

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE BAJA VERAPAZ
CARRERA DE INGENIERO AGRONOMO EN SISTEMAS
DE PRODUCCION AGRICOLA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN: EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES ABONOS
ORGÁNICOS SOBRE EL RENDIMIENTO DEL CULTIVAR CRIOLLO DE MAÍZ (*Zea
mays*), EN LA ALDEA PACALAJ DEL MUNICIPIO DE SALAMÁ, BAJA VERAPAZ;
DIAGNÓSTICO COMUNITARIO REALIZADO EN ALDEA PACALAJ Y SERVICIOS EN
SALAMA, BAJA VERAPAZ, GUATEMALA.**

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

POR

KARLA PAOLA MORGA GUZMAN

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

San Miguel Chicaj, Baja Verapaz, Septiembre 2022

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR

M.A. Walter Ramiro Mazariegos Biolis

CONSEJO DIRECTIVO

PRESIDENTE:	Dr. Mario David Cerón Donis
SECRETARIO:	Lic. Wagner Heber Galiego Rodriguez
REPRESENTANTE DOCENTE:	Lic. José Alfredo Aguilar Orellana Dra. María Eunice Enríquez Cotón
REPRESENTANTE PROFESIONAL:	Arquitecto Milton Giovanni Fuentes López
REPRESENTANTES ESTUDIANTILES:	Sr. Adrian Camilo García Flores Sr. Julio Armando Saavedra González

COORDINADOR ACADÉMICO

Lic. Ricardo Antonio Samayoa Herrera

COORDINADOR DE LA CARRERA

Ing. Agr. Fredy Haroldo Milián

COMISIÓN DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

COORDINADOR:	Ing. Agr. Fredy Haroldo Milián
SECRETARIO:	Ing. Agr. Jorge Vinicio Tziboy García
VOCAL I:	Ing. Agr. Orlando Flores López

ASESOR

Ing. Agr. Juan Carlos Galeano

SAN MIGUEL CHICAJ B.V Septiembre del 2022

Honorable Junta Directiva

Honorable Tribunal Examinador

Carrera de Ingeniero Agrónomo en sistemas de Producción Agrícola

Centro Universitario de Baja Verapaz CUNBAV

Universidad de san Carlos de Guatemala 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: **EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES ABONOS ORGÁNICOS SOBRE EL RENDIMIENTO DEL CULTIVAR CRIOLLO DE MAÍZ (*Zea mays*), EN LA ALDEA PACALAJ DEL MUNICIPIO DE SALAMÁ, BAJA VERAPAZ; DIAGNÓSTICO COMUNITARIO REALIZADO EN ALDEA PACALAJ Y SERVICIOS EN SALAMA, BAJA VERAPAZ, GUATEMALA.** Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

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

Atentamente.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

KARLA PAOLA MORGA GUZMAN

ACTO QUE DEDICO

A:

- | | |
|--------------------|--|
| DIOS | Por ser la guía de mi vida, mi fortaleza, mi paz y mi salvación. Gracias por iluminar mi vida y derramar bendiciones y sabiduría sobre el largo trayecto de mi carrera. |
| Mi padre | Por ser el mejor padre, mi fuente de inspiración y mi ejemplo a seguir, me enseñó que en la vida todo se puede lograr con esfuerzo, dedicación, responsabilidad y sencillez, este logro no lo hubiera obtenido sin su apoyo y amor incondicional. |
| Mi madre | Mi motor que me dio fuerza para nunca rendirme y que siempre estuvo a mi lado, gracias por ser una mujer valiente, fuerte y luchadora. Mi ejemplo a seguir y a pesar de las adversidades siempre estuvo presente, gracias por tu amor y apoyo. |
| Mi hermano | Por ser un hermano maravillo que a pesar de las adversidades siempre pude contar con el, gracias por ser el mejor ejemplo de honestidad, sencillez, constancia y responsabilidad. Mi fuente de inspiración y lucha, gracias por el amor y buenos deseos. |
| Mis abuelos | Graciela Ralda y Elizardo Guzmán Por ser mi ejemplo a seguir, por su cariño y bendiciones que me brindaron en todo el trayecto y por sus consejos de vida. |
| Mi familia | Agradezco a mis tios y primos, por su comprensión y estímulo constante, además de su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios. |

AGRADECIMIENTOS

A:

Ing. Agr. Juan Carlos Galeano por el apoyo incondicional, Gracias por los consejos, la confianza, la paciencia y sobre todo la asesoría que me brindo en mi investigación.

Ing. Ágr. Fredy Milian por las muestras de cariño y el tiempo invertido en la búsqueda de la excelencia de mi trabajo de graduación, por los consejos y buenos deseos y sobre todo gracias por la paciencia brindada en todo el trayecto de mi investigación.

Ing. Agr. Vinicio Itziboy por las muestras de cariño y los conocimientos transmitidos a lo largo de mi formación profesional.

Ing. Agr. Abner Guzmán por el cariño y apoyo incondicional. Gracias por los conocimientos transmitidos y por ser una guía en mi carrera y una fuente de inspiración.

Alcalde Víctor Jordán de la Cruz, por el apoyo que me brindo permitiendo realizar mi EPS en tan distinguida municipalidad.

UGAM/DDT, por brindarme su valiosa orientación y apoyo en las actividades realizadas en mi investigación,

INDICE GENERAL

TÍTULO	PÁGINA
RESUMEN	xi
CAPÍTULO I: DIAGNÓSTICO COMUNITARIO REALIZADO EN LA ALDEA PACALAJ SALAMA, BAJA VERAPAZ.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN	3
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.3 OBJETIVOS.....	5
1.3.1 General.....	5
1.3.2 Específicos	5
1.4 MARCO REFERENCIAL	6
1.4.1 Ubicación y localización	6
1.4.2 Zonas de vida	7
1.4.3 Situación económica y social.....	7
1.5 METODOLOGÍA	8
1.5.1 Fase inicial de gabinete.....	8
1.5.2 Fase de campo.....	8
1.5.2.1. Recorrido por la aldea pacalaj B.V.	8
1.5.2.2. Diagnostico comunitario	8
1.5.2.3. Fase final de gabinete	9
1.6 RESULTADOS.....	10
1.6.1 Comité local de investigación agrícola.....	10
1.6.2 Diagnostico rural participativo -DRP.....	10
1.6.3 Aplicación de los instrumentos	11
1.6.4 Recolección de información	11
1.7 CONCLUSIONES	14
1.8 RECOMENDACIONES	15

1.9 BIBLIOGRAFÍA	16
1.10 ANEXOS	17

CAPÍTULO II:

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES ABONOS ORGANICOS SOBRE EL RENDIMIENTO DEL CULTIVAR CRIOLLO DE MAIZ (Zea mays) EN LA ALDEA PACALAJ, DEL MUNICIPIO DE SALAMA, BAJA VERAPAZ, GUATEMALA	21
---	----

2.1 INTRODUCCION	23
2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	25
2.3 JUSTIFICACIÓN	27
2.4 MARCO CONCEPTUAL.....	29
2.4.1 Importancia del maíz en Guatemala	29
2.4.2 Origen.....	29
2.4.3 Descripción botánica	29
2.4.4 Fisiología de la planta	30
2.4.5 Clasificación taxonómica	31
2.4.6 Descripción de los estadios vegetativos	31
2.4.7 Ecología de la planta de maíz	33
2.4.8 Aspectos agronómicos	34
2.4.9 Materia orgánica para la elaboración de abonos	38
2.4.10 Abonos orgánicos.....	38
2.5. MARCO REFERENCIAL	40
2.5.1 Ubicación.....	40
2.5.2 Zona de vida	40
2.5.3 Características geográficas	40
2.5.4 Hidrografía	41
2.5.5 Población.....	41
2.5.6 Antecedentes del área experimental.....	41
2.5.7 Características del material experimental	41

2.5.8	Geología.....	42
2.5.9	Clima.....	43
2.5.10	Aspectos socioeconómicos.....	43
2.6.	OBJETIVOS.....	44
2.7	HIPOTESIS.....	45
2.8	METODOLOGÍA.....	46
2.8.1	Diseño experimental.....	46
2.8.2	Modelo estadístico.....	46
2.8.3	Supuestos.....	47
2.8.4	Hipótesis experimental.....	47
2.8.5	Variables de respuesta.....	47
2.8.6	Descripción de los tratamientos.....	49
2.8.7	Croquis del experimento.....	50
2.8.8	Manejo del experimento.....	51
2.8.9	Análisis de la información.....	52
2.9	ANALISIS Y RESULTADOS.....	54
2.9.1	Análisis estadístico.....	54
2.9.2	Análisis económico.....	84
2.10	Conclusiones.....	86
2.11	RECOMENDACIONES.....	88
2.12	BIBLIOGRAFÍA.....	90
2.13	ANEXOS.....	94

CAPÍTULO III:

SERVICIOS REALIZADOS EN LA MUNICIPALIDAD DE SALAMA, BAJA VERAPAZ, GUATEMALA.....	108
--	-----

3.1	INTRODUCCIÓN.....	110
3.2	OBJETIVOS.....	111
3.2.1	Objetivo general.....	111

3.2.2	Objetivos específicos	111
3.3	Servicio 1: Comités locales de investigación agrícola	112
3.3.1	Presentación	112
3.3.2	Objetivos.....	113
3.3.3	Metas	113
3.3.4	Metodología	114
3.3.5	Materiales y equipo.....	115
3.3.6	Resultados.....	116
3.3.7	Anexos	117
3.4	Servicio 2: HUERTOS FAMILIARES EN AREAS RURALES DE SALAMA.....	118
3.4.1	Presentación.....	118
3.4.2	Objetivos.....	118
3.4.3	Metas	119
3.4.4	Metodología	119
3.4.5	Materiales y equipo.....	120
3.4.6	Resultados.....	120
3.4.7	Anexos.....	122
3.5	Servicio 3: PRODUCCION DE ABONO ORGANICO LOMBRICOMPOST EN AREAS RURALES DE SALAMA	125
3.5.1	Presentación.....	124
3.5.2	Objetivos.....	124
3.5.3	Metas	124
3.5.4	Metodología	126
3.5.5	Materiales y equipo.....	127
3.5.6	Resultados.....	128
3.5.7	Anexos	129
3.6	BIBLIOGRAFIA	132

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1. Mapa de localización de la Aldea Pacalaj, Salamá, Baja Verapaz.....	6
Figura 2A. Diagnostico Rural Participativo DRP.....	17
Figura 3A. Parcela de investigación agrícola.....	17
Figura 4A. Acta de conformación de comités locales de investigación.....	18
Figura 5A. Minuta de los integrantes del comité local de investigación de granos Básicos de la aldea Pacalaj.....	19
Figura 6. Fases vegetativas de la planta de maíz.....	31
Figura 7. Lombriz roja californiana	39
Figura 8. Croquis del área	50
Figura 9. Altura promedio de las plantas de maíz de cada tratamiento expresado en m. En la aldea Pacalaj, Salamá, Baja Verapaz.	57
Figura 10. Altura promedio de las plantas de maíz de cada tratamiento expresado en m. En la aldea Pacalaj, Salamá, Baja Verapaz	60
Figura 11. Diámetro promedio del tallo en el cultivo de maíz de cada tratamiento Expresado en cm. En la aldea Pacalaj, Baja Verapaz.....	62
Figura 12. Desarrollo radicular de las plantas de maíz a los 90 días, expresado en cm. Ubicado en la aldea Pacala, Salamá, Baja Verapaz.....	65
Figura 13. Numero de infrutescencias promedio a los 110 días. En la aldea Pacalaj Salamá, Baja Verapaz.....	68
Figura 14. Peso promedio de la mazorca a los 110 días expresado en Kg. En la aldea Pacalaj, Salamá, Baja Verapaz.	71
Figura 15. Numero promedio de filas por mazorca, Aldea Pacalaj, Salamá B.V	74
Figura 16. Numero promedio de granos por fila para cada tratamiento. Pacalaj.....	77
Figura 17. Peso promedio de 100 granos de maíz expresado en Kg	79
Figura 18. Rendimiento promedio del cultivo de maíz por cada tratamiento expresado en Kg/ha	82
Figura 19A. Distanciamiento entre planta	94

Figura 20A. Distanciamiento entre surco	94
Figura 21A. Crecimiento de las plantas de Maíz en la parcela de investigación	95
Figura 22A. Abonado del cultivo de maíz	95
Figura 23A. Medición del sistema radicular de la planta	96
Figura 24A. Monitoreo del cultivo de maíz en su etapa de crecimiento	96
Figura 25A. Monitoreo constancia de la parcela de investigación en su etapa de crecimiento y producción.	97
Figura 26A. Conteo de la cantidad de mazorcas por planta.	97
Figura 27A. Medición de las variables evaluadas en el cultivo.	98
Figura 28A. Desarrollo y crecimiento de las mazorcas.	98
Figura 29A. Cosecha del cultivo de maíz	99
Figura 30A. Mazorca lista para ser cosechada, milpa completamente seca.....	99
Figura 31A. Evaluación de las características de la mazorca de cada tratamiento.....	100
Figura 32A. Pesado de las mazorcas de cada tratamiento	100
Figura 33A. Conteo de granos y filas de las mazorcas obtenidas.....	101
Figura 34A. Mapa de ubicación de la aldea Pacalaj, Salamá B.V.....	102
Figura 35A. Mapa de la región norte, Salamá, Baja Verapaz	103
Figura 36A. Mapa del corredor seco de Salamá Baja Verapaz.....	104
Figura 37A. Resultados de las características físicas-químicas y metodológicas.	105
Figura 38A. Costos de producción en el cultivo de maíz, implementada en la aldea Pacalaj	106
Figura 39A. Miembros del comité local de investigación	117
Figura 40A. Conformación del comité local de investigación	117
Figura 41A. Preparación de los tabloncillos para siembra de pilones	122
Figura 42A. Capacitación de huertos familiares.....	122
Figura 43A. Entrega de pilones para los huertos familiares.....	123
Figura 44A. Instalación de dos sistemas de mini-riego en la Aldea San Vicente	123
Figura 45A. Asistencia técnica a los huertos familiares	124
Figura 46A. Entrega de pilones a comunidades beneficiadas	124
Figura 47A. Preparación de sustrato para producir lombricompost	129
Figura 48A. Capacitaciones a comunidades del manejo y cuidado de las lombrices ..	129
Figura 49A. Preparación de materia orgánica para lombricomposteras	130

Figura 50A. Capacitas a comunidades sobre el manejo y cuidados en la producción de lombricompost	130
Figura 51A. Producción de abono orgánico lombricompost	131

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 1 Clasificación taxonómica del maíz	31
Cuadro 2 Descripción de los estadios vegetativos de la planta de maíz	32
Cuadro 3 Requerimientos en grano de nutrientes para producir una tonelada de maíz	34
Cuadro 4 Resumen de las funciones más importantes de los nutrientes inorgánicos en las plantas.....	35
Cuadro 5 Plagas en el cultivo de maíz	37
Cuadro 6 Correlación de las Series de Suelos de Simmons (1959), con la Clasificación Taxonómica a nivel de Suborden	42
Cuadro 7 Clasificación Taxonómica de los suelos identificados las unidades cartográficas, Departamento de Baja Verapaz	42
Cuadro 8 Descripción de los tratamientos.....	49
Cuadro 9 Resultados de las diferentes variables de respuesta obtenidos en la parcela de investigación	54
Cuadro 10 Resumen estadístico de los resultados obtenidos de las variables evaluada	55
Cuadro 11 Análisis de varianza para la altura de planta a los 30 días en el cultivo de maíz	56
Cuadro 12 Prueba múltiple de diferencias de medias de Tukey para los tratamientos y la variable de altura de planta a los 30 días m	56
Cuadro 13 Análisis de varianza para la altura de planta a los 90 días en el cultivo de maíz	59
Cuadro 14 Prueba múltiple de diferencias de medias de Tukey para los tratamientos y la variable de altura de planta a los 90 días en m	59

Cuadro 15	Análisis de varianza para el diámetro del tallo a los 40 días en el cultivo de maíz.....	61
Cuadro 16	Prueba múltiple de diferencias de medias de Tukey para los tratamientos y la variable de diámetro del tallo a los 40 días	64
Cuadro 17	Análisis de varianza para el desarrollo radicular a los 90 días en el cultivo de maíz.....	64
Cuadro 18	Prueba múltiple de diferencias de medias de Tukey para los tratamientos y la variable desarrollo radicular a los 90 días en cm	64
Cuadro 19	Análisis de varianza para el número de infrutescencias a los 110 días por planta	67
Cuadro 20	Prueba múltiple de diferencias de medias de Tukey para los tratamientos y la variable número de infrutescencias a los 110 días por planta.....	67
Cuadro 21	Análisis de varianza para el peso de la mazorca a los 110 días en el cultivo de maíz.....	70
Cuadro 22	Prueba múltiple de diferencias de medias de Tukey para los tratamientos y la variable de peso de la mazorca a los 110 días en Kg.....	70
Cuadro 23	Análisis de varianza para el número de filas por mazorca en el cultivo de maíz.....	73
Cuadro 24	Prueba múltiple de diferencias de medias de Tukey para los tratamientos y la variable numero de filas por mazorca.....	73
Cuadro 25	Análisis de varianza para el número de granos por fila en el cultivo de maíz.....	76
Cuadro 26	Prueba múltiple de diferencias de medias de Tukey para los tratamientos y la variable de numero de granos por fila	76
Cuadro 27	Análisis de varianza para el peso de 100 granos en Kg	78
Cuadro 28	Prueba múltiple de diferencias de medias de Tukey para los tratamientos y la variable peso de 100 granos en Kg.....	78
Cuadro 29	Análisis de varianza para el rendimiento en Kg/ha.....	81
Cuadro 30	Prueba múltiple de diferencias de medias de Tukey para los tratamientos y la variable de rendimiento en Kg/ha	81

Cuadro 31	Costos de producción (Quetzales) para la producción de una hectárea de maíz con 4 diferentes tipos de sustrato de origen orgánico, ubicada en Pacalaj, Salamá, Baja Verapaz	84
Cuadro 32	Materiales utilizados en las parcelas de investigación agrícola	108
Cuadro 33	Materiales utilizados en las lombricomposteras.....	120

RESUMEN

El maíz fue plantado con 3 tipos de sustratos, pero en una sola tierra, Salamá, por parte del ejercicio profesional -EPS-. La base del diagnóstico y los servicios comunitarios se llevaron a cabo en la Aldea Pacalaj, Salamá Baja Verapaz. El desarrollo de la investigación se realizó por medio del comité local de investigación agrícola conformado por 10 agricultores de la zona. Todo esto con la finalidad de conocer la situación actual de la problemática que atraviesa dicha comunidad en cuanto a la producción de granos básicos, siendo el maíz uno de los cultivos más importantes para el sustento alimenticio de las familias de bajos recursos pertenecientes a dicha comunidad.

Se llevó a cabo la evaluación del rendimiento del cultivo con 3 diferentes tipos de sustratos para verificar cuál de ellos es el que proporciona los mejores resultados en cuanto a rendimiento y calidad de las plantas de maíz, para ello se establecerá como testigo el cultivar criollo de maíz con sustrato de la zona para verificar los cambios. Cabe mencionar que la utilización del cultivar criollo tuvo como finalidad comprobar el efecto que tiene el abono orgánico sobre el rendimiento de maíz, bajo las condiciones de la aldea Pacalaj con la investigación se determinó las condiciones óptimas para aumentar el rendimiento con cada abono orgánico implementado, además que no se pierde la diversidad genética, y es una semilla que está al alcance del agricultor.

Como punto importante de la investigación, se tiene como objetivo la evaluación del efecto de tres abonos orgánicos sobre el rendimiento y características de calidad en el cultivar criollo de maíz (*Zea mays*), para verificar cuál de ellos es el que proporciona los mejores resultados en cuanto a rendimiento en Kg/ha y calidad de las plantas de maíz, para ello se estableció como testigo la variedad criollo de maíz con sustrato de la zona para verificar los cambios.

En dicha investigación se utilizó un diseño experimental completamente al azar con 4 tratamientos y 5 repeticiones con un total de 20 unidades experimentales, se llevó a cabo

un análisis estadístico ANDEVA a las diferentes variables establecidas en la investigación en la cual hubo diferencias estadísticamente significativas, por lo que se realizó una comparación de medias de Tukey con 0.05 de significancia, dando como resultado el rechazo de la igualdad de medias.

Los resultados de la investigación de las diferentes variables de respuesta, muestran que el abono orgánico Lombricompost, presenta las mejores características para alcanzar una mayor producción en el cultivo de maíz en dicha área, con un rendimiento promedio de 8099.99 Kg/ha, además de que posee la mejor rentabilidad de 69.08% en dicha área establecida.

**CAPITULO I: DIAGNÓSTICO COMUNITARIO REALIZADO EN LA ALDEA PACALAJ
SALAMA, BAJA VERAPAZ.**

1.1. INTRODUCCIÓN

El diagnóstico se basó en un análisis que se permitió realizar durante las reuniones con el comité local de investigación conformado por miembros de la comunidad con la finalidad de obtener información relevante de las necesidades y problemas que enfrenta la comunidad de Pacalaj, y así poder actuar en la solución de determinados problemas con el inicio del -EPS-, dicha comunidad determinó sus necesidades primordiales por resolver y establecieron jerarquías de las mismas para proponer las posibles soluciones por medio de una lluvia de ideas.

