

- Proyector multimedia, rotafolios y material didáctico (cartulinas, marcadores, hojas, cinta adhesiva).
- Semillas criollas y mejoradas (maíz, frijol, hortalizas, frutales).
- Equipo de sonido para la socialización grupal.

3.3.6. *Resultados*

El taller permitió fortalecer la conciencia comunitaria sobre la necesidad de adoptar alternativas agroecológicas frente al cambio climático. Las familias reconocieron que la baja fertilidad de los suelos y la escasez de agua son limitantes de la producción, pero resaltaron que los bancos de semillas han facilitado la diversificación de huertos familiares y garantizado la disponibilidad de semillas nativas durante todo el año. Además, el intercambio de experiencias fortaleció los saberes locales y colectivos, promoviendo prácticas sostenibles y la soberanía alimentaria.

3.3.7. *Impacto en la comunidad*

El impacto principal fue el fortalecimiento de la resiliencia comunitaria y de la seguridad alimentaria. Los integrantes de la Escuela de Formación Campesina adquirieron herramientas para diversificar cultivos, conservar semillas nativas y aplicar prácticas agroecológicas adaptadas al cambio climático, consolidando sistemas productivos más sostenibles y generando capacidades para replicar estas estrategias en otras familias y comunidades.

Figura 47

Taller a integrantes de la escuela de formación



Fuente: Elaboración propia.

Figura 48

Exposición de historia de éxito



Fuente: Elaboración propia.

Figura 49

Exposición de la importancia de la diversificación de cultivos.



Fuente: Elaboración propia

Figura 50

Entrega de diplomas por participación al taller formativo.



Fuente: Elaboración propia.

3.4. Servicio 3: Implementación de Sistemas de Riego Por Goteo Como Estrategia Resiliente para la Agricultura Familiar en el Caserío Xuaxan, Aldea Los Pajales, Cubulco, Baja Verapaz.

3.4.1. Introducción

El Caserío Xuaxan se encuentra en el corredor seco de Baja Verapaz, caracterizado por escasez de agua y sequías prolongadas que limitan la producción agrícola. En este contexto, la instalación de sistemas de riego por goteo se realizó como una estrategia resiliente dentro del proyecto de Soberanía Alimentaria y Nutricional (SAN), implementado por Cáritas Verapaz, con el objetivo de fortalecer la agricultura familiar, mejorar la eficiencia en el uso del agua y garantizar la seguridad alimentaria de las familias.

El riego por goteo es una tecnología eficiente y sostenible que permite la aplicación directa de agua y nutrientes a la zona radicular de los cultivos, optimizando la absorción y reduciendo pérdidas por evaporación. Su implementación busca incrementar la productividad de granos básicos, hortalizas y frutales, fortalecer la resiliencia frente al cambio climático y consolidar prácticas agrícolas sostenibles en huertos familiares (FAO, 2017; Altieri & Nicholls, 2017).

3.4.2. Objetivos

1. Fortalecer la capacidad productiva de las familias mediante la implementación de sistemas de riego por goteo.
2. Optimizar el uso del agua y los recursos hídricos disponibles en el Caserío Xuaxan.
3. Incrementar la resiliencia de los huertos familiares frente a la sequía y la variabilidad climática.

3.4.3. Metas

- Implementar sistemas de riego por goteo en al menos 10 huertos familiares de la comunidad.
- Capacitar a los productores en operación, mantenimiento y planificación del riego eficiente.
- Mejorar los rendimientos agrícolas mediante una gestión eficiente del agua durante la temporada seca.