Se llevó a cabo la obtención de información mediante una reunión y una encuesta comunitaria, en la cual se obtuvo participación de habitantes del área, con la finalidad de identificar los principales problemas de la aldea. El diagnóstico comunitario es la base principal para la formulación del proyecto integral, por ello se realizaron diferentes procesos de investigación, puesto que la comunidad de Pacalaj, departamento de Baja Verapaz. La metodología utilizada durante la elaboración del diagnóstico fue la siguiente: programación de visitas, contacto con líderes comunitarios, elaboración y aplicación de la guía de entrevista para líderes comunitarios de la aldea Pacalaj Baja Verapaz. Durante el trabajo de oficina se digitalizó y analizó la información de la comunidad. En cada visita se tuvo la participación de los líderes comunitarios, proporcionaron información sobre la comunidad, se logró enlazar a líderes de la comunidad de Pacalaj por medio de convocatorias de parte de la municipalidad de Salamá B.V

La actividad económica principal de la comunidad es la agricultura. Siendo esta de subsistencia y con graves problemas que provocan inseguridad alimentaria en la región. Los cultivos que predominan en la comunidad son: maíz y frijol. El principal problema al que se han enfrentado los agricultores son los efectos del cambio climático, asimismo, se ubican dentro del corredor seco. La disminución de los caudales, debido a la poca precipitación pluvial y el incremento de la temperatura hicieron de la agricultura una actividad poco interesante, sin embargo, ello no reduce la importancia que denota dentro de las familias.

1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La Aldea Pacalaj ubicada en el área sur de Salamá, cuenta con los cultivos de granos básicos que desde hace años se encuentra desarrollando, buena parte de sus productores desconocen sobre las buenas prácticas y técnicas alternativas para lograr una mejor producción. Se pretende conocer más a fondo la realidad de dicha aldea por medio de encuestas y reuniones comunitarias y obtener resultados beneficiosos para los habitantes de esa región.

Además que no existe mucha literatura que pueda orientar el manejo de dicho cultivo, por tal razón se pretende implementar a nivel de productores comités locales de investigación, que puedan en su momento generar información importante que oriente el manejo de dicho cultivo y les permite mejorar su rendimiento.

Debido a que según lo mencionado por los habitantes de la zona mencionada, uno de los problemas más importantes de dicha comunidad es la baja fertilidad de los suelos y baja productividad de los cultivos implementados, que son de gran importancia para el desarrollo y seguridad alimentaria de la aldea.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1 General

Evaluar el estado actual de la problemática en la que se encuentra la aldea Pacalaj, del municipio de Salamá, departamento de Baja Verapaz.

1.3.2 Específicos

1. Visitar a los habitantes de la Aldea para observar las condiciones en las que se encuentren en su entorno.
2. Recolectar información valiosa para identificar problemas de los productores de granos básicos de la zona, y así poder mejorar su producción y calidad del producto.

1.4. MARCO REFERENCIAL

1.4.1. Ubicación y localización

La Finca Pacalaj, finca privada comunitaria, se encuentra ubicada en el municipio de Salamá del departamento de Baja Verapaz y tiene una extensión de 2483.46 hectáreas (55 caballerías). La finca Pacalaj al norte colinda con las fincas Santo Tomas y Quilila, al noreste con la familia Martínez, al sureste con la comunidad de La Canoa o San Vicente, al sur con las comunidades de La Paz 1 y La Paz 2, y al oeste con la familia Juárez y la Aldea Cachil.

*Distancia a cabecera: 15 km

*Coordenadas: x= 526788
y=1672074

*Región: norte

*Micro región: tres

Figura 1. Mapa de localización de la Aldea Pacalaj, Salamá, Baja Verapaz.



Fuente: Google-Earth, 2020.

1.4.2. Zonas de vida

La diversidad biológica de la Finca Pacalaj posee una gran riqueza, pues en la misma, se encuentran tres zonas de vida vegetal, según la clasificación de Holdrige: Bosque seco subtropical, Bosque húmedo subtropical templado y Bosque muy húmedo subtropical frío.

1.4.3. Situación económica y social

Pacalaj se considera una de las aldeas de esa región más activa en términos de producción agrícola. En relación con los cultivos básicos, según informan los pobladores, la cosecha del maíz alcanza para la mayor parte del año, lo consumen de septiembre a junio y durante dos o tres meses del año tienen que comprarlo. No venden maíz, la producción es solo para consumo familiar; aunque se presentan los casos que cuando necesitan de algún ingreso monetario extra, sacan a vender un par de quintales.

1.5 METODOLOGÍA

1.5.1 Fase inicial de gabinete

Se llevó a cabo la recolección de datos de diferentes fuentes de información con el propósito de conocer más a fondo el estado en que se encuentra la Aldea Pacalaj. Se obtuvo información por medio de la COCODE de la comunidad, se recolectó información por medio de la municipalidad de Salamá B.V

1.5.2 Fase de campo

Se llevó a cabo un recorrido por las áreas de la comunidad con previo aviso de la COCODE de la comunidad.

1.5.2.1 Recorrido por la aldea Pacalaj B.V

Se tuvo como prioridad visualizar e identificar la topografía, límites de la finca, toma de coordenadas del área, infraestructura de los habitantes y sistemas de producción que implementan en sus parcelas; luego se visitó a varias familias para entrevistarlas y llenar una encuesta comunitaria para identificar algunas limitantes de las personas.

1.5.2.2 Diagnostico comunitario

Esta actividad fue debidamente planificada en conjunto con la municipalidad de Salamá; se llevó a cabo una pequeña reunión en el centro de acopio de la comunidad invitando a los habitantes y al COCODE que estuvieran interesados en la implementación de medidas para identificar los principales problemas de la comunidad. Para ello se aplicó la lluvia de ideas como una herramienta de diagnóstico comunitaria.

Se llevó a cabo la conformación de dos comités locales de investigación que fueran participes de las actividades que se realizaran con la finalidad de resolver problemas en la comunidad.

1.5.2.3 Fase final de gabinete.

Se analizó y proceso la información obtenida por medio de las visitas de campo y reuniones comunitarias en la aldea.

1.6 RESULTADOS.

1.6.1. Comité local de investigación agrícola.

El proyecto de investigación ejecuto las siguientes actividades, Elaboración de plan de acción y selección del cultivar criollo de maíz de la Aldea Pacalaj. Se promovió una reunión con personal de Desarrollo Social para llevar a cabo la priorización de la comunidad seleccionada además de elaboración de cronogramas, asistencias técnicas y reuniones con el CIAL conformado por las 10 personas seleccionadas para participar en el proyecto.

1.6.2. Diagnostico rural participativo –DRP-

Por medio del DRP implementado en la Aldea Pacalaj se llevaron a cabo técnicas que han sido aplicadas en diversas experiencias que las personas ejecutan con la finalidad de obtener un desarrollo comunitario, a través de la cual, la población local se convierte en el agente principal de resolución de sus problemas, Este diagnóstico ejecuto varias herramientas utilizadas en interacción con el comité local de investigación y le permitió la posibilidad no sólo de analizar su situación actual productiva en relación a los cultivos de mayor importancia a nivel local, sino también de planificar, diseñar y evaluar las condiciones de su entorno en dicha comunidad.

Debido al DRP los comunitarios analizaron la problemática de la baja productividad que presentan los cultivos de granos básicos en especial el Maíz (*Zea mays*) en su localidad, por lo cual se llevaron a cabo capacitaciones y asistencia técnica al grupo organizado en la comunidad para llevar a cabo la investigación, además de identificar los problemas más importantes para la seguridad alimentaria y nutricional de la comunidad, tomando en cuenta que la comunidad de Pacalaj se encuentra ubicado dentro del corredor seco de Guatemala.

1.6.3. Aplicación de los instrumentos

Se llevó a cabo la recolección de información por medio de una Encuesta comunitaria realizada en la comunidad de Pacalaj, Baja Verapaz.

1.6.4. Recolección de la información

Encuesta Comunitaria

Cantidad de personas encuestadas: 40 personas

Resultados:

1. Sociocultural Comunitario

Preguntas	Porcentaje de Respuestas
¿Cómo se organiza la comunidad?	COCODE ---100%
¿Mencione los principales problemas que padece la comunidad?	Falta de agua -----98% Poca fertilidad de suelos-- 75%
¿Cómo desecha la basura que produce en la vivienda?	La quema---- 60% Al aire libre ---40%
¿Separa basura orgánica de la inorgánica?	Si ----- 96 % No -----4%
¿Qué hace con la basura orgánica?	Abono -----90% Alimento para animales ---- 10%
¿Qué hace con la basura Inorgánica?	La quema----- 60 % Al aire libre -----40%

2. Infraestructura en la vivienda y medio ambiente

Preguntas	Porcentaje de Respuestas
¿Cómo se abastece del servicio de agua?	Nacimiento de agua ----- 100%
¿Cuál es la frecuencia del abastecimiento de agua?	Turnos ----- 100%
¿En que almacena su agua?	Tambo ---- 80% Cubeta o recipiente menor--- 20%

3. Medio físico natural

Preguntas	Porcentaje de Respuestas
¿Algún fenómeno natural que haya causado daño a la comunidad?	Sequia -----100%
¿Cómo afecto?	Perdidas de cultivos ----- 100%
¿Cómo siente la temperatura dentro de su vivienda?	Caliente -----100%

4. Medio físico artificial

Preguntas	Porcentaje de Respuestas
¿Cuál es el tipo de pendiente en el que se ubica el lote o vivienda?	Pendiente fuerte (10 a 15%)--- 85%
	Pendiente suave (5 a 10%)----- 15%
¿Mencione el tipo de uso que se le asigna al suelo donde está su vivienda?	Agrícola ----- 100%
¿Características de la vivienda?	Vivienda de materiales de construcción habitada----- 100%

5. Aspectos agropecuarios

Preguntas	Porcentaje de Respuestas
¿Qué tipos de cultivo implementa en su parcela?	Granos básicos----80 %
	Hortalizas -----20 %
¿Época de siembra?	Mayo-Septiembre ---- 100%
¿Qué método utiliza para el riego de los cultivos?	Goteo -----75%
	Aspersores--- 25%

6. Tipos de agricultura

Preguntas	Porcentaje de Respuestas
¿Tipo de agricultura en la que se encuentra?	Subsistencia ----- 100%

7. Tenencia de la tierra

Preguntas	Porcentaje de Respuestas
¿En qué estado de poder se encuentra las tierras que utiliza?	Comunal----- 100%

Fuente: Elaboración Propia, EPS 2020

1.7 CONCLUSIONES

1. El diagnostico comunitario fue el punto de partida para diseñar operaciones y acciones que permiten enfrentar los problemas y necesidades de la Aldea de Pacalaj, detectadas en la misma y fue el fundamento de las estrategias que sirvieron en la práctica de acuerdo a las necesidades y aspiraciones de la comunidad, además de la influencia de los diferentes factores que incidieron en el logro del objetivo propuesto.
2. Se implementó un comité local de investigación agrícola local, tomando en cuenta que se eligió la aldea Pacalaj como área donde se ejecutó el proyecto debido a que se encuentra con condiciones climáticas y edáficas críticas ya que se encuentra ubicada dentro del corredor seco de Guatemala y que debido a las sequias prolongadas los suelos son muy erosionados y con degradación de materia orgánica limitada.
3. La participación generó empoderamiento en las personas involucradas en el proyecto, trasformo situaciones, propicio acuerdos y facilito procesos organizativos en los integrantes al momento de crear el comité local de investigación agrícola en cultivo de Maíz, siendo un cultivo de mayor importancia seleccionado por la comunidad.
4. Ante las escasas oportunidades de recursos por parte de los agricultores de la zona, se acordó que dicha investigación implementada se enfocara en la agricultura orgánica convencional utilizando recursos existentes en el área.

1.8 RECOMENDACIONES

1. Desarrollar mecanismos orientados específicamente a impulsar y apoyar la participación comunitaria para un mejor desarrollo de los agricultores de la región.
2. Establecer vínculos de colaboración y participación con instituciones y servicios de atención a cultivos de gran impacto económico en la región como son los granos básicos, para poder contribuir en la creación de comunidades organizadas para el desarrollo.
3. Profundizar en el conocimiento de formación de nuevas medidas de adaptación al cambio climático, que permitan a la comunidad crear estrategias de desarrollo por medio de buenas prácticas agrícolas implementadas en sus parcelas.
4. Desarrollar actividades de asesoramiento para la realización de actividades comunitarias en el ámbito agrícola.
5. Fomentar la agricultura orgánica y de conservación en la comunidad para mitigar el impacto de contaminación que los químicos producen en el ambiente.

1.9 BIBLIOGRAFÍA

1. FAO. 2016. Corredor seco: informe de situación junio 2016. Disponible en: <http://www.fao.org/emergencias/recursos/documentos/recursos-detalle/es/c/422100/>.
2. IICA, (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2016. Redacción de Referencias Bibliográficas: Normas técnicas para ciencias agroalimentarias. 5ta ed. San José, Costa Rica, Biblioteca Conmemorativa Orton. 71p. Disponible en <http://repiica.iica.int/docs/B4013e/B4013e.pdf>
3. [http:// www.habilidadesdegestion.com/Liderazgo/LiderazgoyRendimiento.htm](http://www.habilidadesdegestion.com/Liderazgo/LiderazgoyRendimiento.htm)
4. http://boards5.melodysoft.com/1_Ms_tec_educ_proy_social/el-diagnostico-comunitario-27-html
5. Rodriguez,R. 1996. Metodología de extensión agrícola comunitaria para el desarrollo sostenible. 73p.

1.10 ANEXOS

Figura 2A. Diagnóstico Rural Participativo -DRP-



Fuente: Propia, EPS 2020

Figura 3A. Parcela de investigación agrícola.



Fuente: Propia, EPS 2020

Figura 4A. Acta de conformación de comités locales de investigación

El Salvador

Acta No. 4-2020

En la comunidad de Pacalaj del Municipio de Salamá departamento de Baja Verapaz siendo las 4:00 PM en punto reunidos en el centro de convergencia de esta comunidad para tratar los siguientes temas.

PRIMERO: Se presentó el técnico agropecuario de la Municipalidad de Salamá (Manuel Moya), y especialista de la Universidad de San Carlos de Guatemala (CUMBAV) Karla Paola Murga Guzmán. Para dar el seguimiento a lo acordado de la conformación de dos comités locales de investigación agrícola, Uno de granos básicos y el Segundo de hortalizas. SEGUNDO: Se conformarán dos grupos para la organización de las actividades previstas para finales del mes de marzo a iniciar el proceso de investigación y monitoreo de las parcelas indicadas. TERCERO: Se organizó el comité de la siguiente manera; Comité de granos básicos: Presidente: Florentino Cornel Salvador con número de DPI: 1748784941501, Secretaria: Ruth Noemí Enriquez Amperez de Enriquez, DPI. 1803521051501, Tesorera: Milvia Lourdes Enriquez DPI. 2189415791501, vocal 1: Marra Martine Cornel Salvador de Enriquez DPI. 1803521051501, vocal 2: Marra Concepción Enriquez Cornel, DPI. 3153959311501.

CUARTO: No habiendo más que constar se da por finalizada el acta en el mismo lugar y fecha, siendo las 4:41 pm, firman los que en ella intervinieron.

[Firmas y sellos de los participantes]

[Sello circular: BAJA VERAPAZ, GUATEMALA, C.]

[Sello circular: MUNICIPIO DE PACALAJ, BAJA VERAPAZ, GUATEMALA, C.]

[Sello circular: MUNICIPIO DE DESARROLLO]

Figura 5A. Minuta de los integrantes del comité local de investigación de granos básicos de la Aldea Pacalaj .



Salamá
(Trabajamos para ti)

MUNICIPALIDAD DE SALAMA
DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ
GUATEMA C.A.

Minuta No. 1.

ACTIVIDAD	Formación de Comité de Investigación.				
LUGAR	Aldea Pacalaj.				
FECHA DE REUNION		HORA DE INICIO		HORA FINAL	

Asistentes

No.	NOMBRE	INSTITUCION /DIRECCION	CARGO
	Florentino Cornel.	Aldea Pacalaj	Presidente
	Ruth Enriquez.	Aldea Pacalaj	Secretaria
	Milvia Enriquez	Aldea Pacalaj	Tesorera
	Maria Enriquez	Aldea Pacalaj	Vocal 2
	Maria Cornel.	Aldea Pacalaj	Vocal 1.

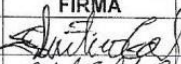
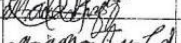
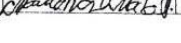
Agenda propuesta

HORA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE

Acuerdos y compromisos

No.	DESCRIPCION	FECHA	RESPONSABLE

Nombre y firma de los asistentes

No.	NOMBRE	FIRMA	No.	NOMBRE	FIRMA
1	Florentino Cornel				
2	Ruth Enriquez				
3	Milvia Enriquez				
4	Maria Enriquez				
5	Maria Cornel				

CAPITULO II: EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES ABONOS ORGÁNICOS SOBRE EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO CRIOLLO DE MAÍZ (*Zea mays*) EN LA ALDEA PACALAJ, DEL MUNICIPIO DE SALAMA, BAJA VERAPAZ, GUATEMALA.

2.1. INTRODUCCION

Según el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (2002), el cultivo de maíz (*Zea mays*) es uno de los cultivos de mayor variabilidad genética y adaptabilidad ambiental. La producción de maíz por parte de los agricultores en Guatemala, se basa en experiencias transmitidas generación a generación, tal es el caso de las labores de cosecha que regularmente aplican conocimientos empíricos para todos los materiales sembrados en el país. El maíz representa un lugar importante dentro de los granos básicos, por tener altas implicaciones en el contexto agro socioeconómico de una gran mayoría de la población, cabe mencionar que este cultivo tiene varios problemas que afectan a las comunidades al momento de cultivar, siendo uno de los más importantes el bajo rendimiento y productividad del grano, que afecta principalmente a la seguridad alimentaria y la sobrevivencia del país.

El trabajo de investigación que a continuación se presenta, tiene como objetivo evaluar el efecto de tres abonos orgánicos sobre el rendimiento y características de calidad en el cultivar criollo de maíz (*Zea mays*) ubicado en aldea Pacalaj, para verificar cuál de ellos es el que proporciona los mejores resultados en cuanto a rendimiento en Kg/ha y calidad de las plantas de maíz, para ello se estableció como testigo la variedad criollo de maíz con sustrato de la zona para verificar los cambios.

Según el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (2002), el rendimiento promedio nacional de maíz es bajo (1.77 t/ha). Este promedio es un indicador de los diferentes factores agro socioeconómicos, culturales y ambientales que incluyen en los niveles de producción y productividad del maíz. Esto implica diferencias relacionadas al acceso de tecnología, uso de áreas marginales no aptas para la producción de maíz, aumento de la vulnerabilidad al cambio climático, sequías recurrentes, erosión en los suelos y baja fertilidad, entre otros. Se probaron tres diferentes tipos de sustratos de origen orgánico en el cultivar criollo de maíz

originario de la aldea Pacalaj, comparado con un testigo sin sustrato. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con 4 tratamientos y 5 repeticiones con un total de 20 unidades experimentales, se llevó a cabo un análisis estadístico ANDEVA a las diferentes variables establecidas en la investigación en la cual hubo diferencias estadísticamente significativas, por lo que se realizó una comparación de medias de Tukey con 0.05 de significancia, dando como resultado el rechazo de la igualdad de medias.

Los resultados obtenidos en las diferentes variables de respuesta, muestran que el abono orgánico Lombricompost, presenta las mejores características para alcanzar una mayor producción en el cultivo de maíz en dicha área, con un rendimiento promedio de 8099.99 Kg/ha, además de que posee la mejor rentabilidad de 69.08% en dicha área establecida.

2.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la aldea Pacalaj, del municipio de Salamá, Baja Verapaz, en base al diagnóstico comunitario realizado previamente en dicha comunidad, durante el período del Ejercicio Profesional Supervisado, se identificó que uno de los problemas más importantes para la seguridad alimentaria y nutricional de la comunidad, es el bajo rendimiento y productividad de los cultivos de granos básicos en especial el maíz (*Zea mays*). Las principales causas son: la notoria erosión de los suelos que genera baja producción del cultivo (Guerrero 1998), baja fertilidad del suelo y al bajo contenido de materia orgánica ya que estos son perjudiciales para el buen desarrollo de la planta, es importante entender que la materia orgánica no solo aporta nutrientes, sino que el humus, producto final de la degradación es capaz de mejorar la estructura y fertilidad del suelo (Primavesi 1984), es por ello que se pretende evaluar cada uno de los abonos de origen orgánico implementados en la parcela.

Otra de las causas es la baja precipitación pluvial que según SIG, OT (2021), la aldea se encuentra en el corredor seco (ver figura 6), con baja precipitación, eso contribuye significativamente a la poca desintegración de materia orgánica en los suelos y por ende la poca fertilidad de los mismos, además del impacto que produce la escasez de lluvia debido al fenómeno de la canícula prolongada que produce constantemente pérdidas en los cultivos de los municipios que pertenecen al corredor seco, Estos y otros aspectos inciden la baja producción en el rendimiento del cultivo, esto afecta la economía de las familias y la seguridad alimentaria. Los agricultores de la Aldea Pacalaj han cultivado maíz para autoconsumo y comercialización para responder a las necesidades de sus familias, sin embargo los resultados no han sido los esperados.

Los productores requieren el apoyo tecnológico para las actividades agrícolas, además se hace necesario que se lleve a cabo la aplicación de abonos orgánicos para mejorar el rendimiento del cultivo de maíz y mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos.

Se espera que la presente investigación con el cultivar criollo de maíz, con tres diferentes tipos de sustratos brinde un resultado que beneficie a los habitantes de la comunidad para visualizar que abono produce los mejores resultados en el cultivar criollo de maíz, y así poder aplicarlo en sus cultivos de manera eficiente y en cantidades recomendadas.

2.3. JUSTIFICACIÓN

Se evaluó el rendimiento del cultivo con 3 diferentes tipos de sustratos para verificar cuál de ellos es el que proporciona los mejores resultados en cuanto a rendimiento y calidad de las plantas de maíz, para ello se establecerá como testigo el cultivar criollo de maíz con sustrato de la zona para verificar los cambios.

La utilización del cultivar criollo tuvo como finalidad comprobar el efecto que tiene el abono orgánico sobre el rendimiento de maíz, bajo las condiciones de la aldea Pacalaj con la investigación se determinó las condiciones óptimas para aumentar el rendimiento con cada abono orgánico implementado, no se pierde la diversidad genética, y es una semilla que está al alcance del agricultor.

La investigación es importante para generar tecnología de fácil adaptación y adopción por parte de los agricultores en la cual ellos a través del Concejo Comunitario de Desarrollo de la aldea Pacalaj formaron un comité de investigación agrícola local, con el apoyo de la Municipalidad de Salamá y el Centro Universitario de Baja Verapaz CUNBAV, de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Por tal razón se implementó el comité de investigación para generar información importante que oriento el manejo de dicho cultivo y les permitió mejorar su rendimiento.

Según SAGARPA (2009), estableció que la selección de cultivos criollos permite desarrollar variedades adaptadas a las condiciones naturales y socioeconómicas de los productores, prácticamente con los mismos recursos de una explotación comercial, sin perder la diversidad genética en este importante cultivo, básico para la seguridad y soberanía alimentaria del país.

La orientación y la capacitación de los agricultores es fundamental para mejorar las técnicas de producción, el aprovechamiento de los recursos existentes como una medida más para que los agricultores del área puedan adaptarse al cambio

climático y orientarse para resolver las necesidades que enfrentan las familias rurales y así poder contribuir con el desarrollo rural integral y a la seguridad alimentaria del país.

Se implementó un combo tecnológico de agricultura orgánica sostenible que posibilite hacer del cultivo del maíz una actividad productiva. Bajo esta perspectiva, el uso de tecnología constituye un aliado estratégico muy importante en esta actividad agrícola a fin de que los productores logren los niveles de rentabilidad y contribuya significativamente en la seguridad alimentaria de la zona.

2.4 MARCO CONCEPTUAL

2.4.1 Importancia del maíz en Guatemala

Según Fuentes (2005), Guatemala es un país en el que la seguridad alimentaria de la población ha sufrido una recaída en los últimos años. Por eso, la lucha contra el hambre ha cobrado nuevamente importancia política. El maíz forma la base de la dieta en Guatemala, especialmente para la población pobre. Es el cultivo que ocupa mayor superficie que cualquier otro en el país.

2.4.2 Origen

El maíz se originó en una parte restringida de México y los tipos más desarrollados emigraron posteriormente hacia otros sitios de América y no hay duda que le maíces de origen americano. El maíz surgió aproximadamente entre los años 8000 y 600 años A.C. en Mesoamérica (México y Guatemala), probablemente a lo largo del acantilado occidental de México Central o del Sur, a 500 km de la Ciudad de México (Wilkes, H. y Goodman, M. 1995). El teocintle o *zea perennis* es una especie del género *Zea* que se localiza principalmente en México, Nicaragua y Guatemala. Los teocintles son los ancestros silvestres del maíz, que a través de la agricultura fue domesticado por los habitantes de la América prehispánica.

Durante los años 70, la idea más aceptada era la del maíz silvestre como ancestro de la forma doméstica. Sin embargo, en los años 80 la teoría más sostenida en este sentido es la del teocintle como progenitor del maíz (Wilkes, G. 1988).

2.4.3 Descripción botánica

Raíz: La planta tiene dos tipos de raíz. Las primeras son fibrosas y presentan además raíces adventicias, que nacen en los primeros nudos por encima de la superficie del suelo. Ambas tienen la misión de mantener a la planta erecta.

Tallo: El tallo está compuesto a su vez por tres capas: una epidermis exterior, impermeable y transparente, una pared por donde circulan las sustancias alimenticias y una medula de tejido esponjoso y blanco donde almacena reservas alimenticias en especial azúcares.

Hojas: Las hojas toman una forma alargada íntimamente arrollada al tallo, del cual nacen las espigas o mazorcas. Cada mazorca consiste en un tronco u olote que está cubierto por filas de granos, la parte comestible de la planta.

Inflorescencia: Es una planta monoica de flores unisexuales; sus inflorescencias masculinas y femeninas se encuentran bien diferenciadas en la misma planta.

Granos: En la mazorca, cada grano o semilla es un fruto independiente llamado cariósido que está insertado en el raquis cilíndrico u olote; la cantidad de grano producido por mazorca está limitada por el número de granos por hilera y de hileras por mazorca.

Genética: El maíz sigue siendo un importante organismo modelo para la genética y la biología del desarrollo (Kato-Takeo y J.A Serratos 2009).

2.4.4 Fisiología de la planta

Es una planta de noches largas. Esa magnitud de la influencia de las noches largas hace que el número de días deben pasar antes que florezca esta genéticamente prescrito y regulado por el sistema-fitocromo (P.V.Nelson 1985). La fotoperiodicidad puede ser excéntrica en cultivares tropicales, mientras que los días largos (noches cortas) propias de altas latitudes permiten a las plantas crecer tanto en altura que no tienen suficiente tiempo para producir semillas antes de ser aniquiladas por heladas (Tropical Maize for Biofuels).

2.4.5 Clasificación taxonómica

En el cuadro siguiente se presenta la clasificación taxonómica de la planta de maíz.

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del maíz.

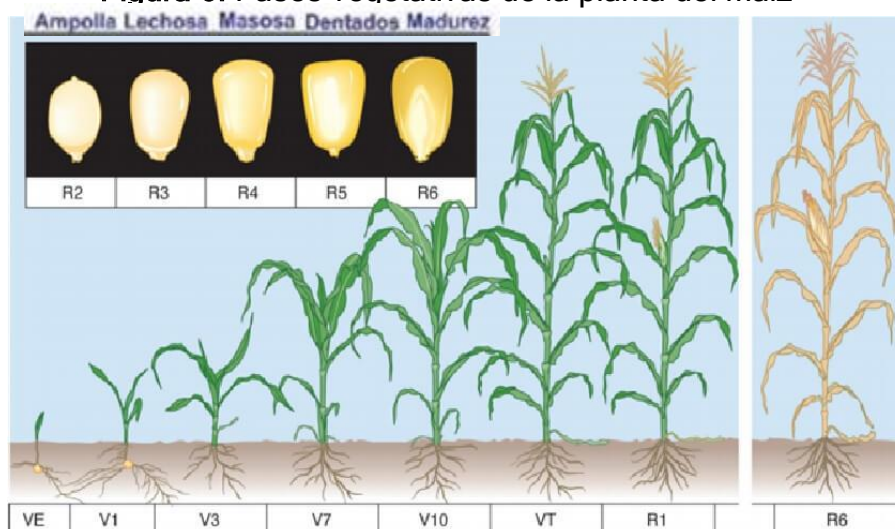
REINO	Plantae
DIVISION	Magnoliophyta
CLASE	Liliopsida
SUBCLASE	Commelinidae
ORDEN	Poales
FAMILIA	Poaceae
SUBFAMILIA	Panicoideae
TRIBU	Andropogoneae
GENERO	Zea
ESPECIE	Zea mays

Fuente: Linneo 1753.

2.4.6 Descripción de los estadios vegetativos.

Según el Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícolas (2002), para el desarrollo normal de la planta de maíz se requieren condiciones climatológicas adecuadas que favorezcan el normal desarrollo de la planta de maíz (*Zea mays*).

Figura 6. Fases vegetativas de la planta del maíz



Fuente: Oñate. A, 2016

Cuadro 2. Descripción de los estadios vegetativos de la planta de maíz.

ETAPA	DESCRIPCION
Etapla VE (germinación y emergencia)	Llega cuando el coleoptilo brota de la superficie del suelo. Las plantas de maíz pueden emerger dentro de los 5-7 días siguientes a la siembra en condiciones de temperatura y humedad ideales.
Etapla V3 (tres hojas verdaderas)	En V3, el punto de crecimiento está todavía por debajo de la superficie. El tallo no se ha alargado mucho. Los pelos de la raíz están creciendo de las raíces nodales a medida que las raíces seminales dejan de crecer.
Etapla V6 (seis hojas verdaderas)	El punto de crecimiento y la espiga se elevan por encima de la superficie del suelo cerca de la etapa V6. El tallo comienza a alargarse. El sistema de raíces nodales crece a partir de los 3 o 4 nudos más bajos del tallo.
Etapla V9 (nueve hojas verdaderas)	La disección de una planta en etapa V9 muestra varios brotes de mazorcas (mazorcas potenciales). Estos se desarrollan en todos los nudos de la parte aérea, excepto los últimos 6 a 8 nudos debajo de la espiga.
Etapla V10 (diez hojas verdaderas)	Cerca de V10, la planta comienza un rápido incremento en la acumulación de materia seca que continuara hasta la etapa reproductiva avanzada.
Etapla V12 (doce hojas verdaderas)	Aunque las espigas potenciales se forman justo antes de la formación de la panoja (V5), el número de hileras en cada espiga y el tamaño de la espiga se establecen en V12. No obstante la determinación del número de óvulos (granos potenciales) no se completara hasta una semana antes de la emergencia de barbas o cerca de V17.
Etapla VT (PANOJAMIENTO)	Se inicia aproximadamente 2-3 días antes de la emergencia de barbas, tiempo durante el cual la planta de maíz ha alcanzado su altura final y comienza la liberación del polen. El tiempo entre VT y R1 puede variar considerablemente en función del cultivar y de las condiciones ambientales

Fuente: Oñate, A. 2016

2.4.7 Ecología de la planta de maíz

- **Preparación del suelo**

La preparación del suelo depende de la forma de labranza del agricultor. En Guatemala se utilizan la labranza convencional (tractor o tracción animal) y la de conservación (labranza mínima y labranza cero).

- **Suelos**

El maíz se adapta a diferentes suelos. Las mejores condiciones son los que presentan textura media (franco), fértiles, bien drenados, profundos y con buena capacidad de retención de agua. El maíz se puede cultivar con buenos resultados en suelos que presenten pH de 5.5 a 8, aunque el óptimo corresponde a los ligeramente ácidos (pH entre 6 y 7).

- **Clima**

El maíz requiere una temperatura de 25° a 30°C. Requiere bastante incidencia de luz solar y en aquellos climas húmedos su rendimiento es más bajo.

- **Época de siembra**

En las zonas con áreas húmedas, hay dos épocas de siembra, una en los meses de marzo y abril (siembra de fuego) y otra en época de temporal o lluvia. En general, la época de siembra de primera, se realiza durante la segunda quincena de marzo. Las siembras de segunda se realizan a mediados de abril-mayo. En zonas en donde se dispone de riego es factible la siembra en cualquier época del año. (Fuentes, 2002).

2.4.8 Aspectos agronómicos

A. Fertilización

Según el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, la recomendación de fertilidad es de 100 kg de N/ha, 40 kg de P₂O₅/ha y 0 kg de K₂O/ha (4.5 qq de 20-20-0 por manzana), distribuida en dos aplicaciones.

La primera aplicación a la siembra o en los primeros 10 días después de la siembra y 67 Kg de Urea al 46% (1.5 qq/mz) a los 35 a 40 días después de la siembra. Es importante indicar que las aplicaciones de los fertilizantes requieren que exista de suficiente humedad en el suelo (Larios et al, 1997).

- **Requerimientos nutricionales del cultivo:**

El requerimiento nutricional del maíz aparece en el siguiente cuadro.

Cuadro 3. Requerimientos en grano de nutrientes para producir una tonelada de maíz.

Nutriente	Requerimiento
	kg/ton
Nitrógeno	22
Fosforo	4
Potasio	19
Calcio	3
Magnesio	3
Azufre	4
	g/ton
Boro	20
Cloro	444
Cobre	13
Hierro	125
Manganeso	189
Molibdeno	1
Zinc	53

Fuente: Ciampitti y García 2007.

- **Función de cada nutrimento en la planta**

En el siguiente cuadro se presenta un resumen de las funciones de los nutrimentos inorgánicos para las plantas.

Cuadro 4. Resumen de las funciones más importantes de los nutrientes inorgánicos en las plantas.

Elemento	Forma principal en la que el elemento es absorbido	Concentración usual en plantas sanas (% del peso seco)	Funciones principales
Macronutrientes			
Carbono	CO ₂	44%	Componente de compuesto orgánico
Oxígeno	H ₂ O u O ₂	44%	Componente de compuesto orgánico
Hidrógeno	H ₂ O	6%	Componente de compuesto orgánico

Nitrógeno	NO ₃ o NH ₄ ⁺	1 a 4 %	Aminoácidos, proteínas, nucleótidos, ácidos nucleicos, clorofila y coenzimas.
Potasio	K ⁺	0.5 a 6%	Enzimas, aminoácidos, y síntesis de proteínas. Activador de muchas enzimas. Apertura y cierre de estomas.
Calcio	Ca ²⁺	0.2 a 3.5%	Calcio de las paredes celulares. Cofactor enzimático. Permeabilidad celular. Componente de la calmodulina, un regulador de la membrana y de las actividades enzimáticas.
Fósforo	H ₂ PO ₄ ⁻ o HPO ₄ ²⁻	0.1 a 0.8%	Formación de compuestos fosforados de alta energía (ATP y ADP). Ácidos nucleicos. Fosforilación de azúcares. Varias coenzimas esenciales. Fosfolípidos
Magnesio	Mg ²⁺	0.1 a 0.8%	Parte de la molécula de clorofila. Activador de muchas enzimas
Azufre	SO ₄ ²⁻	0.05 a 1%	Algunos aminoácidos y proteínas. Coenzima A.

Micronutrientes			
Hierro	Fe ²⁺ o Fe ³⁺	25-300 ppm	Síntesis de clorofila, citocromos y nitrogenasa
Cloro	Cl ⁻	100-10.000 ppm	Osmosis y equilibrio iónico, probablemente esencial en reacciones fotosintéticas que producen oxígeno
Cobre	Cu ²⁺	4-30 ppm	Activador de ciertas enzimas
Manganeso	Mn ²⁺	15-800 ppm	Activador de ciertas enzimas
Zinc	Zn ²⁺	15-100 ppm	Activador de ciertas enzimas
Molibdeno	MoO ₄ ²⁻	0.1-5.9 ppm	Fijación del nitrógeno. Reducción del nitrato
Boro	BO ₃ ⁻ o B ₄ O ₇ ²⁻	5-75 ppm	Influye en la utilización del calcio
Elementos esenciales para algunas plantas u organismos			
Cobalto	Co ²⁺	Trazas	Requerido por microorganismos que fijan el nitrógeno.
Sodio	Na ⁺	Trazas	Equilibrio osmótico y iónico, probablemente no es esencial para muchas plantas. Requerido por algunas especies del desierto y marismas. Puede ser necesario en todas las plantas que utilizan fotosíntesis C ₄ .

Fuente: Tomado de Taiz, L. y Zeiger, E. 1998.

B. Plagas y enfermedades

Se recomienda realizar muestreos para determinar el tipo de plaga para decidirse su manejo. Los métodos de muestreo varían de acuerdo con la etapa fenológica del cultivo, así como con las plagas (incluye malezas, enfermedades, insectos, ácaros y otros organismos).

Para las enfermedades la incidencia y severidad en el caso del maíz está relacionada con las condiciones climáticas que rodean al cultivo y al manejo que se provea al mismo. La precipitación pluvial, temperatura y humedad relativa que favorecen al cultivo, también posibilita el desarrollo de hongos y bacterias y el manejo que se le da lo condicionaran para que pueda tolerar o no la incidencia de estas enfermedades (Henriquez y Jeffers, 1995).

Cuadro 5. Plagas en el cultivo de maíz.

Nombre común	Tipo de daño
Gusano Cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	Se alimentan de las hojas de las plántulas de maíz, destruyendo el sistema foliar en las plantas desarrolladas.
Barrenador del tallo (<i>Diatraea</i> spp.)	Penetran el tallo haciendo orificios en el entrenudo o los nudos del tallo. Los túneles o galerías ocasionadas por las larvas reducen el vigor de la planta y el tamaño de la mazorca.
Gusano Alambre (<i>Aeolus</i> spp.)	Estos gusanos devoran las raíces de las plantas jóvenes y pueden dañarlas hasta el punto de producir manifestaciones de marchitez y consecuentemente la muerte de las plantas.
Afido o pulgón (<i>Aphis</i> spp.)	Producen una decoloración amarillenta de las hojas y rizado de las mismas ocasionando un retardo en el crecimiento de las plantas.
Gallina ciega (<i>Phyllophaga</i> spp.)	Ocasionan daños en las raíces de las plantas.

Fuente: INIAP 1981.

C. Control de malezas

Las malezas compiten con las plantas de maíz durante su crecimiento. La mayor competencia se observa en los primeros 35-40 días después de la siembra. El manejo de las malezas ocupa una gran cantidad de mano de obra en los diferentes sistemas de producción de maíz, lo que provoca incremento en los costos de producción.

Generalmente la deshierba se realiza con el paso de 2 o 3 limpiezas como promedio a lo largo del ciclo de cultivo, utilizando azadón o machete (Gordon, 2001).

2.4.9 Materia orgánica para la elaboración de abonos

La materia orgánica es toda sustancia de origen vegetal o animal que se encuentra en el suelo, cuando proviene de plantas estará conformada por hojas, troncos y raíces, o bien al originarse de animales e incluso microorganismos, por lo que estará formado por cuerpos muertos y sus excretas (Primavesi 1984).

2.4.10 Abonos orgánicos

- A. **Abono Bokashi:** este es un término japonés introducido por voluntarios de la organización JICA. Este significa fermento o fermentado, su elaboración no es una receta y se puede adecuar a las materias primas que dispongan en las fincas. La propuesta inicial está compuesta por tres sacos de tierra del suelo, tres sacos de carbón molido, un saco de cascarilla de arroz y cuatro litros de melaza (Sasaki et al. y Rodríguez et al. 1904).

- B. **Abono Lombricompost:** es el proceso de la transformación de la materia orgánica en humus utilizando para ello la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) (Figura 3). Este se lleva a cabo en camas, sobre las cuales se colocan los residuos orgánicos como sustrato para la lombriz.

Las materias orgánicas son transformadas por esta especie mediante su ingesta y excreta, en un compost rico en nutrientes y en microorganismos, condiciones que hacen asimilables para las plantas elementos minerales como fosforo, calcio, potasio, magnesio y los micro elementos (Soto et al, y Uribe et al. 2009)

Figura 7. Lombriz roja californiana.



Fuente: Soto.2009

- C. **Abono Gallinaza:** es la mezcla de heces y orina que se obtiene de la gallina o pollo enjaulado, a la que se une la porción no digerible de los alimentos, células de descamaciones de la mucosa del aparato digestivo, productos de secreción de las glándulas, microorganismos de la biota intestinal, diversas sales minerales, plumas y un porcentaje ínfimo de material extraño (Arévalo et al. 2018).

2.5. Ubicación

La finca Pacalaj, finca privada comunitaria, se encuentra ubicada en el municipio de Salamá del departamento de Baja Verapaz y tiene una extensión de 2483.46 Hectáreas (55 caballerías). La Aldea Pacalaj al norte colinda con la finca Santo Tomas y Quilila, al noreste con la familia Martínez, al sureste con la comunidad de Las Canoas o San Vicente, al sur con las comunidades de La Paz I y La Paz II, y al oeste con la familia Juárez y la Aldea Cachil (Cornel, S. 2021 Ubicación Biogeográfica (Entrevista). Aldea Pacalaj, USAC- CUNBAV).

2.5.2 Zona de Vida

La diversidad biológica de la Aldea Pacalaj posee una gran riqueza, pues en la misma, se encuentran tres zonas de vida vegetal; Según Holdridge (1947), se clasifican de la siguiente manera: Bosque seco subtropical, Bosque húmedo subtropical templado y Bosque muy húmedo subtropical frío.

2.5.3 Características geográficas

Las características geográficas de la Aldea Pacalaj abarca tierras montañosas del área norte de Salamá, el relieve de los suelos va de pendientes onduladas y con pendientes en laderas de montaña (Fernández, L. 2021 Descripción geográfica (Entrevista). Aldea Pacalaj, USAC- CUNBAV).

2.5.4 Hidrografía

La aldea posee nacimientos de agua que abastecen las quebradas para el uso doméstico de los habitantes y para la utilización de riego para las parcelas de siembra. (Fernández, L.2021 Recursos Hídrico Disponible (Entrevista). Aldea Pacalaj, USAC-CUNBAV)

2.5.5 Población

La aldea Pacalaj cuenta con 700 habitantes distribuidos 85 familias, siendo la mayor parte población de etnia ladina, la mayoría de los habitantes de la zona Norte del municipio manejan una agricultura de subsistencia en el diario vivir (Cornel, S. 2021 Censo de habitantes (Entrevista). Aldea Pacalaj, USAC-CUNBAV).