3.4.4. Metodología

Se aplicó una metodología práctica y participativa, combinando capacitación técnica con ejecución en campo:

- Diagnóstico de parcelas: Se identificaron las áreas de cultivo prioritarias y se evaluaron las necesidades hídricas de los cultivos.
- Diseño técnico del sistema: Se determinó la red de tuberías, cinta de goteo, adaptadas a la superficie de cada parcela y tipo de cultivo.
- Instalación participativa: Los productores participaron directamente en la colocación de tuberías, conexión de goteros y vinculación con la fuente de agua, recibiendo instrucción técnica sobre su funcionamiento y mantenimiento.
- Prueba y ajustes: Se verificó el caudal y la uniformidad de riego, ajustando fugas y capacitando a los productores en planificación del riego según el ciclo de cultivo.

Esta metodología asegura que los productores no solo reciban el sistema, sino que adquieran competencias técnicas para mantenerlo y replicarlo en otros huertos familiares, generando sostenibilidad a largo plazo (Gliessman, 2016).

3.4.5. Materiales y equipo

- Tuberías y accesorios: tubería de polietileno, cinta de goteo, conectores, empaques.
- Fuentes de agua: manantiales, depósitos para garantizar suministro constante y libre de impurezas.
- Herramientas de instalación: sierra manual, barreno, machete, palas y rastrillos.
- Material didáctico: rotafolio, marcadores, manuales de operación, hojas de registro y material ilustrativo para capacitación.

3.4.6. Resultados

1. Se instalaron sistemas de riego por goteo en 10 huertos familiares, mejorando la eficiencia hídrica y asegurando riego constante a hortalizas y granos básicos.
2. Los productores adquirieron competencias técnicas para operación, mantenimiento y planificación del riego.
3. Se observó mayor uniformidad en el riego, reducción de pérdidas de agua y optimización de la fertilización orgánica.

3.4.7. Impacto en la Comunidad

La implementación de sistemas de riego por goteo fortaleció la resiliencia comunitaria frente al cambio climático, aumentando la seguridad alimentaria y nutricional. La participación activa de los productores permitió generar capacidades locales sostenibles, replicables en otras parcelas y huertos familiares, promoviendo la autonomía, eficiencia agrícola y el manejo responsable de recursos hídricos (Altieri & Nicholls, 2017).

Figura 51

Instalación de sistema de riego por goteo en el Caserío de Xuaxan



Fuente: Elaboración propia

Figura 52

Evaluación del funcionamiento del sistema de riego



Fuente: Elaboración propia.

Figura 53

Monitoreo de riego para frijol en el caserío de Xuaxan



Fuente: Elaboración propia.

3.5. Servicio 4: Distribución y manejo de plantas frutales como estrategia de generación de ingresos y reforestación comunitaria en el Caserío Xuaxan, Aldea Los Pajales, Cubulco, Baja Verapaz

3.5.1. Introducción

La entrega de plantas frutales en el Caserío Xuaxan se realizó dentro del Proyecto de Soberanía Alimentaria y Nutricional (SAN) de Cáritas Verapaz, con el objetivo de generar fuentes de ingreso para las familias a mediano y largo plazo mediante la comercialización de frutas, y al mismo tiempo contribuir a la reforestación y protección del suelo frente a los impactos del cambio climático.

Las especies entregadas incluyeron camote, yuca, anona, limón y cacao, seleccionadas por su adaptabilidad a la región y su potencial productivo. La actividad combinó la entrega de plantas con charlas de sensibilización sobre su cuidado, beneficios

nutricionales y comerciales, fomentando el compromiso de los beneficiarios en el manejo adecuado de los cultivos y asegurando la sostenibilidad de la producción a futuro (FAO, 2017; Altieri & Nicholls, 2017).

3.5.2. Objetivos

1. Promover la generación de ingresos familiares mediante la producción y comercialización de frutas.
2. Fortalecer la reforestación y cobertura vegetal de la zona, contribuyendo a la mitigación del cambio climático.
3. Fomentar el compromiso comunitario en el cuidado y manejo de las plantas entregadas.