2.5.6 Antecedentes del área experimental

Manejo de la plantación de maíz

En la aldea Pacalaj donde está ubicado el terreno se han desarrollado diferentes cultivos siendo uno de ellos el frijol común (*Phaseolus vulgaris*, L.), y el ayote (*Cucurbita* spp) que han sido trabajados con el método tradicional de la agricultura en área plana y con suministro de agua proveniente de nacimiento de agua (Cornel, S. 2021 Historial de cultivos establecidos en parcela de investigación (Entrevista). Aldea Pacalaj, USAC-CUNBAV

2.5.7 Características del material experimental

Variedad criolla de maíz

Maíz de grano mediano, de color blanco proveniente de la zona con resistencia a la sequía, con un tiempo de cosecha de 100 a 120 días después de la siembra. Se siembra en el mes de mayo y junio, con un rendimiento de aproximadamente 60 quintales por hectárea (Cornel, S. 2021 Maíz Criollo de Pacalaj (Entrevista). Aldea Pacalaj, USAC-CUNBAV).

2.5.8 Geología

Los tipos de suelos que sobresalen en el municipio de Salamá Baja Verapaz se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro 6.Correlación de las Series de Suelos de Simmons (1959), con la Clasificación Taxonómica a nivel de Suborden.

Código	Serie de Suelos	Clasificación Taxonómica
SI	Salamá	Orthents-Psamments
SIq	Salamá fase quebrada	Orthents
SV	Suelos de los Valles	Ustepts-Orthents-Ustolls

Fuente: Simmons, CH; Tarano, JM y Pinto, JH. 1959

Cuadro 7.Clasificación Taxonómica de los suelos identificados las unidades cartográficas, Departamento de Baja Verapaz.

No	Código	Suborden	Suborden	Suborden	Suborden	Inclusiones	Área	%
.		1	2	3	4		(Km2)	Área
1	Dd	Udands				Orthents, Fluvents, Udepts	-	-
2	Dq	Aquands					3.54	0.00
3	Eo	Orthents				Psamments, Ustalfs	-	-
4	Eo-Dv	Orthents	Vitrands				-	-
5	Eo-Ep	Orthents	Psamments			Ustepts	-	-
6	Eo-Mr-Ud	Orthents	Rendolls	Udults			-	-
7	Eo-Ps	Orthents	Ustepts			Psamments, Aquepts, Usterts	-	-
8	Ps-Eo-Ms	Ustepts	Orthents	Ustolls		Usterts	83.5	0.08

Fuente: Simmons, CH; Tarano, JM y Pinto, JH. 1959.

2.5.9 Clima

Según UNISPIICE- SALAMA (2020), en la aldea Pacalaj no se tiene datos puntuales en cuanto a la precipitación pluvial pero se hace referencia a la estación meteorológica ubicada en la municipalidad de Salamá con una precipitación de 786.4 mm anual en el 2020, con temperatura de 35°C máximos y 10°C mínimos, con un clima cálido y la aldea es parte del corredor seco del país. El clima de la ciudad de Salamá varía conforme a los meses del año pero en general, es una región muy húmeda.

2.5.10 Aspectos socioeconómicos

a. Actividad económica

La agricultura de la aldea representa una de las fuentes de ingresos más importante en la economía local. Esta actividad representa la sustentabilidad de las familias para la venta de los productos y para el consumo diario.

b. Organización comunitaria

En la aldea los habitantes se organizan a través del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), son ellos los que velan por las necesidades de las personas, investigan, promueven y hacen estudios para realizar sus proyectos

2.6. Objetivos

2.6.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de tres abonos orgánicos sobre el rendimiento y características de calidad en el cultivo de variedad criollo de maíz (*Zea mays*) ubicado en aldea Pacalaj del municipio de Salamá, Departamento de Baja Verapaz.

2.6.2. Objetivos específicos

- a. Determinar el abono orgánico que produce el mejor efecto sobre el rendimientos en kg/ha en el cultivo de maíz (*Zea mays*).
- b. Cuantificar el efecto de los abonos orgánicos sobre el crecimiento del cultivo en el diámetro del tallo a los 40 días, desarrollo radicular a los 90 días, número de infrutescencias por planta a los 110 días y el peso de las mazorcas en kilogramos a los 110 días.
- c. Estimar los costos de producción para cada uno de los abonos orgánicos.
- d. Determinar la altura de la planta en metros a los 30 y a los 90 días por cada tratamiento.

2.7. HIPOTESIS

Al implementar el cultivar criolla de la Aldea Pacalaj con tres diferentes sustratos orgánicos bajo las condiciones del suelo y clima que conforman el corredor seco se obtendrá resultados de la variación de rendimiento del grano en kg/ha, en relación a los tres diferentes tipos de sustratos. Tomando en cuenta que alguno de ellos proporciona los mejores resultados en cuanto a rendimiento y calidad de la planta en el cultivo de maíz (*Zea mays*).

2.8. METODOLOGIA

2.8.1 Diseño experimental

En la investigación se utilizó un diseño completamente al azar con 4 tratamientos y 5 repeticiones, se implementó en un terreno totalmente plano (Ver figura 3).

La unidad experimental consistió en una parcela con un área de 17 metros de ancho por 20 metros de largo (340 metros cuadrados), el distanciamiento de la siembra fue de 1 metro el distanciamiento entre surco y 0.40 metros entre planta, con un numero de 2semillas por postura (Ver figura 4 y 5).

2.8.2 Modelo estadístico

El modelo estadístico para la investigación es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = variable de respuesta

μ = media general de la variable de respuesta

α_i = efecto del i - esimo tratamiento (nivel del factor) en la variable dependiente.

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

2.8.3 Supuestos

- Existe Independencia y homogeneidad de varianzas entre los tratamientos.
- La variable de respuesta dependiente.
- Los errores son independientes y con normalidad con media cero.

$$E_{ij} \sim N(0; \sigma^2)$$

2.8.4 Hipótesis experimental

- H_0 : Ningún tratamiento presentó diferencia significativa en el rendimiento en Kg/ha del cultivo de maíz (*Zea mays*)
- H_a : Al menos un tratamiento presentó diferencia significativa en el rendimiento en Kg/ha del cultivo de maíz (*Zea mays*).

2.8.5 Variables de respuesta

- Altura de planta a los 30 días:** Se determinó la distancia en metros del eje principal, desde el punto de inserción de las raíces hasta la punta, por cada tratamiento.
- Altura de planta a los 90 días:** Se determinó la distancia en metros del eje principal, desde el punto de inserción de las raíces hasta la punta de la planta por cada tratamiento.
- Diámetro del tallo a los 40 días:** Se midió el grosor en centímetros por cada tratamiento evaluados en dicha investigación.
- Desarrollo radicular a los 90 días:** Se determinó el largo en centímetros desde la punta de la raíz hasta el tronco del eje principal de la planta por cada tratamiento.

- e. **Numero de infrutescencias (mazorcas) a los 110 días por surco:** el procedimiento de evaluación que se realizó en este cultivar es el conteo de las mazorcas formadas por plantas muestreada de cada tratamiento.
- f. **Peso de la mazorca a los 110 días:** se pesó las mazorcas en kilogramos por cada tratamiento.
- g. **Numero de filas por mazorca:** se realizó un conteo todas las filas de las mazorcas por **cada** tratamiento.
- h. **Numero de granos por fila:** Se realizó un conteo de todos los granos de una fila de las mazorcas por cada tratamiento.
- i. **Peso de 100 granos:** se desgranó 100 granos y se pesaron por cada tratamiento.
- j. **Rendimiento:** Se calculó en Kilogramos por hectárea, por cada tratamiento.

2.8.6 Descripción de los tratamientos

En el experimento se evaluó 4 tratamientos con 5 repeticiones; un genotipo de maíz criollo proveniente de Pacalaj con tres diferentes tipos de sustratos de origen orgánico. El material criollo fue proporcionado por el agricultor Florentino Cornel procedente de dicha aldea. Los tres diferentes tipos de sustratos con la variedad criolla de Pacalaj constituyeron los tratamientos a evaluar, se describen en el siguiente cuadro:

Cuadro 8. Descripción de los tratamientos

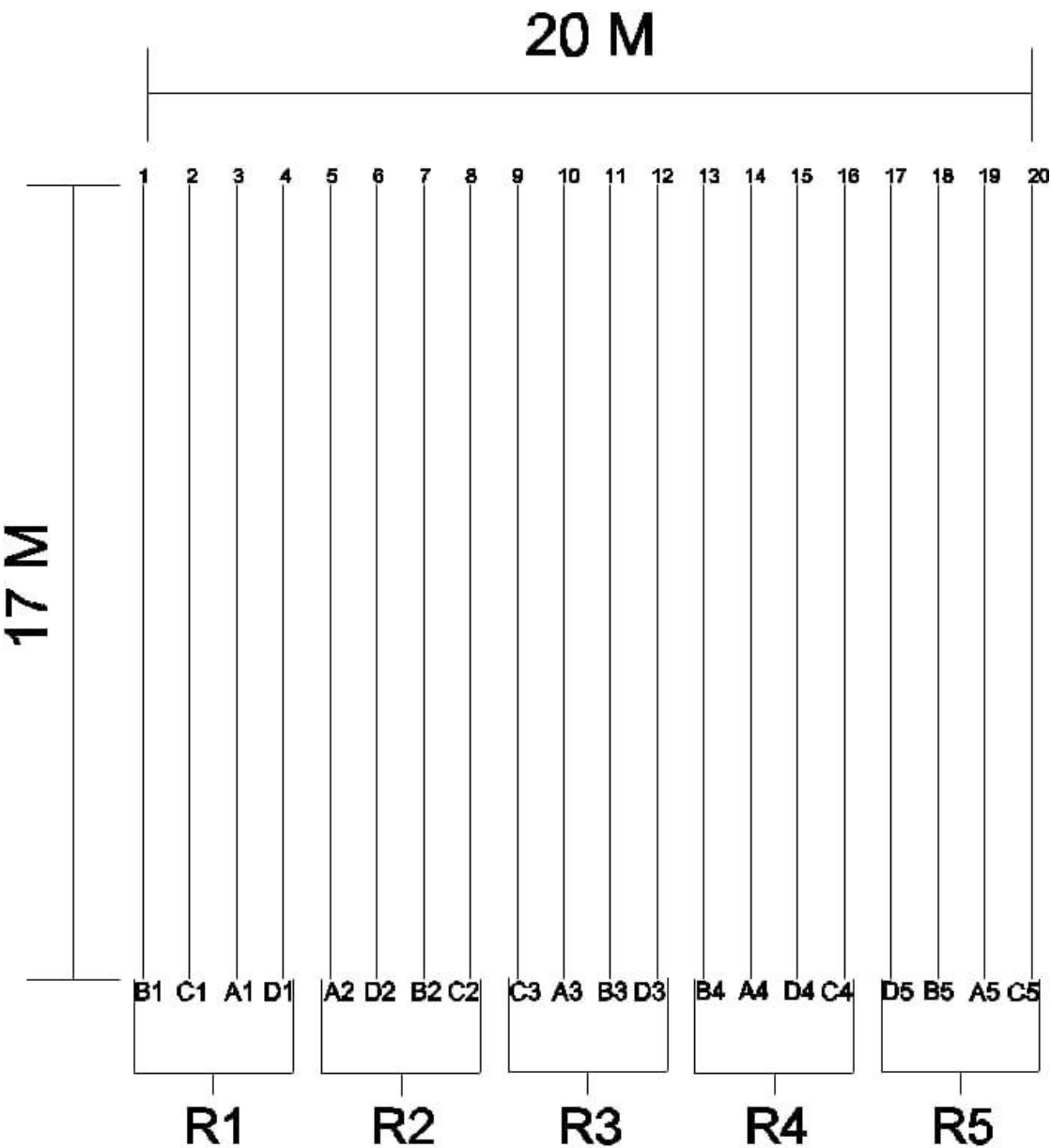
TRATAMIENTO	DESCRIPCION
T1	Maíz criollo Pacalaj + Abono orgánico Gallinaza
T2	Maíz criollo Pacalaj + Abono orgánico Lombricompost
T3	Maíz criollo Pacalaj + Abono orgánico Bokashi
T4	TESTIGO Maíz criollo Pacalaj + sin abono orgánico

Fuente: Elaboración propia, EPS 2020.

2.8.7 Croquis del Experimento

Croquis de campo con un Diseño Experimental completamente al azar, con 4 tratamientos y 5 repeticiones

Figura 8. Croquis del área.



2.8.8 Manejo del experimento

- a. **Preparación del terreno:** Se realizó la limpia del terreno, luego se procedió a voltear la tierra manualmente con azadón y se realizaron los surcos de acuerdo al diseño experimental que se utilizó.
- b. **Trazado del experimento:** se midió el área y se trazaron los surcos identificando cada uno de los tratamientos.
- c. **Siembra:** Se realizó a 1 metro entre cada surco y 0.40 metros entre planta de maíz. Se **utilizó** la semilla criolla de la aldea Pacalaj proporcionada por el agricultor Florentino Cornel.
- d. **Abonado a cada tratamiento:** se abonó cada uno de los tratamientos distribuidos según el croquis del diseño experimental (ver figura 2).
- e. **Desmalezado de la parcela:** se llevó a cabo el desmalezado de la plantación a los 30, 60 y 90 **días** después de la siembra.
- f. **Manejo integrado de plagas y enfermedades:** Para el manejo de plagas dentro de las unidades experimentales se realizaron los siguientes controles:
 - Control físico-mecánico: El control mecánico se realizó extrayendo manualmente los insectos directamente de las hojas de la planta para evitar un incremento en la población de insectos.

- Control orgánico: Durante el ciclo del cultivo no se observó ningún agente patógeno que dañara el follaje o raíz modificada a gran escala, debido al buen control físico-mecánico y la aplicación constante de repelentes orgánicos de insectos utilizados, tales como:
 - Repelente elaborado a base de Nim
 - Repelente elaborado a base de ajo machacado y chile Cobán.
- g. Entre las técnicas de evaluación que se dieron en la investigación están las siguientes:
- Se determinó el desarrollo y crecimiento del cultivo en cada tratamiento utilizado en la investigación.
 - De cada tratamiento se procedió a evaluar (altura de la planta, desarrollo radicular, numero de infrutescencias, filas y granos por fila de las mazorcas por cada tratamiento).
 - De cada tratamiento se procedió a pesar (mazorcas de la planta y 100 granos de la mazorca de cada tratamiento).
 - Una vez el cultivo cumplió con su desarrollo fenológico se procedió con su respectivo corte de mazorcas para secado y pesado y posteriormente la evaluación final del rendimiento en kilogramos.

2.8.9 Análisis de la información

a. Análisis Estadístico

Se realizó un análisis de varianza ANDEVA, con una significancia de 0.9% a las variables: altura de planta a los 30 días en metros, altura de planta a los 90 días en metros, peso de la mazorca en kg, peso de 100 granos en kg, número de infrutescencias (mazorcas) por plantas,

número de filas por mazorca, número de granos por fila, diámetro del tallo a los 40 días en cm, rendimiento en Kg/ha y área radicular a los 90 días en cm.

Se encontraron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos por lo tanto se aplicó una prueba múltiple de medias de Tuckey con 0.05 de significancia.

b. Análisis Económico

Se estimaron los costos de producción para cada uno de los tratamientos estudiados, es decir para la producción de maíz utilizando los diferentes abonos orgánicos y el testigo. Se elaboró un cuadro comparativo de costos y gráficas.

2.9. ANALISIS Y RESULTADOS

2.9.1 Análisis estadístico

La presente investigación generó información relacionada con las diferentes variables evaluadas; Altura de planta a los 30 días, Altura de planta a los 90 días, Desarrollo radicular a los 90 días, Peso de la mazorca, Peso de 100 granos, Numero de infrutescencias (mazorcas) por plantas, Numero de filas por mazorca, Numero de granos por fila, Diámetro del tallo a los 120 días y Potencial de rendimiento en Kg/ha, con diferentes datos obtenidos en los tratamientos y un análisis económico, los cuales se presentan a continuación con su respectiva discusión e interpretación de resultados.

Cuadro 9 Resultados de las diferentes variables de respuesta obtenidos en la parcelade investigación.

Tratamientos	Altura de planta a los 30 días (mt)	Altura de planta a los 90 días (mt)	Diámetro del tallo a los 40 días (cm)	Desarrollo radicular a los 90 días (cm)	No. De infrutescencias a los 110 días /Planta	Peso de la mazorca a los 110 días (Kg)	No. de filas/ mazorca	No. de granos / fila	Peso de 100 granos (Kg)	Rendimiento en Kg/ha
A1	0.34	1.7	6.8	18	61	0.166	10	42	0.029	4364.7
A2	0.36	1.78	6.5	18	58	0.151	9	42	0.028	3611.74
A3	0.33	1.77	7.2	17	62	0.165	10	43	0.028	4388.23
A4	0.35	1.74	7	15	55	0.149	9	43	0.027	3376.47
A5	0.33	1.74	6.5	17	53	0.148	9	41	0.028	3217.64
B1	0.56	2.75	11	50	74	0.239	12	51	0.032	8523.52
B2	0.54	2.69	10.5	52	71	0.242	14	47	0.03	8241.17
B3	0.58	2.71	11.1	53	75	0.229	13	49	0.029	8147.05
B4	0.49	2.73	9.8	49	74	0.202	12	47	0.028	6870.58
B5	0.52	2.66	10.5	51	76	0.241	13	50	0.03	8717.64
C1	0.43	2.7	9.3	22	64	0.172	10	49	0.026	4794.11
C2	0.39	2.67	9	24	66	0.177	11	48	0.025	5123.52
C3	0.41	2.65	10.2	25	60	0.167	10	47	0.026	4311.76
C4	0.44	2.67	9.6	21	68	0.186	11	46	0.028	5664.7
C5	0.42	2.65	8.8	21	63	0.175	10	45	0.029	4835.29
D1	0.26	1.46	5	14	40	0.123	8	41	0.024	1847.05
D2	0.25	1.44	5.3	13	38	0.139	9	40	0.028	2252.94
D3	0.24	1.5	5.8	12	36	0.127	8	41	0.025	1735.29
D4	0.27	1.38	5.4	12	38	0.128	8	40	0.026	1858.82
D5	0.26	1.42	4.8	14	32	0.119	7	42	0.025	1382.35

Fuente: Elaboración propia, EPS 2020

Cuadro 10. Resumen estadístico de los resultados obtenidos de las variables evaluadas.

Variables evaluadas	Análisis de Varianza (p-valor)	Medias de rendimiento en Kg/ha (Dato más alto)	Nivel de Significancia
Altura de planta a los 30 días (mt).	<0.0001	B - 0.54	0.05
Altura de planta a los 90 días (mt).	<0.0001	B - 2.71	0.05
Diámetro del tallo a los 40 días (mt)	<0.0001	B - 10.58	0.05
Desarrollo radicular a los 90 días (cm)	<0.0001	B - 51.00	0.05
Numero de infrutescencias a los 110 días/surco	<0.0001	B - 74.00	0.05
Peso de la mazorca a los 110 días	<0.0001	B - 0.23	0.05
Numero de filas por mazorca	<0.0001	B - 12.80	0.05
Numero de granos por fila	<0.0001	B - 48.80	0.05
Peso de 100 granos	0.0014	B - 0.03	0.05
Rendimiento	<0.0001	B - 8099.99	0.05

Fuente: Elaboración Propia, EPS 2020

1. **Altura de planta a los 30 días.**

En base a los resultados obtenidos durante la investigación (cuadro 9), se realizó un análisis de varianza para la variable de altura de planta a los 30 días (cuadro 11).

Cuadro 11 Análisis de varianza para la altura de planta a los 30 días en el cultivo de maíz.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.21	3	0.07	151.46	<0.0001
Tratamientos	0.21	3	0.07	151.46	<0.0001
Error	0.01	16	4.7E-04		
Total	0.22	19			

Fuente: Elaboración Propia, EPS 2020

*Coeficiente de variación (CV) = 5.60%

El análisis de varianza, en donde el p-valor (probabilidad) para el factor de tratamientos evaluado es de 0.0001, lo que nos indica que este valor es menor al 0.05 de significancia, con el cual se realizó la prueba, determinando que si existe diferencia significativa en los tratamientos.

Cuadro 12 Prueba múltiple de diferencias de medias de Tukey para los tratamientos y la variable de altura de planta a los 30 días en mt.

Tratamientos	Medias de altura de planta a los 30 días en mt.	n	E.E	Grupo Tukey
B	0.54	5	0.01	A
C	0.52	5	0.01	B
A	0.34	5	0.01	C
D	0.26	5	0.01	D

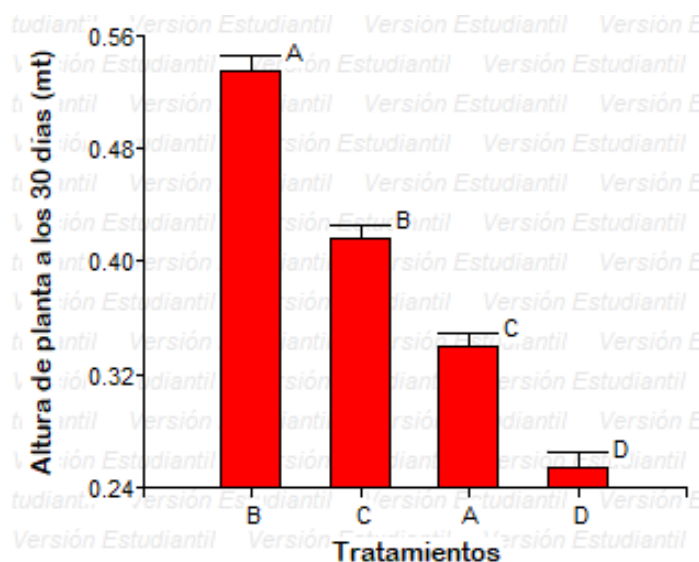
Fuente: Elaboración propia, EPS 2020

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Observando los resultados se procedió a realizar el análisis post-ANDEVA, que consiste en una prueba de Tukey al 0.05 de significancia, para determinar cuál de los tratamientos era el que mejor se comportaba, en cuanto a altura de planta a los 30 días. La prueba de medias de los tratamientos correspondientes demuestra que el cultivo de maíz criollo Pacalaj con los diferentes abonos implementados, pertenece cada una a distinto grupo homogéneo, si existe diferencia significativa entre los tratamientos en cuanto a la altura de la planta a los 30 días.

El maíz criollo con la aplicación de abono orgánico Lombricompost es la que pertenece al grupo homogéneo B, por lo que de acuerdo con el procedimiento de pruebas de comparación de medias Tukey, estadísticamente es el mejor tratamiento que se presentó en las plantas de maíz a los 30 días con una altura de 0.54 m.

Figura 9 Altura promedio de las plantas de maíz de cada tratamiento expresado en m. En la aldea Pacalaj, Salamá, Baja Verapaz.



Fuente: Elaboración propia, EPS 2020

En la altura de la planta promedio expresado en m de los 4 diferentes tratamientos de maíz evaluados en la localidad se realizó el análisis de varianza y la prueba de Tukey de dicha variable, mostrando que hubo diferencia significativa en cada tratamiento, lo cual

se realizó en una gráfica de barras para una mejor visualización de los resultados obtenidos en la comparación de medias referentes a las alturas de las plantas de cada tratamiento.

Presentes en la figura 4, se puede observar el comportamiento ascendente de cada uno de los tratamientos con diferentes tipos de abonos aplicados a la parcela de investigación. Cabe mencionar que dicho tratamiento con las mejores características en cuanto altura pertenecen a las plantas de maíz con abono orgánico lombricompost, dicho abono permite al agricultor mejorar el crecimiento de la planta en dicha zona y con las características edáficas del suelo ubicadas en la aldea de Pacalaj.

2. Altura de planta a los 90 días.

En base a los resultados obtenidos durante la investigación (cuadro 9), se realizó un análisis de varianza para la variable de altura de planta a los 90 días.

Cuadro 13 Análisis de varianza para la altura de planta a los 90 días en el cultivo de maíz.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6.23	3	2.08	1798.91	<0.0001
Tratamientos	6.23	3	2.08	1798.91	<0.0001
Error	0.02	16	1.2E-03		
Total	6.25	19			

Fuente: Elaboración Propia, EPS 2020

*Coeficiente de variación (CV) = 1.59%

El análisis de varianza, en donde el p-valor (probabilidad) para el factor de tratamientos evaluado es de 0.0001, lo que nos indica que este valor es menor al 0.05 de significancia, con el cual se realizó la prueba, determinando que si existe diferencia significativa en los tratamientos.

Cuadro 14 Prueba múltiple de diferencias de medias de Tukey para los tratamientos y la variable de altura de planta a los 90 días en m.

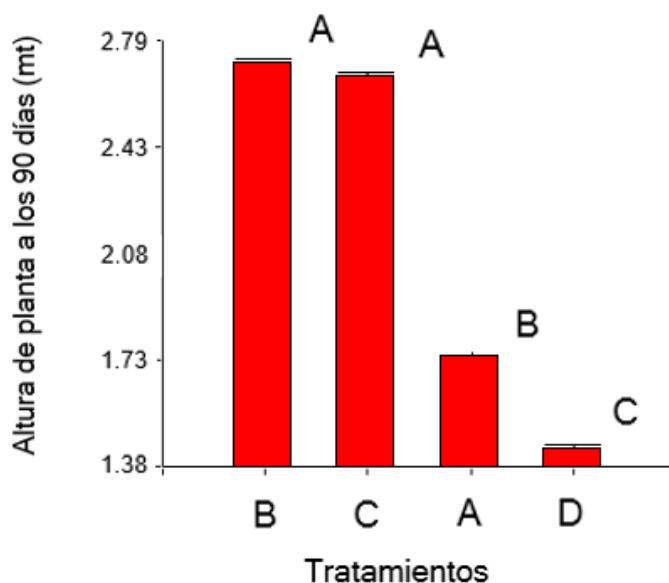
Tratamientos	Medias de altura de planta a los 90 días en m.	n	E.E	Grupo Tukey
B	2.71	5	0.02	A
C	2.67	5	0.02	A
A	1.75	5	0.02	B
D	1.44	5	0.02	C

Fuente: Elaboración propia, EPS 2020

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Observando los resultados se procedió a realizar el análisis post-ANDEVA, que consiste en una prueba de Tukey al 0.05 de significancia, para determinar cuál de los tratamientos era el que mejor se comportaba, en cuanto a altura de planta a los 90 días, los resultados se presentan en el cuadro 13. Los mejores resultados en cuanto a la altura de plantas a los 90 días expresados en m, los están expresado los tratamientos que conforman el grupo A, siendo estos TB y TC. Es decir que no existe diferencia significativa estadísticamente hablando entre usar el tratamiento B y C.

Figura 10 Altura promedio de las plantas de maíz de cada tratamiento expresado en m. En la aldea Pacalaj, Salamá, Baja Verapaz.



Fuente: Elaboración propia, EPS 2020

En la altura de la planta promedio expresado en m de los 4 diferentes tratamientos de maíz evaluados en la localidad se realizó el análisis de varianza y la prueba de Tukey de dicha variable, mostrando que hubo diferencia significativa entre el grupo A, B y C, más sin embargo no hubo diferencia significativa estadísticamente hablando entre los tratamientos que pertenecen al grupo A que son TB y TC, lo cual se realizó una gráfica de barras para una mejor visualización de los resultados obtenidos en la comparación de medias referentes a la altura de planta a los 90 días de cada tratamiento presentes en la figura 5, en donde se puede observar el comportamiento ascendente entre el grupo A, B y C con cada uno de los tratamientos.

3. Diámetro del tallo a los 40 días

En base a los resultados obtenidos durante la investigación (cuadro 9), se realizó un análisis de varianza para la variable de diámetro del tallo a los 40 días.

Cuadro 15 Análisis de varianza para el diámetro del tallo a los 40 días en el cultivo de maíz.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	87.54	3	29.18	143.75	<0.0001
Tratamientos	87.54	3	29.18	143.75	<0.0001
Error	3.25	16	0.20		
Total	90.79	19			

Fuente: Elaboración Propia, EPS 2020

*Coeficiente de variación (CV) = 5.63 %

El análisis de varianza, en donde el p-valor (probabilidad) para el factor de tratamientos evaluado es de 0.0001, lo que nos indica que este valor es menor al 0.05 de significancia, con el cual se realizó la prueba, determinando que si existe diferencia significativa en los tratamientos.

Cuadro 16 Prueba múltiple de diferencias de medias de Tukey para los tratamientos y la variable de diámetro del tallo a los 40 días.

Tratamientos	Medias del diámetro del tallo a los 40 días en cm	n	E.E	Grupo Tukey
B	10.58	5	0.20	A
C	9.38	5	0.20	B
A	6.80	5	0.20	C
D	5.26	5	0.20	D

Fuente: Elaboración propia, EPS 2020

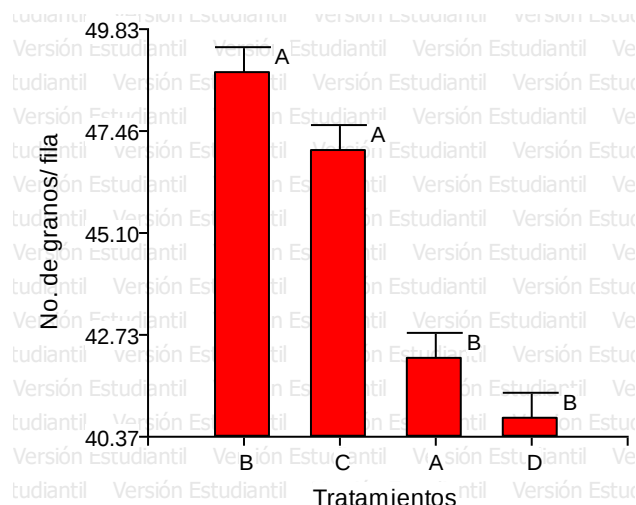
* Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Observando los resultados se procedió a realizar el análisis post-ANDEVA, que consiste en una prueba de Tukey al 0.05 de significancia, para determinar cuál de los tratamientos era el que mejor se comportaba, en cuanto al diámetro del tallo a los 40 días.

Los resultados se presentan en el cuadro 15. La prueba de medias de los tratamientos correspondientes demuestra que el cultivo de maíz criollo Pacalaj con los diferentes abonos implementados, pertenece cada uno a distinto grupo homogéneo, si existe diferencia significativa entre los tratamientos en cuanto al diámetro del tallo a los 40 días.

El maíz criollo con la aplicación de abono orgánico Lombricompost es la que pertenece al grupo homogéneo B, por lo que de acuerdo con el procedimiento de pruebas de comparación de medias Tukey, estadísticamente es el mejor tratamiento que se presentó en las plantas de maíz a los 40 días con un diámetro del tallo de 10.58 expresado en cm.

Figura 11 Diámetro promedio del tallo en el cultivo de maíz de cada tratamiento expresado en cm. En pacalaj.



Fuente: Elaboración propia, EPS 2020

En la altura de la planta promedio expresado en m de los 4 diferentes tratamientos de maíz evaluados en la localidad se realizó el análisis de varianza y la prueba de Tukey de dicha variable, mostrando que hubo diferencia significativa en cada tratamiento lo cual se realizó una gráfica de barras para una mejor visualización de los resultados obtenidos en la comparación de medias referentes a las alturas de las plantas de cada tratamiento presentes en la figura 6, en donde se puede observar el comportamiento ascendente de cada uno de los tratamientos con diferentes abonos. Los resultados más significativos se obtuvieron en el tratamiento de lombricompost esto debido a que aportó una mejor estructura al suelo.

4. Desarrollo radicular a los 90 días

En base a los resultados obtenidos durante la investigación (cuadro 9), se realizó un análisis de varianza para la variable desarrollo radicular a los 90 días.

Cuadro 17 Análisis de varianza para el desarrollo radicular a los 90 días en el cultivo de maíz.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4432.60	3	1477.53	712.06	<0.0001
Tratamientos	4432.60	3	1477.53	712.06	<0.0001
Error	33.20	16	2.07		
Total	4465.80	19			

Fuente: Elaboración Propia, EPS 2020

*Coeficiente de variación (CV) = 5.56 %

El análisis de varianza, en donde el p-valor (probabilidad) para el factor de tratamientos evaluado es de 0.0001, lo que nos indica que este valor es menor al 0.05 de significancia, con el cual se realizó la prueba, determinando que si existe diferencia significativa en los tratamientos.

Cuadro 18 Prueba múltiple de diferencias de medias de Tukey para los tratamientos y la variable desarrollo radicular a los 90 días en cm.

Tratamientos	Medias del desarrollo radicular a los 90 días en cm.	n	E.E	Grupo Tukey
B	51.00	5	0.64	A
C	22.60	5	0.64	B
A	17.00	5	0.64	C
D	13.00	5	0.64	D

Fuente: Elaboración propia, EPS 2020

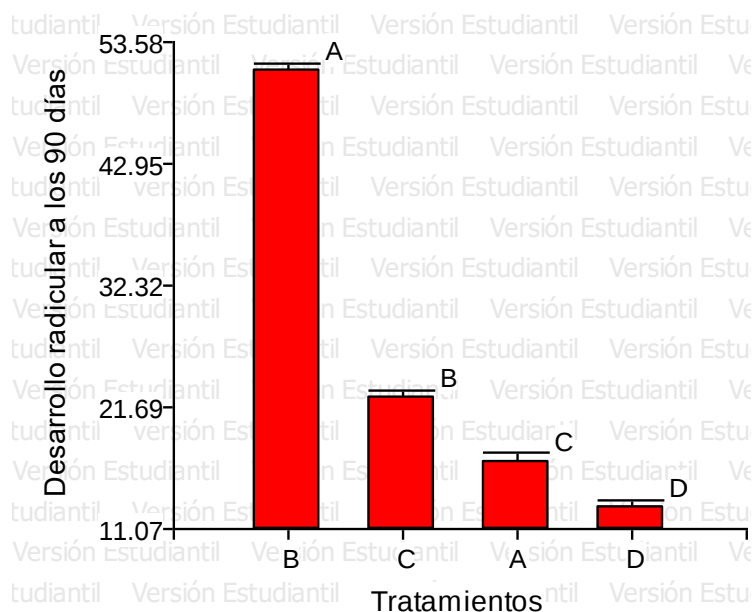
*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Observando los resultados se procedió a realizar el análisis post-ANDEVA, que consiste en una prueba de Tukey al 0.05 de significancia, para determinar cuál de los tratamientos era el que mejor se comportaba, en cuanto al desarrollo radicular de la planta a los 90 días, los resultados se presentan en el cuadro 17.

La prueba de medias de los tratamientos correspondientes demuestra que el cultivo de maíz criollo Pacalaj con los diferentes abonos implementados, pertenece cada una a distinto grupo homogéneo, si existe diferencia significativa entre los tratamientos en cuanto al desarrollo radicular a los 90 días expresado en cm.

El maíz criollo con la aplicación de abono orgánico Lombricompost es la que pertenece al grupo homogéneo B, por lo que de acuerdo con el procedimiento de pruebas de comparación de medias Tukey, estadísticamente es el mejor tratamiento que se presentó en las plantas de maíz a los 90 días con un desarrollo radicular de 51 cm.

Figura 12 Desarrollo radicular promedio de las plantas de maíz a los 90 días, expresado en cm. Ubicado en la aldea Pacalaj, Salamá, Baja Verapaz.



Fuente: Elaboración propia, EPS 2020

En la altura de la planta promedio expresado en m de los 4 diferentes tratamientos de maíz evaluados en la localidad se realizó el análisis de varianza y la prueba de Tukey de dicha variable, mostrando que hubo diferencia significativa en cada tratamiento lo cual se realizó una gráfica de barras para una mejor visualización de los resultados obtenidos en la comparación de medias referentes a las alturas de las plantas de cada tratamiento presentes en la figura 7, en donde se puede observar el comportamiento ascendente de cada uno de los tratamientos con diferentes tipos de abonos aplicados a la parcela de investigación.

5. Numero de infrutescencias (mazorcas) a los 110 días por planta

En base a los resultados obtenidos durante la investigación (cuadro 9), se realizó un análisis de varianza para la variable número de infrutescencias a los 110 días por planta.

Cuadro 19 Análisis de varianza para el número de infrutescencias a los 110 días por planta.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3718.80	3	1239.60	135.48	<0.0001
Tratamientos	3718.80	3	1239.60	135.48	<0.0001
Error	146.40	16	9.15		
Total	3865.20	19			

Fuente: Elaboración Propia, EPS 2020

*Coeficiente de variación (CV) = 5.20 %

El análisis de varianza, en donde el p-valor (probabilidad) para el factor de tratamientos evaluado es de 0.0001, lo que nos indica que este valor es menor al 0.05 de significancia, con el cual se realizó la prueba, determinando que si existe diferencia significativa en los tratamientos.

Cuadro 20 Prueba múltiple de diferencias de medias de Tukey para los tratamientos y la variable número de infrutescencias a los 110 días por planta.

Tratamientos	Medias de número de infrutescencias a los 110 días por planta.	n	E.E	Grupo Tukey
B	74.00	5	1.35	A
C	64.20	5	1.35	B
A	57.80	5	1.35	C
D	36.80	5	1.35	D

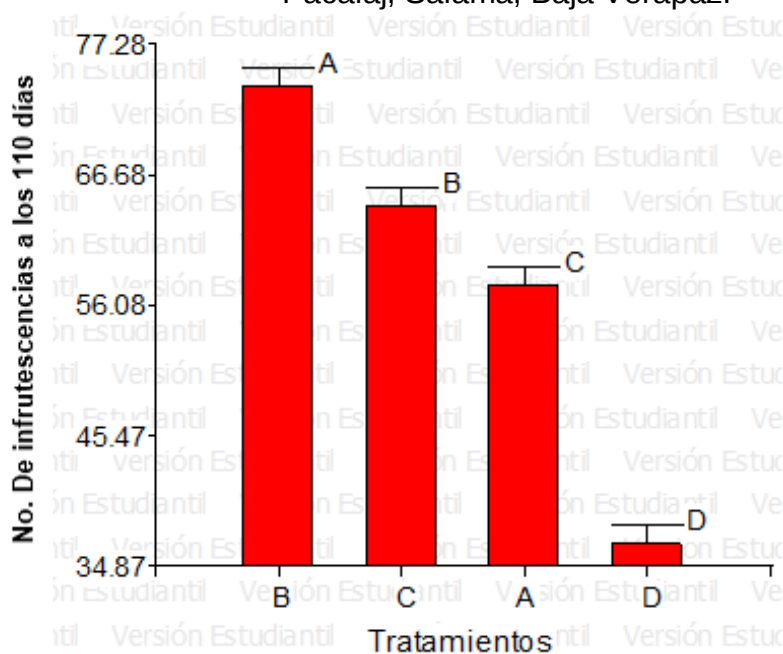
Fuente: Elaboración propia, EPS 2020

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Observando los resultados se procedió a realizar el análisis post-ANDEVA, que consiste en una prueba de Tukey al 0.05 de significancia, para determinar cuál de los tratamientos era el que mejor se comportaba, en cuanto al número de infrutescencias a los 110 días por planta, los resultados se presentan en el cuadro 19. La prueba de medias de los tratamientos correspondientes demuestra que el cultivo de maíz criollo Pacalaj con los diferentes abonos implementados, pertenece cada una a distinto grupo homogéneo, si existe diferencia significativa entre los tratamientos en cuanto a número de infrutescencias a los 110 días por planta.

El maíz criollo con la aplicación de abono orgánico Lombricompost es la que pertenece al grupo homogéneo B, por lo que de acuerdo con el procedimiento de pruebas de comparación de medias Tukey, estadísticamente es el mejor tratamiento que se presentó en el número de infrutescencias a los 110 días, siendo de 74 mazorcas.

Figura 13 Número de infrutescencias promedio a los 110 días. En la aldea Pacalaj, Salamá, Baja Verapaz.



Fuente: Elaboración propia, EPS 2020

En la altura de la planta promedio expresado en mt de los 4 diferentes tratamientos de maíz evaluados en la localidad se realizó el análisis de varianza y la prueba de Tukey de dicha variable, mostrando que hubo diferencia significativa en cada tratamiento lo cual se realizó una gráfica de barras para una mejor visualización de los resultados obtenidos en la comparación de medias referentes a las alturas de las plantas de cada tratamiento presentes en la figura 8, en donde se puede observar el comportamiento ascendente de cada uno de los tratamientos con diferentes tipos de abonos aplicados a la parcela de investigación.

6. Peso de la mazorca a los 110 días

En base a los resultados obtenidos durante la investigación (cuadro 9), se realizó un análisis de varianza para la variable peso de la mazorca a los 110 días en Kg.

Cuadro 21 Análisis de varianza para el peso de la mazorca a los 110 días en el cultivo de maíz.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.03	3	0.01	81.49	<0.0001
Tratamientos	0.03	3	0.01	81.49	<0.0001
Error	1.9E-03	16	1.2E-04		
Total	0.03	19			

Fuente: Elaboración Propia, EPS 2020

* Coeficiente de variación (CV) = 6.28%

El análisis de varianza, en donde el p-valor (probabilidad) para el factor de tratamientos evaluado es de 0.0001, lo que nos indica que este valor es menor al 0.05 de significancia, con el cual se realizó la prueba, determinando que si existe diferencia significativa en los tratamientos.

Cuadro 22 Prueba múltiple de diferencias de medias de Tukey para los tratamientos y la variable de peso de la mazorca a los 110 días en Kg.

Tratamientos	Medias de peso de la mazorca a los 110 días en Kg	n	E.E	Grupo Tukey
B	0.23	5	4.8E-03	A
C	0.18	5	4.8E-03	B
A	0.16	5	4.8E-03	C
D	0.13	5	4.8E-03	D

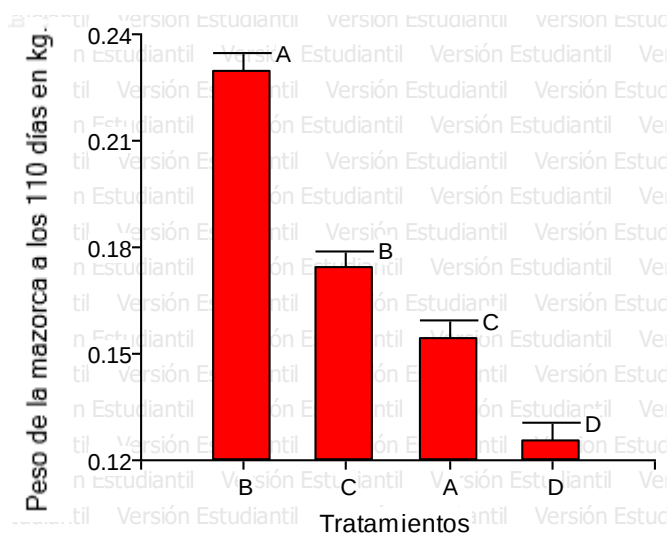
Fuente: Elaboración propia, EPS 2020

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Observando los resultados se procedió a realizar el análisis post-ANDEVA, que consiste en una prueba de Tukey al 0.05 de significancia, para determinar cuál de los tratamientos era. El que mejor se comportaba, en cuanto a peso de la mazorca a los 110 días, los resultados se presentan en el cuadro 21. La prueba de medias de los tratamientos correspondientes demuestra que el cultivo de maíz criollo Pacalaj con los diferentes abonos implementados, pertenece cada una a distinto grupo homogéneo, si existe diferencia significativa entre los tratamientos en cuanto a peso de la mazorca a los 110 días.