3.5.3. Metas

- Distribuir plantas frutales a 21 familias del Caserío Xuaxan.
- Capacitar a los beneficiarios en técnicas de cuidado, riego y fertilización orgánica de los frutales.
- Garantizar la producción de frutas para comercialización y consumo familiar a mediano y largo plazo.

3.5.4. Metodología

La actividad se realizó bajo un enfoque participativo y práctico, combinando la entrega de plantas con capacitación técnica:

Selección de beneficiarios: Identificación de familias interesadas y con terrenos adecuados para el cultivo de frutales.

Entrega de plantas: Se distribuyeron camote, yuca, anona, limón y cacao, asegurando la diversidad productiva y la adaptación agroecológica.

Capacitación y sensibilización: Charlas sobre manejo adecuado, fertilización orgánica, riego, control de plagas y beneficios nutricionales y comerciales de los cultivos.

Compromiso comunitario: Los beneficiarios asumieron responsabilidades en el cuidado de las plantas, asegurando su establecimiento y futura producción (Gliessman, 2016).

3.5.5. Materiales y Equipo

- Plantas frutales (camote, yuca, anona, limón, cacao).
- Contenedores y bolsas para transporte de plantas.
- Fertilizantes orgánicos y compost para establecimiento inicial.
- Herramientas básicas: palas, azadones, regaderas y mangueras.
- Material didáctico: rotafolios, marcadores, manuales de manejo y guías de cultivo.

3.5.6. Resultados

1. Se beneficiaron 21 familias, quienes recibieron plantas frutales y capacitación técnica para su manejo
2. Los beneficiarios comprendieron la importancia de cultivos diversificados, contribuyendo a la seguridad alimentaria y nutricional.
3. Se promovió la reforestación local y la creación de barreras vegetales, ayudando a mitigar los efectos del cambio climático.

3.5.7. Impacto en la comunidad

La distribución y manejo de frutales fortaleció la resiliencia de las familias frente a la sequía y variabilidad climática, generando oportunidades de ingresos a futuro mediante la venta de frutas y mejorando la cobertura vegetal de la zona. La participación activa de la

comunidad garantizó sostenibilidad en la producción y manejo de los cultivos, consolidando un enfoque integral de agricultura ecológica y desarrollo rural (Altieri & Nicholls, 2017).

Figura 54

Traslado de plantas hacia el caserío de Xuaxan.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 55

Entrega de plantas a familias



Fuente: Elaboración propia.

Figura 56

Lote de plantas destinadas a cada familia.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 57

Monitoreo del estado de las plantas.



Fuente: Elaboración propia.

3.6. Servicio 5: Feria Agroecológica del Proyecto Soberanía Alimentaria y Nutricional: Comercialización y fortalecimiento de producción familiar en Carrizal, Cubulco, Baja Verapaz.

3.6.1. Introducción

La Feria Agroecológica se realizó dentro del Proyecto de Soberanía Alimentaria y Nutricional (SAN) de Cáritas Verapaz, con el objetivo de promover la producción agroecológica, el comercio local y la sostenibilidad de los emprendimientos familiares. La actividad se desarrolló en la Escuela de Carrizal, reuniendo a integrantes de las comunidades de los Encuentros, Cebollal, Carrizal y Caserío Xuaxan, fomentando la interacción comunitaria y el intercambio de experiencias, semillas criollas, plantas frutales, hortalizas, aves de traspatio y productos elaborados artesanalmente.

La feria permitió a las familias mostrar sus cosechas, fortalecer sus emprendimientos y preservar la diversidad genética de los cultivos locales, promoviendo prácticas agroecológicas que aseguran la resiliencia alimentaria y económica frente al cambio climático (Altieri & Nicholls, 2017; FAO, 2017).

3.6.2. Objetivos

1. Fomentar la comercialización de productos agroecológicos producidos por familias de las comunidades participantes.
2. Promover el intercambio de semillas criollas y prácticas agrícolas sostenibles.
3. Fortalecer la cohesión comunitaria y la sostenibilidad de los sistemas productivos locales.