El maíz criollo con la aplicación de abono orgánico Lombricompost es la que pertenece al grupo homogéneo B, por lo que de acuerdo con el procedimiento de pruebas de comparación de medias Tukey, estadísticamente es el mejor tratamiento que se presentó en el peso de la mazorca a los 110 días con un peso de 0.23 Kg.

Figura 14 Peso promedio de la mazorca a los 110 días expresado en Kg. En la aldea Pacalaj, Salamá, Baja Verapaz.



Fuente: Elaboración propia, EPS 2020

En la altura de la planta promedio expresado en m de los 4 diferentes tratamientos de maíz evaluados en la localidad se realizó el análisis de varianza y la prueba de Tukey de dicha variable, mostrando que hubo diferencia significativa en cada tratamiento lo cual se realizó una gráfica de barras para una mejor visualización de los resultados obtenidos en la comparación de medias referentes a las alturas de las plantas de cada tratamiento presentes en la figura 9, en donde se puede observar el comportamiento ascendente de cada uno de los tratamientos con diferentes tipos de abonos aplicados a la parcela de investigación.

Debido al buen desarrollo radicular y vegetativo de las plantas con el tratamiento implementado de abono orgánico lombricompost se facilitó la obtención de los nutrientes esenciales requeridos para la formación de mazorcas de buena calidad, obteniendo ganancias en peso de los granos mayores a los de otros tratamientos.

7. Número de filas por mazorca

En base a los resultados obtenidos durante la investigación (cuadro 9), se realizó un análisis de varianza para el número de filas por mazorca.

Cuadro 23 Análisis de varianza para el número de filas por mazorca en el cultivo de maíz.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	61.35	3	20.45	45.44	<0.0001
Tratamientos	61.35	3	20.45	45.44	<0.0001
Error	7.20	16	0.45		
Total	68.55	19			

Fuente: Elaboración Propia, EPS 2020

* Coeficiente de variación (CV) = 6.61%

El análisis de varianza, en donde el p-valor (probabilidad) para el factor de tratamientos evaluado es de 0.0001, lo que nos indica que este valor es menor al 0.05 de significancia, con el cual se realizó la prueba, determinando que si existe diferencia significativa en los tratamientos.

Cuadro 24 Prueba múltiple de diferencias de medias de Tukey para los tratamientos y la variable número de filas por mazorca.

Tratamientos	Medias de numero de filas por mazorca	n	E.E	Grupo Tukey
B	12.80	5	0.30	A
C	10.40	5	0.30	B
A	9.40	5	0.30	B
D	8.00	5	0.30	C

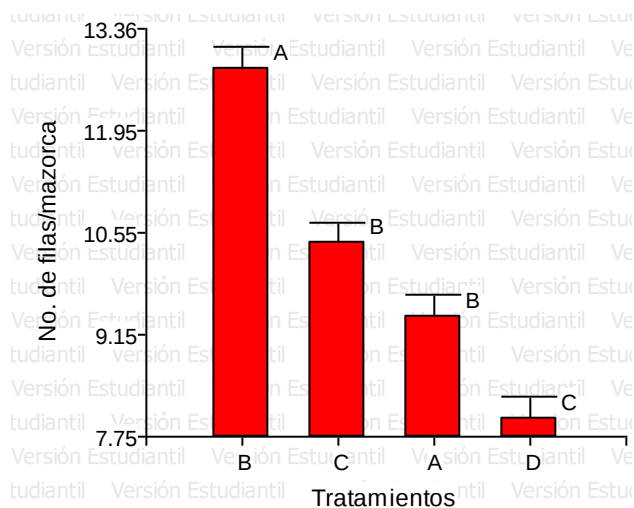
Fuente: Elaboración propia, EPS 2020

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Observando los resultados se procedió a realizar el análisis post-ANDEVA, que consiste en una prueba de Tukey al 0.05 de significancia, para determinar cuál de los tratamientos era el que mejor se comportaba, en cuanto a número de filas por mazorca, los resultados se presentan en el cuadro 23. La prueba de medias de los tratamientos correspondientes demuestra que el cultivo de maíz criollo Pacalaj con los diferentes abonos implementados, pertenecen a tres grupos con diferencia significativa, el TB que pertenece al grupo A, es el mejor tratamiento que se presentó en el número de filas por mazorca, por lo tanto si existe diferencia significativa entre los tratamientos en cuanto al número de filas por mazorca.

El maíz criollo con la aplicación de abono orgánico Lombricompost es la que pertenece al grupo homogéneo B, por lo que de acuerdo con el procedimiento de pruebas de comparación de medias Tukey, estadísticamente es el mejor tratamiento que se presentó en el número de filas por mazorca siendo 12.80 el promedio de medias más alto.

Figura 15 Número promedio de filas por mazorca. En la aldea Pacalaj, Salamá, Baja Verapaz.



Fuente: Elaboración propia, EPS 2020

En la altura de la planta promedio expresado en mt de los 4 diferentes tratamientos de maíz evaluados en la localidad se realizó el análisis de varianza y la prueba de Tukey de dicha variable, mostrando que hubo diferencia significativa en cada grupo, siendo el TB que pertenece al grupo A, el que cuenta con el mejor número de filas por mazorca en promedio, lo cual se realizó una gráfica de barras para una mejor visualización de los resultados obtenidos en la comparación de medias referentes al número de granos por filas presentes en la figura 4, en donde se puede observar el comportamiento ascendente de cada uno de los tratamientos con diferentes tipos de abonos aplicados a la parcela de investigación.

8. Número de granos por fila

En base a los resultados obtenidos durante la investigación (cuadro 9), se realizó un análisis de varianza para el número de granos por fila.

Cuadro 25 Análisis de varianza para el número de granos por fila en el cultivo de maíz

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	217.80	3	72.60	40.90	<0.0001
Tratamientos	217.80	3	72.60	40.90	<0.0001
Error	28.40	16	1.78		
Total	246.20	19			

Fuente: Elaboración Propia, EPS 2020

*Coeficiente de variación (CV) = 2.98%

El análisis de varianza, en donde el p-valor (probabilidad) para el factor de tratamientos evaluado es de 0.0001, lo que nos indica que este valor es menor al 0.05 de significancia, con el cual se realizó la prueba, determinando que si existe diferencia significativa en los tratamientos.

Cuadro 26 Prueba múltiple de diferencias de medias de Tukey para los tratamientos y la variable de número de granos por fila

Tratamientos	Medias de numero de granos por fila	n	E.E	Grupo Tukey
B	48.80	5	0.60	A
C	47.00	5	0.60	A
A	42.20	5	0.60	B
D	40.80	5	0.60	B

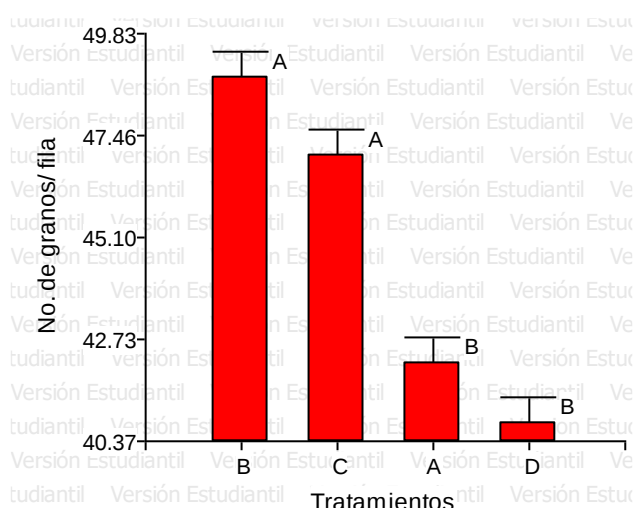
Fuente: Elaboración propia, EPS 2020

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Observando los resultados se procedió a realizar el análisis post-ANDEVA, que consiste en una prueba de Tukey al 0.05 de significancia, para determinar cuál de los tratamientos era el que mejor se comportaba, en cuanto a número de granos por fila.

Los mejores resultados en cuanto al número de granos por fila, los presentaron los tratamientos que conforman el grupo A, siendo estos TB y TC. Es decir, que no existe diferencia significativa estadísticamente hablando, entre usar el tratamiento B y C.

Figura 16 Número promedio de granos por fila para cada tratamiento. En la aldea Pacalaj, Salamá, Baja Verapaz.



Fuente: Elaboración propia, EPS 2020

En la altura de la planta promedio expresado en mt de los 4 diferentes tratamientos de maíz evaluados en la localidad se realizó el análisis de varianza y la prueba de Tukey de dicha variable, mostrando que hubo diferencia significativa entre el grupo A y B, más sin embargo no hubo diferencia significativa estadísticamente hablando entre los tratamientos B-C y entre A-D de los tratamientos lo cual se realizó una gráfica de barras para una mejor visualización de los resultados obtenidos en la comparación de medias referentes al número de granos por fila de cada tratamiento presentes en la figura 11, en donde se puede observar el comportamiento ascendente entre el grupo A y B con cada uno de los tratamientos Cabe mencionar que dicho tratamiento con las mejores características en cuanto al número de granos por fila pertenecena las mazorcas de las plantas abonadas con lombricompost.

9. Peso de 100 granos en Kg

En base a los resultados obtenidos durante la investigación (cuadro 9), se realizó un análisis de varianza para la variable peso de 100 granos en el cultivo de maíz.

Cuadro 27 Análisis de varianza para el peso de 100 granos en Kg.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4.8E-05	3	1.6E-05	8.34	0.0014
Tratamientos	4.8E-05	3	1.6E-05	8.34	0.0014
Error	3.1E-05	16	1.9E-05		
Total	7.9E-05	19			

Fuente: Elaboración Propia, EPS 2020

*Coeficiente de variación (CV) =5.04%

El análisis de varianza, en donde el p-valor (probabilidad) para el factor de tratamientos evaluado es de 0.0014, lo que nos indica que este valor es menor al 0.05 de significancia, con el cual se realizó la prueba, determinando que si existe diferencia significativa en los tratamientos.

Cuadro 28 Prueba múltiple de diferencias de medias de Tukey para los tratamientos y la variable peso de 100 granos en Kg.

Tratamientos	Medias de peso de 100 granos en Kg	n	E.E	Grupo Tukey
B	0.03	5	6.2E-04	A
C	0.03	5	6.2E-04	A B
A	0.03	5	6.2E-04	B
D	0.03	5	6.2E-04	B

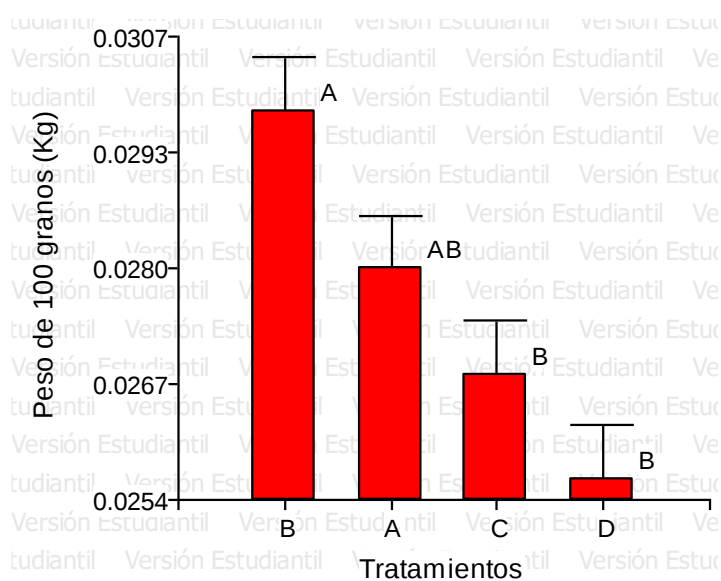
Fuente: Elaboración propia, EPS 2020

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Observando los resultados se procedió a realizar el análisis post-ANDEVA, que consiste en una prueba de Tukey al 0.05 de significancia, para determinar cuál de los tratamientos era el que mejor se comportaba, en cuanto a peso de 100 granos expresado en Kg, los resultados se presentan en el cuadro 27.

La prueba de medias de los tratamientos correspondientes demuestra que el cultivo de maíz criollo Pacalaj con los diferentes abonos implementados, pertenecen a dos grupos que poseen una mínima diferencia significativa, el TB pertenece al grupo A, al igual que el TC, además de que se puede visualizar que el TA y el TD pertenecen al grupo B que tiene similitud con el grupo A. Por lo tanto se deduce que ambos grupos tienen similitud de medias con un peso de 100 granos promedio de 0.03 Kg.

Figura 17 Peso promedio de 100 granos de maíz expresado en Kg. En la aldea Pacalaj, Salamá, Baja Verapaz.



Fuente: Elaboración propia, EPS 2020

En la altura de la planta promedio expresado en mt de los 4 diferentes tratamientos de maíz evaluados en la localidad se realizó el análisis de varianza y la prueba de Tukey de dicha variable, mostrando que hubo una mínima diferencia significativa en cada tratamiento lo cual se realizó una gráfica de barras para una mejor visualización de los resultados obtenidos en la comparación de medias referentes al peso de 100 granos de maíz de cada tratamiento presentes en la figura 4, en donde se puede observar el comportamiento ascendente de cada uno de los tratamientos con diferentes tipos de abonos aplicados a la parcela de investigación.

10. Rendimiento en Kg/ha

En base a los resultados obtenidos durante la investigación (cuadro 9), se realizó un análisis de varianza para la variable rendimiento expresado en Kg/ha

Cuadro 29 Análisis de varianza para el rendimiento en Kg/ha

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	103807254.91	3	34602418.30	118.12	<0.0001
Tratamientos	103807254.91	3	34602418.30	118.12	<0.0001
Error	4686896.77	16	292931.05		
Total	108494151.68	19			

Fuente: Elaboración Propia, EPS 2020

*Coeficiente de variación (CV) = 11.61

El análisis de varianza, en donde el p-valor (probabilidad) para el factor de tratamientos evaluado es de 0.0001, lo que nos indica que este valor es menor al 0.05 de significancia, con el cual se realizó la prueba, determinando que si existe diferencia significativa en los tratamientos.

Cuadro 30 Prueba múltiple de diferencias de medias de Tukey para los tratamientos y la variable de rendimiento en Kg/ha

Tratamientos	Medias de rendimiento en Kg/ha	n	E.E	Grupo Tukey
B	8099.99	5	242.05	A
C	4945.88	5	242.05	B
A	3791.76	5	242.05	C
D	1815.29	5	242.05	D

Fuente: Elaboración propia, EPS 2020

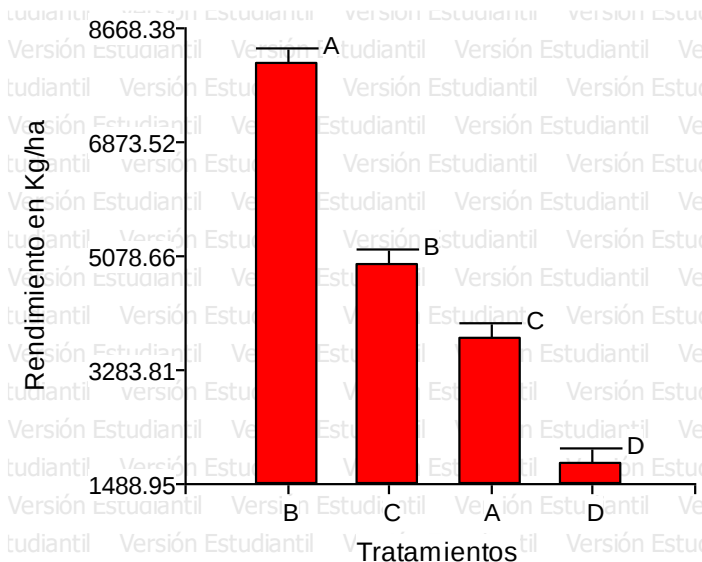
*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Observando los resultados se procedió a realizar el análisis post-ANDEVA, que consiste en una prueba de Tukey al 0.05 de significancia, para determinar cuál de los tratamientos era el que mejor se comportaba, en cuanto a rendimiento expresado en kilogramos por hectárea en el cultivo de maíz, los resultados se presentan en el cuadro 29.

La prueba de medias de los tratamientos correspondientes demuestra que el cultivo de maíz criollo Pacalaj con los diferentes abonos implementados, pertenece cada una a distinto grupo homogéneo, si existe diferencia significativa entre los tratamientos en cuanto al rendimiento del cultivo expresado en Kg/ha.

El maíz criollo con la aplicación de abono orgánico Lombricompost es la que pertenece al grupo homogéneo B, por lo que de acuerdo con el procedimiento de pruebas de comparación de medias Tukey, estadísticamente es el mejor tratamiento que presentó el promedio más alto en cuanto a rendimiento del cultivo siendo 8099.99 Kg/ha.

Figura 18 Rendimiento promedio del cultivo de maíz por cada tratamiento expresado en Kg/ha. En la aldea Pacalaj, Salamá, Baja Verapaz.



Fuente: Elaboración propia, EPS 2020

En la altura de la planta promedio expresado en m de los 4 diferentes tratamientos de maíz evaluados en la localidad se realizó el análisis de varianza y la prueba de Tukey de dicha variable, mostrando que hubo diferencia significativa en cada tratamiento lo cual se realizó una gráfica de barras para una mejor visualización de los resultados obtenidos en la comparación de medias referentes al rendimiento en Kg/ha de cada tratamiento presentes en la figura 4, en donde se puede observar el comportamiento ascendente de cada uno de los tratamientos con diferentes tipos de abonos aplicados a la parcela de investigación.

2.9.2 **Análisis económico**

Se realizó un análisis de costos de producción del cultivo de maíz implementado en la Aldea Pacalaj, ubicado en Salamá Baja Verapaz. Se utilizaron los precios de los insumos que rigieron en el ciclo del cultivo. Se incluyen los costos de producción observados en la zona bajo la tecnología de labranza convencional y de conservación. Los datos corresponden a la siembra del cultivo de maíz con 4 diferentes sustratos de origen orgánico con la finalidad de visualizar cuál de ellos proporciona los mejores rendimientos en cuanto a Kg/ha.

Cuadro 31 Costos de producción (Quetzales) para la producción de una hectárea de maíz con 4 diferentes tipos de sustrato de origen orgánico, ubicada en Pacalaj, Salamá, Baja Verapaz.

	Tratamientos			
	TA	TB	TC	TD
Costos operativos				
Mano de obra	240	240	240	240
Costos de inversión				
Instalación de Sistema Riego	6675	6675	6675	6675
Insumos Agrícolas	2100	2450	2275	00
Sub-total Costo Producción	9,015	9,365	9,190	6,915
Rendimiento en Kg/ha	3791.76	8099.99	4945.88	1815.29
Q/Kg (<i>Precio promedio de maíz en el mercado/2022</i>)	3.74	3.74	3.74	3.74
Ingresos (Quetzales)	14181	30293	18497	6789
Costos de Producción	9,015	9,365	9,190	6,915
Utilidad	5,166	20,928	9,307	-126
Rentabilidad	36.42%	69.08%	50.31%	-1.85 %

Fuente: Elaboración Propia, EPS 2020

**En anexo se describen con mayor detalle los costos de producción*

Fórmulas utilizadas en el cálculo de costos de producción:

$$\text{*Utilidad} = (\text{Ingresos} - \text{costos de producción})$$

$$\text{*Rentabilidad} = (\text{Utilidad} / \text{Ingresos}) \times 100$$

De acuerdo con los resultados de los costos de producción (Cuadro 30), no todos los tratamientos evaluados fueron económicamente rentables. Se puede apreciar que el tratamiento TB con 255.05% y TC con 121% de rentabilidad fueron los que se utilizó como sustrato orgánico, el lombricompost y bokashi poseen una alta rentabilidad. Otro de los tratamientos con buen rendimiento fue el tratamiento TA (72.90%), que corresponde al sustrato orgánico gallinaza implementado.

Se puede apreciar que el tratamiento TD (8.75%), fue el que obtuvo el rendimiento más bajo en la investigación, dicho tratamiento no se le aplicó ningún sustrato orgánico y por lo tanto se vio reflejado en el resultado.

Cabe mencionar que debido a las condiciones climáticas y edáficas los suelos de Pacalaj según los resultados requieren de sustratos que ayuden en la estructura y nutrición de los suelos para mejorar las condiciones en las que se desarrolla las plantas.

2.10. CONCLUSIONES

1. Según el análisis de varianza y la prueba de medias aplicadas a los tratamientos, se determinó que el maíz criollo Pacalaj con la aplicación de abono orgánico lombricompost, presentó el mayor rendimiento con un promedio de 8099.99 Kg/ha, seguido del tratamiento de maíz criollo Pacalaj con una aplicación de abono orgánico bokashi con un rendimiento promedio de 4945.88 Kg/ha, seguidamente se presentó el tratamiento de maíz criollo Pacalaj con la aplicación de abono orgánico gallinaza, con un rendimiento promedio de 3791.76 Kg/ha, respectivamente el tratamiento de maíz criollo sin abono orgánico, expresó el menor rendimiento promedio de 1815.29 Kg/ha.
2. Según el análisis económico aplicado en los diferentes tratamientos establecidos en la parcela de investigación, se observó que todos los tratamientos pueden cubrir los costos de producción y resultaron económicamente rentables con la tecnología implementada, a excepción del tratamiento D (cultivar criollo sin abono orgánico) ya que no se alcanzó la productividad necesaria para que el tratamiento sea rentable, sin embargo, se determinó que el tratamiento que posee mejor rentabilidad en el cultivar criollo de maíz es el TB (69.08%) en la cual se utilizó el abono orgánico Lombricompost.
3. Debido a la materia orgánica que aportó el tratamiento TB (Maíz criollo con la aplicación de Abono orgánico Lombricompost), en los suelos de Pacalaj que pertenecen al corredor seco de Guatemala, se presentó un mayor desarrollo en cuanto altura en las plantas de maíz a los 30 y 90 días, debido a que el tratamiento TB dado el efecto que tiene el lombricompost sobre las características físicas del suelo, se observó un mayor desarrollo del cultivo en la zona.

4. La gallinaza no propició los mejores resultados en el desarrollo de la planta debido a que los suelos encontrados en esta área son arcillosos y por tanto no aportó suficiente materia orgánica al suelo para mejorar la estructura, porosidad, drenaje y otras características del suelo.
5. El ANOVA dio como resultado el rechazo de la igualdad de medias, es decir, que el rendimiento medio se ve afectado por el tipo de abono que se implemente en el cultivo. Sin embargo, los cuatro tratamientos no son igual de efectivos, pues existe diferencia significativa entre los rendimientos media de cada una de ellos. Asimismo se ha podido comprobar que se cumplen los supuestos de normalidad diferenciación de varianza e independencia.
6. Por efectos de incremento de costos de fertilizantes a los agricultores se le ha imposibilitado el acceso a ellos, es por ellos que la utilización de los abonos orgánicos es una alternativa que ha demostrado ser muy efectiva en el mejoramiento de características y rendimiento en el cultivo de maíz.

2.11. RECOMENDACIONES

1. El maíz es muy exigente en nutrientes y por lo tanto obliga a incorporar al suelo materia orgánica necesaria para que la planta obtenga un mejor desarrollo y logre así un equilibrio entre los distintos elementos en función a las necesidades del cultivo de maíz y de las condiciones del suelo en que se encuentre.
2. Como parte fundamental para el desarrollo de las plantas se debe estudiar las características tanto del suelo como climáticas para poder evaluar y determinar el tipo de abono orgánico que se adapte mejor a la actividad agrícola deseada. Dando como resultado en esta evaluación que el tipo de abono lombricompost presento los mejores resultados en dicha zona.
3. Con base a las condiciones se debe aplicar 1590 Kg de abono orgánico lombricompost por hectárea para obtener un rendimiento promedio de 8099.99 Kg/ha utilizando el cultivar criollo de maíz de dicha aldea.
4. Aplicar de manera adecuada las buenas prácticas agrícolas para eficientar los trabajos de campo, con la finalidad de reducir de manera significativa los costos de producción en el cultivo de maíz.
5. Realizar más estudios para mejorar la productividad del cultivo de maíz debido al impacto agrícola y económico que este cultivo representa en dicho lugar, ya que la productividad por hectárea es muy baja y poco sostenible, quedando con un rendimiento de infra subsistencia.
6. Es importante para el área de Pacalaj, con condiciones climáticas poco favorables debido a que se encuentra dentro del corredor seco de Guatemala, el tratamiento B (Maíz criollo con la aplicación de abono orgánico

Lombricompost) y el tratamiento C (Maíz criollo con la aplicación de abono orgánico Bokashi) debido a que estos tratamientos produjeron mejores características y rendimientos del cultivo de maíz con sistema de riego por goteo implementado en la parcela.

7. Aplicar abonos orgánicos como estrategia para reducir costos de producción y con ello ayudar a realizar dicha acción sin perder un gran porcentaje del rendimiento y rentabilidad del cultivo de maíz, debido a la crisis de fertilizante que tiene de cabeza la agricultura en el mundo.

2.12. BIBLIOGRAFIA

1. ACOSTA, R. (2009). El cultivo de maíz, su origen y clasificación- Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.
2. Arévalo, H. G., Puglla, C, Danilo, J. (2018). Valoración nutricional de la gallinaza paraa limentación animal y procesos industriales (Master's thesis, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Maestría en Nutrición y Producción Animal) (en línea), consultado el 3 de Feb. 2021. Disponible en <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/14805>.
3. Ciampitti, IA; García, FO. 2007. Balance y eficiencia de uso de los nutrientes en sistemas agrícolas (en línea). Revista Horizonte 4 (18): 22-28.
4. DERAS, F. (2014). Guía de cultivo del maíz IICA.
5. De la Cruz, R (1976). Clasificación de zonas de vida de Guatemala, basada en el sistema Holdridge. Guatemala: Inafor
6. Fuentes López, M.R. 2002. Informe preliminar sobre la fenología en los maíces del altiplano de Guatemala. Borrador, sp.
7. Fuentes López, M.R., J. van Etten, A. Ortega Aparicio & J.L.Vivero Pol (2005). Maíz para Guatemala: Propuesta para la Reactivación de la Cadena Agroalimentaria del Maíz Blanco y Amarillo, SERIE "PESA Investigación", nº1, FAO Guatemala, C.A. 3p.
8. Gordon Mendoza, R.2001. Guía para el manejo integrado del maíz mecanizado.IDIAP.Panama.45 p.

9. Henríquez, P. y D. Jeffers.1995.Plagas y enfermedades. Síntesis de Resultados Experimentales 1993-1995.Programa Regional De Maíz -PRM-. Guatemala.334 p.
10. Holdridge, L. R. (2000). Ecología basada en zonas de vida (Quinta reimpresión). SanJosé. Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
11. ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnologías Agrícolas). 2002. Cultivo de Maíz (en línea) Consultado 6 de may. 2021. Disponible en:
<https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Maíz/cultivo/MaizManejo.Agronomico.pdf>
12. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. 1981. Plagas del Maíz 1980. Quevedo, Ecuador, Estación Experimental Tropical Pichilingue. Departamento de Entomología. 9-53p.
13. Kato-Takeo y J.A Serratos 2009. Descripción Botánica (en línea) Consultado 5 de feb. 2021. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Zea_mays
14. Larios L, R Gordon, R. Obando, M. Osorio, G. López y J. Bolaños 1997. Eficiencia deUso de Nitrógeno en cultivo de maíz bajo distintos métodos de aplicación. In: Síntesis de resultados experimentales del PRM 1992. CIMMYT-PRM. Guatemala.338 p.
15. Linneo, Sp, PL.1753 Clasificación Taxonómica del maíz (en línea) Consultado 8 de abr. 2021 Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Zea_mays.
16. OÑATE, A. (2016). Duración de las etapas fenológicas y profundidad radicular del cultivo de maíz. Tesis. U. Técnica de Ambato.

17. Primavesi, A. 1984. Manejo ecológico del suelo. 5 ed. Rio de Janeiro, Brasil. El Ateneo. 499 p.
18. P.V. Nelson. 1985 fisiología de la planta (en línea) Consultado 2 de feb. 2021. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Zea_mays
19. Rodríguez, G; Paniagua. J. 1994 Horticultura Orgánica. San José Costa Rica, Fundación Guilombe Serie no. 1(2). 76 p.
20. SAGARPA. 2009. Avance de siembras y cosechas año agrícola 2015 riego + temporal. (en línea). Consultado el 6 de abr. 2021, Disponible en <http://www.siap.gob.mx/avance-de-siembras-y-cosechas-por-cultivo/>.
21. Sasaki, S; Alvarado, M; LI Kam, A. 1994. Curso Básico de Agricultura Orgánica. Alajuela, Costa Rica, UCR. 30 p.
22. Simmons, CH; Tarano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, Editorial del Ministerio de Educación Pública, "José de Pineda Ibarra". 6-18p.
23. Soto, G. 2003. Abonos orgánicos: definiciones y procesos. In: Memoria del curso sobre abonos orgánicos: Principios, aplicaciones e impacto en la agricultura. San José, Costa Rica. p. 20-49.
24. Taiz, L. and Zeiger, E., 1998, "Plant Physiology". 2nd ed., Sinauer Associates, Inc., Publishers.

25. Wilkes, G. Teosinte and the Other Wild Relatives of Maize. En: Recent Advances in the Conservation and Utilization of Genetic Resources: Proceedings of The Global Maize Germplasm Workshop. México. D.F. CIMMYT, 1988. p. 70-80.
26. Wilkes, H. G. y Goodman, M. M. Mystery and Missing Links: The origen of Maize. En: Maize Genetics Resources. Taba, S (Eds.). Maize Program Special Report. México,D.F. CIMMYT, 1995

2.13. ANEXO

Figura 19A Distanciamiento entre planta.

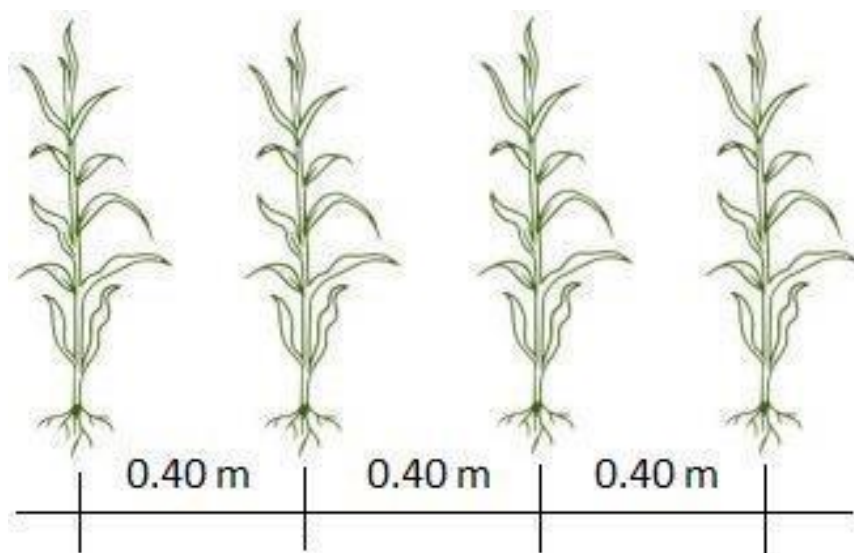


Figura 20A. Distanciamiento entre surco

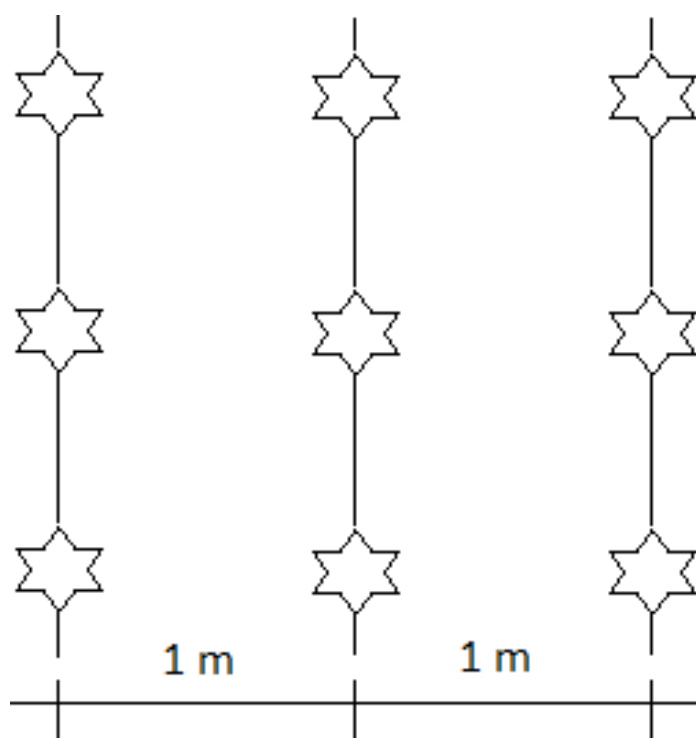


Figura 21A. Crecimiento de las plantas de Maíz en la parcela de investigación



Fuente: Propia, EPS 2020

Figura 22A. Abonado del cultivo de maíz.



Fuente: Propia, EPS 2020

Figura 23A. Medición del sistema radicular de la planta en cada tratamiento establecido.



Fuente: Propia, EPS 2020

Figura 24A. Monitoreo del cultivo de maíz en su etapa de crecimiento.



Fuente: Propia, EPS 2020

Figura 25A. Monitoreo constancia de la parcela de investigación en su etapa de crecimiento y producción.



Fuente: Propia, EPS 2020

Figura 26A. Conteo de la cantidad de mazorcas por planta.



Fuente: Propia, EPS 2020

Figura 27A. Medición de las variables evaluadas en el cultivo.



Fuente: Propia, EPS 2020

Figura 28A. Desarrollo y crecimiento de las mazorcas.



Fuente: Propia, EPS 2020

Figura 29A. Cosecha del cultivo de maíz.



Fuente: Propia, EPS 2020

Figura 30A. Mazorca lista para ser cosechada, milpa completamente seca.



Fuente: Propia, EPS 2020

Figura 31A. Evaluación de las características de la mazorca de cada tratamiento.



Fuente: Propia, EPS 2020

Figura 32A. Se llevó a cabo el pesado de las mazorcas de cada tratamiento.



Fuente: Propia, EPS 2020

Figura 33A. Conteo de granos y filas de las mazorcas obtenidas en la parcela de investigación



Fuente: Propia, EPS 2020

Figura 34A. Mapa de la ubicación de la Aldea Pacalaj en el municipio de Salamá Baja Verapaz.

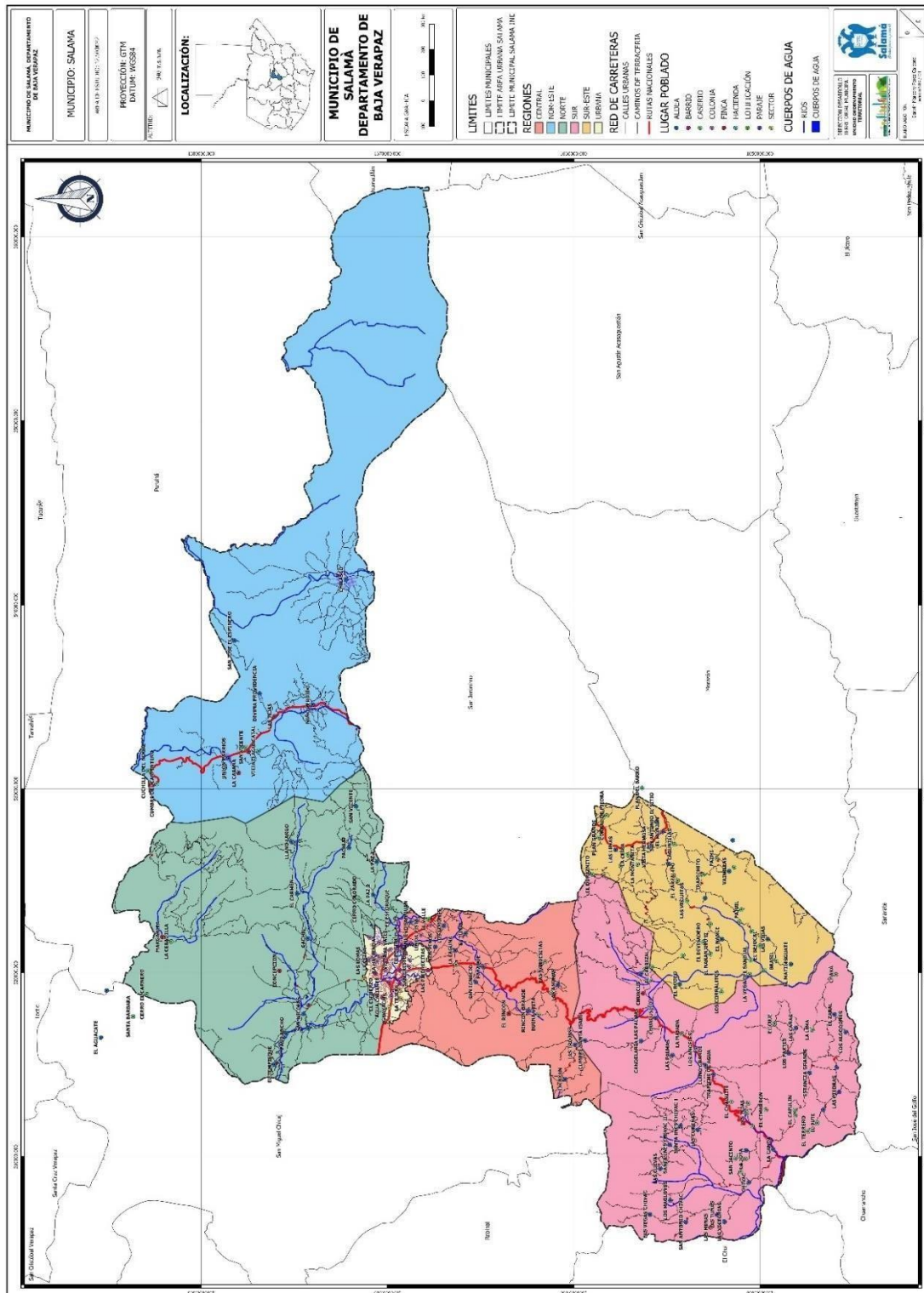


Figura 35A. Mapa de la Región Norte, Salamá Baja Verapaz

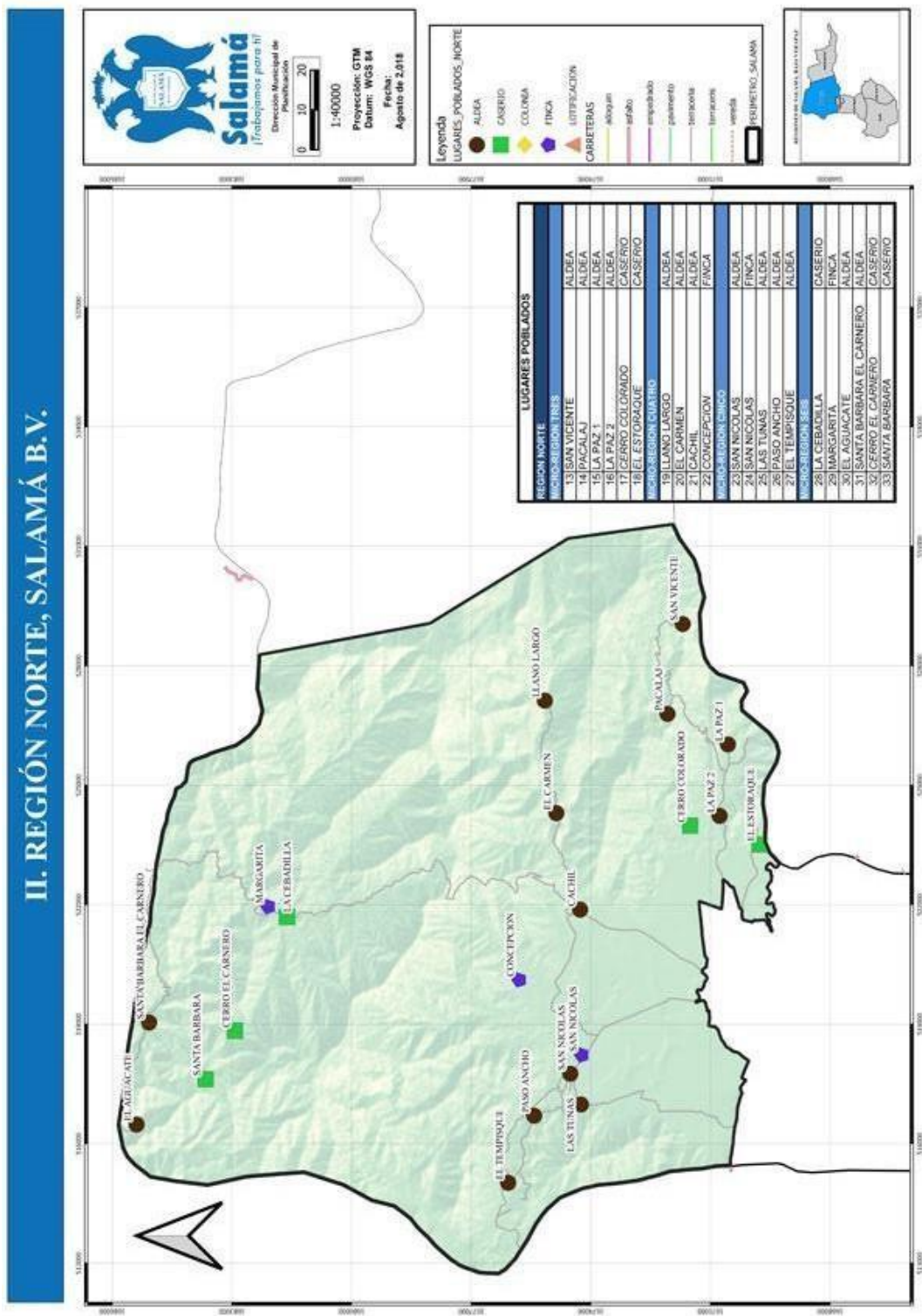


Figura 36A. Mapa del Corredor Seco de Salamá Baja Verapaz.