3.6.3. Metas

Reunir a las cuatro comunidades participantes en un espacio de intercambio agroecológico.

Vender productos producidos por los miembros de la comunidad, asegurando ingresos locales y sostenibles.

Difundir prácticas agroecológicas, conservación de semillas y técnicas de producción sostenible.

3.6.4. Metodología

La feria se realizó bajo un enfoque participativo y demostrativo:

Coordinación con líderes comunitarios: Se definieron fechas, logística y distribución de puestos para cada familia participante.

Montaje de la feria: Instalación de espacios para exposición de productos, semillas, plantas y elaboraciones artesanales.

Interacción y comercialización: Los participantes presentaron sus productos, intercambiaron semillas criollas y compartieron experiencias sobre producción agroecológica.

Sensibilización y capacitación informal: Se promovieron charlas breves sobre manejo de cultivos, diversificación de huertos y buenas prácticas agroecológicas (Gliessman, 2016).

3.6.5. Materiales y Equipo

- Mesas, carpas y manteles para exposición de productos.
- Etiquetas y señalización para cada puesto de venta.
- Bolsas reutilizables para la entrega de productos vendidos.
- Semillas criollas, plantas frutales y hortalizas para intercambio.

- Material educativo: folletos, guías de cultivo y carteles informativos sobre prácticas agroecológicas.

3.6.6. Resultado

1. Participaron familias de las cuatro comunidades, mostrando diversidad de productos agroecológicos como plátano, banano, yuca, melón, sandía, limón, durazno, maíz, frijol, mango, ayote, elote dulce, flor de izote, entre otros.
2. Se fortaleció la comercialización local, generando ingresos directos a las familias.
3. Se promovió la preservación de semillas criollas y la diversificación de huertos familiares, contribuyendo a la seguridad alimentaria y nutricional.
4. Se incrementó la cohesión y colaboración comunitaria, fomentando la integración de las tres comunidades participantes.

3.6.7. Impacto en la comunidad

La Feria Agroecológica permitió consolidar un espacio de aprendizaje, comercialización y fortalecimiento de capacidades locales, promoviendo la resiliencia comunitaria, la seguridad alimentaria y la sostenibilidad económica. La interacción entre productores incentivó el intercambio de buenas prácticas agroecológicas y la preservación de recursos genéticos locales, fortaleciendo la autonomía de las familias y el desarrollo integral de las comunidades (Altieri & Nicholls, 2017; FAO, 2017).

Figura 58

Participación en la feria agroecológica en Carrizal.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 59

Socialización del inicio de la feria agroecológica



Fuente: Elaboración propia.

Figura 60

Muestra de productos agrícolas en venta.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 61

Premiación de historia de éxito de beneficiaria



Fuente: Elaboración propia.

3.7. Referencias

- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2012). Agroecología: única esperanza para la soberanía alimentaria y resiliencia al cambio climático. *Revista Agroecología*, 7(1), 65–83.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2017). *Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable*. Editorial Nordan-Comunidad.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2017). *Agroecología: ciencia y política*. CLACSO. <https://doi.org/10.2307/j.ctvtxw3qt>
- FAO. (2017). *Frutales y especies agroforestales: Manual práctico para pequeños agricultores*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO. (2017). *Riego por goteo: Manual práctico para pequeños agricultores*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Gliessman, S. (2016). *Agroecology: The ecology of sustainable food systems* (3rd ed.). CRC Press.
- Higa, T., & Parr, J. F. (1994). *Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment*. International Nature Farming Research Center.
- Jarquín, J., Cáceres, F., & Hernández, R. (2014). *Manual para la elaboración de abonos orgánicos sólidos y líquidos*. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA).
- Restrepo, J. (2001). *Manual práctico de agricultura orgánica: elaboración y uso de abonos orgánicos*. Universidad Nacional de Colombia.