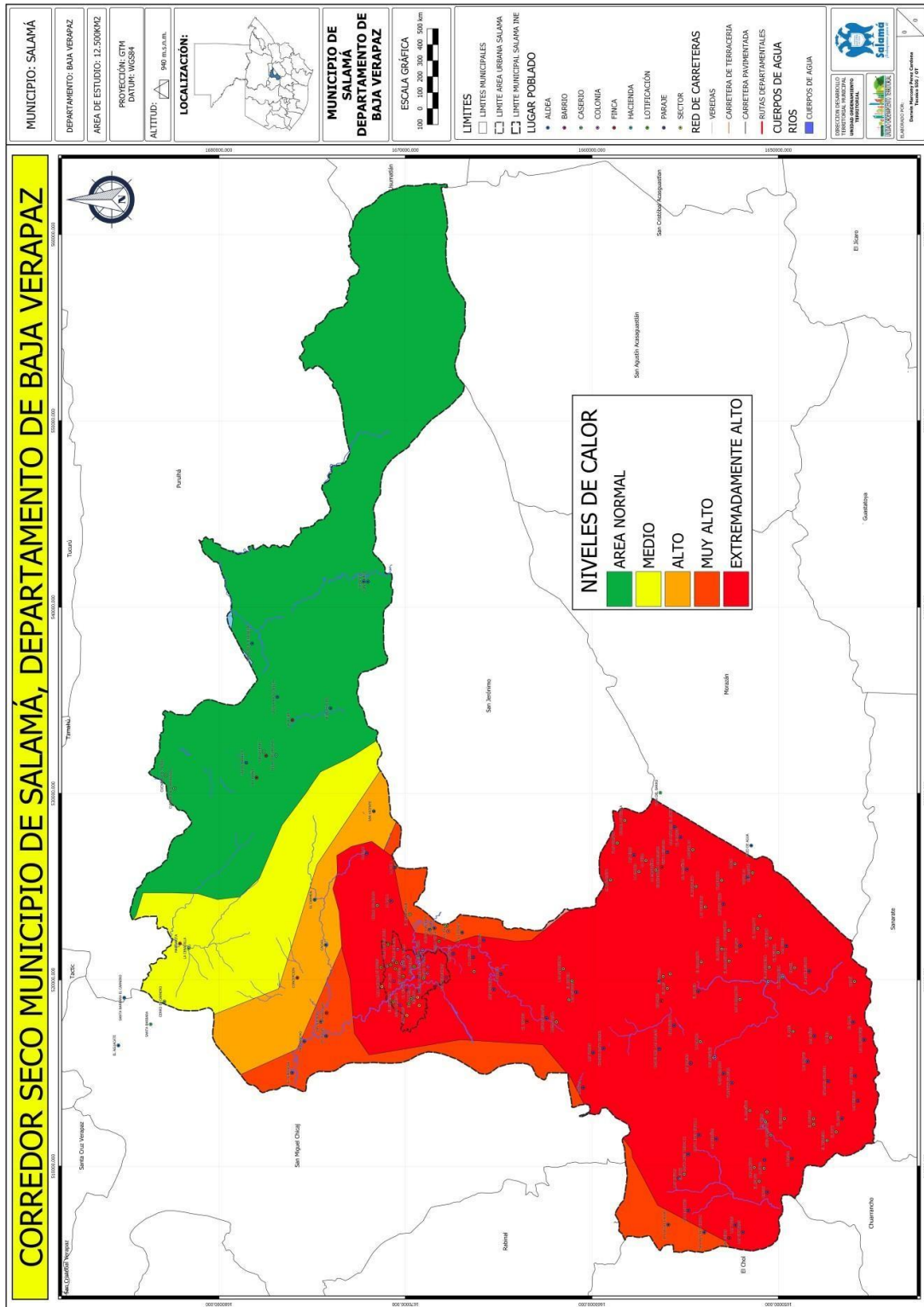


Figura 37A. Resultados de las características físicas-químicas y las metodologías utilizadas para su determinación.

Características	Metodología	Resultados
Propiedades físicas	Al tacto / Interpretación de análisis de suelos y recomendaciones, Guerrero B, 1998.	TEXTURA -Fina: Franco arcillosa. -Suelo pesado difícil de trabajar RETENCION DE HUMEDAD -Densidad aparente (g.cm-1): 1.4 -Porosidad total: 47 % -Capacidad de campo (%Hd peso): 22-26 (%hd vol): 34 -Punto de marchitez (%hd peso): 7.5-9.5 CAPACIDAD DE INFILTRACION -Velocidad de infiltración: 0.80 cm/h -Calificación: lenta FORMAS DE RIEGO DE ACUERDO AL TIPO DE SUELO -Tiempo de riego para mojar 60cm de profundidad: 3 a 4 horas -Largo máximo del surco: 200 m -Pendiente máxima del surco: 2-3 %
Propiedades químicas.	Checker Portable pH Meter	pH 6.5-7.2

Fuente: Elaboración propia, EPS 2020

Figura 38A. Costos de producción en el cultivo de maíz, implementada en la aldea Pacalaj.

Cantidad	Descripción	Costo Total/ Tratamiento				Unidad de medida
		TA= Maíz criollo Pacalaj + Abono orgánico Gallinaza	TB=Maíz criollo Pacalaj + Abono orgánico Lombricompost	TC=Maíz criollo Pacalaj + Abono orgánico Bokashi	TD=Maíz criollo Pacalaj + sinabono orgánico	
25	Tubos PVC DE 1" 125 PSI	Q. 587.50	Q. 587.50	Q. 587.50	Q. 587.50	Tubos
1	Filtro de agua	Q. 195	Q. 195	Q. 195	Q. 195	Unidad
1	Broca de 16 milímetros	Q. 100	Q. 100	Q. 100	Q. 100	Unidad
2	Teflón	Q. 10	Q. 10	Q. 10	Q. 10	Rollos
25	Tapones Pvc de 1"	Q. 125	Q. 125	Q. 125	Q. 125	Unidad
1	Pegamento PVC	Q. 60	Q. 60	Q. 60	Q. 60	Unidad
1	Rollo de poliducto de 1"	Q. 150	Q. 150	Q. 150	Q. 150	Rollo
10 Paq.	Conectores con Empaque de salida rápida (Inicial C/Goma 17 mm)	Q. 197.5	Q. 197.5	Q. 197.5	Q. 197.5	Unidad
10	Rollo de cinta de goteo 8 mil 0.8 LPH 1000 m (SilverDrip)	Q. 5250	Q. 5250	Q. 5250	Q. 5250	Rollo
Total de la Instalación de sistema de riego		Q. 6675	Q. 6675	Q. 6675	Q. 6675	
35	Lombricompost 100 Lb.	X	Q. 70	X	X	Quintal
35	Gallinaza 100 Lb.	Q. 60	X	X	X	Quintal
35	Bokashi 100 Lb.	X	X	Q. 65	X	Quintal
Total de los insumos de producción		Q. 2100	Q. 2450	Q. 2275	0	
Mano de obra		Q. 240	Q. 240	Q. 240	Q. 240	
Total de costos de producción		Q. 9015	Q. 9365	Q. 9,190	Q. 6915	

Fuente: Elaboración propia, EPSA 2020



CAPITULO III: SERVICIOS REALIZADOS EN SALAMA, BAJA VERAPAZ.

3.1 INTRODUCCIÓN

El municipio de Salamá, se caracteriza por la producción de diversidad de productos agrícolas que son de mucha importancia nutricional como económica para las familias, existen productores que han innovado en sus sistemas de producción e incorporado buenas prácticas agrícolas, que los han hecho mejorar sus rendimientos.

La actividad económica principal de la comunidad de Pacalaj es la agricultura. Siendo esta de subsistencia y con graves problemas que provocan inseguridad alimentaria en la región. El principal problema al que se han enfrentado los agricultores son los efectos del cambioclimático, asimismo, se ubican dentro del corredor seco. La disminución de los caudales, debido a la poca precipitación pluvial y el incremento de la temperatura hicieron de la agricultura una actividad poco interesante, sin embargo, ello no reduce la importancia que denota dentro de las familias.

Con el propósito de promover el crecimiento socioeconómico de los pequeños productores de la comunidad del tunal se prevé establecer un comité local de investigación agrícola, el cual de manera participativa identificarán las necesidades de investigación y de generación de información que permita mejorar los rendimientos de los cultivos identificados y hacer de la actividad agrícola una actividad rentable.

3.2 OBJETIVOS

3.2.1 Objetivo general

Identificar los problemas prioritarios de las comunidades y desarrollar tecnología apropiadas para las necesidades de los agricultores a nivel local.

3.2.2 Objetivos específicos

1. Promover la participación organizada de los productores a través de la organización de un comité local de investigación agrícola.
2. Implementar una parcela de investigación en el cultivo con mayor interés para la comunidad
3. Colectar información valiosa para los productores y reforzar la adopción de mayores formas de aprovechamiento de los recursos existentes en la parcela.
4. Resolver problemas de productividad en cultivos de mayor importancia en la comunidad seleccionada con la finalidad de mejorar las plantaciones a nivel local.

3.3 SERVICIO 1: Comités locales de investigación agrícola

3.3.1 Presentación

El municipio de Salamá, se caracteriza por la producción de diversidad de productos agrícolas que son de mucha importancia nutricional como económica para las familias, existen productores que han innovado en sus sistemas de producción e incorporado buenas prácticas agrícolas, que los han hecho mejorar sus rendimientos. La actividad económica principal de la comunidad es la agricultura.

Siendo esta de subsistencia y con graves problemas que provocan inseguridad alimentaria en la región. Los cultivos que predominan en la comunidad son: maíz y frijol.

El principal problema al que se han enfrentado los agricultores son los efectos del cambio climático, asimismo, se ubican dentro del corredor seco. La disminución de los caudales, debido a la poca precipitación pluvial y el incremento de la temperatura hicieron de la agricultura una actividad poco interesante, sin embargo, ello no reduce la importancia que denota dentro de las familias.

Las áreas rurales de Salamá cuentan con cultivos de granos básicos que desde años se han desarrollado, pero buena parte de sus productores desconocen sobre las buenas prácticas y técnicas alternativas para lograr una mejor producción. Además que no existe mucha literatura que pueda orientar el manejo de dicho cultivo. Por tal razón se pretende implementar a nivel de productores dos comités locales de investigación, que puedan en su momento generar información importante que oriente el manejo de dicho cultivo y les permita mejorar su rendimiento.

La orientación y la capacitación de agricultores de las áreas rurales más vulnerables de Salamá es fundamental para mejorar las técnicas y tecnologías de producción, el aprovechamiento de los recursos existentes

adaptativos ante el cambio climático y la orientación para resolver las necesidades que enfrentan las familias rurales a través de la extensión rural actividades fundamentales para contribuir con el desarrollo rural integral del país con una visión de equidad.

3.3.2 Objetivos

3.3.2.1 General:

- Promover la investigación a nivel comunitario en cultivos de granos básicos

3.3.2.2 Especifico:

1. Organizar 2 comités locales de investigación sobre los cultivos de granos básicos.
2. Colectar información valiosa para los productores y reforzar la adopción de mayores formas de aprovechamiento de los recursos existentes en la parcela.
3. Ayudar a las familias rurales a identificar sus problemas y conocer las condiciones climáticas y edafológicas de la zona.
4. Implementar actividades para la adaptación de 3 variedades de maíz en el área.
5. Promover la participación organizada de los productores rurales en acción que generen beneficios para dicha comunidad.

3.3.3 Metas

1. Un comité organizado para la investigación agrícola a nivel local
2. Dos parcelas demostrativas implementadas que generan información relevante para los productores de granos básicos y hortalizas en el municipio.

3. Mejoramiento de los niveles de producción/ disminución de costos de producción.
4. Adopción de tecnologías de producción basadas en la utilización de los recursos existentes del área.

3.3.4 Metodología

Fase 1: Previo al evento

Realización y aprobación de plan de acción.

1. Priorización o selección de comunidades donde se pueda ejecutar el proyecto para la implementación coordinación con Desarrollo Social.
2. Gestión de insumos para implementación y seguimiento de dos parcelas demostrativas.
3. Elaboración de fichas para la toma de datos.

Fase 2: Durante el evento

1. Organización del comité
2. Selección de parcelas.
3. Entregas de insumos
4. Visitas de campo para brindar seguimiento y asistencia técnica.
5. Implementación de tecnologías apropiadas para el incremento de la producción.
6. Toma de datos generados en las parcelas
7. Sistematizar y registrar actividades.

Fase 3: Después del evento

1. Realización de informes y entrega a la Dirección financiera con sus respectivos

2. medios de verificación.
3. Informar a los medios de comunicación sobre las actividades realizadas.

3.3.5 Materiales y equipo

Cuadro 32 Materiales utilizados en las parcelas de investigación agrícola

No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA
1	Tubos PVC 1 pulgada 125 PSI	Unidades	5
2	Filtro para agua	Unidades	1
3	Rollo de cinta de goteo 8 milésimas, agujeros a cada 15cm	Unidades	1
4	Conectores con empaque	Unidades	25
5	Rollo de Poliducto 1"	Unidades	1
6	Fertilizante: * 20-20-0 *15-15-15 * Urea *Sulfato	Quintales	1 x c/u
7	Broca de 16mm	1	unidad
8	Teflón	2	rollos
9	Tapones PVC de 1 1/2	10	unidades
10	Pegamento PVC de 1/4	1	unidades
11	Combustible		galones
12	Nutrifer	12	Kilos
13	Sulfofert Algas	Litros	1
14	Foliar Orgánico: Organozato	Litros	2

Fuente: Elaboración Propia, EPS 2020

3.3.6 Resultados

Se realizó los siguientes eventos:

- Charlas cortas de capacitaciones mediante presentaciones a nivel de instructor y receptor.
- Capacitaciones constantes a nivel de parcela basadas en la técnica “aprenderhaciendo” basado en asistencia técnica constante *in situ*.
- 2 Charlas técnicas sobre la producción de hortalizas orgánicas.
- 2 Giras de intercambio en centros afines de producción de hortalizas.

Estas capacitaciones se realizaron constantemente y se enfocó la temática de acuerdo al tipo de hortaliza o especie a establecer, sean estas leguminosas, cucurbitáceas, brassicáceas, solanáceas, entre otras. De acuerdo al diagnóstico de disponibilidad de tiempo para capacitaciones, las actividades por lo general se desarrollaron por las tardes.

El procedimiento para su evaluación y asistencia técnica se basó en la supervisión de sus parcelas dentro del CACC. Un indicador importante fue el nivel comparativo de producción de las hortalizas (sistema tradicional y sistema tecnificado). De la misma manera, se llevó un control sobre la aplicación de los conocimientos adquiridos a las parcelas demostrativas de hortalizas manejadas por las participantes. Asimismo, se llevó un control de ingresos en la fase de mercadeo de productos.

3.3.7 Anexos

Figura 39A. Miembros del comité local de investigación



Fuente: Propia, EPS 2020

Figura 40A. Conformación del comité local de investigación y participación en lluvia de ideas de la problemática de la comunidad.



Fuente: Propia, EPS 2020

3.4 SERVICIO 2: Huertos familiares en áreas rurales de Salamá.

3.4.1 Presentación

El municipio de Salamá geográficamente se encuentra en el denominado “Corredor Seco” del país, por ende, es vulnerable a los efectos adversos del cambio climático, “La vulnerabilidad al cambio climático hace referencia al grado en que un sistema es susceptible e incapaz de hacer frente a los efectos adversos del cambio climático, incluyendo la variabilidad y los extremos climáticos (Libro vulnerabilidad GIZ, 2014)”.

En los últimos años los efectos del cambio climático han sido abrumadores los cultivos de granos básicos, hortalizas y los productos agrícolas de consumo familiar han sufrido un decaimiento en la calidad y cantidad, lo que ha dado lugar a que las familias se enfrenten a una inseguridad alimentaria y por ende los niños padezcan de desnutrición.

Esta variabilidad climática y efectos del cambio climático ha puesto en riesgo los medios de vida de la población, por lo que la unidad de gestión ambiental municipal -UGAM- se ha planteado como objetivo principal promover la resiliencia al cambio climático de los hogares más vulnerables y apoyar en el proceso de establecimiento de huertos familiares.

3.4.2 Objetivo

Implementación de huertos familiares sostenibles que contribuyen a mitigar la escasez de alimentos para familias del área rural

3.4.3 Metas

1. Que las familias de las comunidades se empoderen de los conocimientos adquiridos mediante las actividades ejecutadas sobre la producción hortícola sostenible y Buenas Prácticas Agrícolas y Ambientales -BPA-
2. Lograr una producción de hortalizas de buena calidad mediante la producción orgánica.
3. Influir en la disminución de la tasa de desnutrición en las comunidades afectadas.
4. Que a las comunidades donde se implemente la MACC se incorpore el enfoque de género.

3.4.4 Metodología

1. Para la implementación de la Medida de Adaptación al Cambio Climático de huertos familiares se utilizó diferentes técnicas de ingeniería para poder dar cumplimiento a los objetivos específicos, siendo ellas la implementación de sistemas de mini riego por goteo y el aprovechamiento de pequeños espacios de traspatio de los hogares.
2. Se implementaron huertos familiares en diferentes comunidades del municipio de Salamá, Baja Verapaz, en total se establecieron 83 sistemas productivos de huertos familiares con sistema de mini riego, distribuidos en 8 comunidades.
3. Esta medida de adaptación al cambio climático se desarrolló y coordinó con los COCODE'S, grupos organizados y organizaciones enfocados en aprender a cultivar hortalizas con enfoque orgánico.

4. Se brindaron charlas y capacitaciones donde se explicó detalladamente el tema de las BPA, además que se hizo entrega de un equipo de mini riego por huerto para un área de 10 metros lineales y 164 pilones de hortalizas por huerto, para el establecimiento de los huertos familiares.

3.4.5 Material y equipo

3.4.5.1 Parcelas productivas y disponibilidad de:

1. Pilones de hortalizas
2. Instalación de sistema de riego por goteo.
3. Cubetas
4. Conectores
5. Empaques
6. Cinta de aislar
7. Tapones de pvc
8. Tubo pvc
9. Filtro de agua
10. Pegamento pvc

3.4.6 Resultados

1. Se brindó asistencia técnica a los huertos familiares en las diferentes comunidades para verificar la correcta elaboración de los tabloncillos y tapescos.
2. Se brindó acompañamiento en las instalaciones de sistemas de mini-riego en Aldea La Divina Providencia 10, Aldea los Paxtes 10, Aldea San Julián Chuacus 10, Aldea Vainillas 10 , Aldea Pacalaj 9, Aldea Santa Inés No:1 10, Aldea San Vicente 11, Caserío Corral de Piedra 10 y Caserío La Sahuecita 13; haciendo un total de 93 personas beneficiadas.
3. Se hizo entrega de 93 kits de pilones de hortalizas para los huertos familiares en la Aldea La Divina Providencia, Aldea los Paxtes, Aldea San Julián Chuacus, Aldea Vainillas, Aldea Pacalaj, Aldea Santa Inés No: 1 Aldea San Vicente, Caserío Corral de Piedra y Caserío La Sahuecita

4. Se brindó asistencia técnica a los huertos familiares en las Aldeas de Pacalaj, San Vicente y San Julián Chuacus para verificar el crecimiento de las hortalizas y los cuidados respectivos para una buena producción.
5. Reinstalación de dos sistemas de mini-riego en la Aldea de San Vicente para mejorar el riego en las hortalizas.
6. Se hizo entrega de pilones de Chipilín para los huertos familiares en la Aldea La Divina Providencia, Aldea los Paxtes, Aldea San Julián Chuacus, Aldea Vainillas, Aldea Pacalaj, Aldea San Vicente Caserío Corral de Piedra y Caserío La Sahuecita.
7. Se brindó asistencia técnica a los huertos familiares en las Aldeas de San Vicente, San Julián Chuacus, las Sahuecitas y Los Paxtes para verificar el crecimiento de las hortalizas y los cuidados respectivos para una buena producción.
8. Se evaluó el rendimiento de la producción de las cosechas para verificar el cuidado de las hortalizas por parte de las personas beneficiadas por los huertos familiares.

3.4.7 Anexos

Figura 41A. Preparación de los tablones para siembra de pilones.



Fuente: Propia, EPS 2020

Figura 42A. Capacitaciones de huertos familiares



Fuente: Propia, EPS 2020

Figura 43A. Entrega de pilones para los huertos familiares



Fuente: Propia, EPS 2020

Figura 44A. Instalación de dos sistemas de mini-riego en la Aldea de San Vicente para mejorar el riego en las hortalizas.



Fuente: Propia, EPS 2020

Figura 45A. Asistencia técnica a los huertos familiares



Fuente: Propia, EPS 2020

Figura 46A. Entrega de pilones a comunidades beneficiadas.



Fuente: Propia, EPS 2020

3.5 SERVICIO 3: Producción de abono orgánico Lombricompost en áreas rurales de Salamá.

3.5.1 Presentación

El área sur de Salamá cuenta con los cultivos de hortalizas que desde hace años se encuentra desarrollando, pero buena parte de sus productores desconocen sobre las buenas prácticas y técnicas alternativas para lograr una mejor producción de abonos lombricompost.

Además que no existe mucha literatura que pueda orientar el manejo de dichos métodos de producción. Por tal razón se pretende implementar a nivel de productores dos comités locales de investigación, que puedan en su momento generar información importante que oriente el proceso de producción de abono orgánico y les permita mejorar su rendimiento.

3.5.2 Objetivos

1. Fortalecer las capacidades dentro de las familias en temas de producción agrícola sostenible y seguridad alimentaria.
2. Brindar asistencia técnica para la implementación de lombricomposteras, a fin de asegurar su sostenibilidad.

3.5.3 Metas

1. Impulsar el emprendimiento dentro de las familias para que ellos comiencen a ser productores y tener una sostenibilidad básica dentro de sus familias.
2. Dos visitas anuales a cada huerto familiar y lombricomposteras en el área urbano y rural.

3.5.4 Metodología

Fase 1: Previo al evento

1. Realización y aprobación de plan de acción.
2. Gestión de insumos para implementación y seguimiento lombricomposteras
3. Priorización o selección de comunidades para la implementación de lombricomposteras, además de la elaboración de un cronograma de implementación en coordinación con desarrollo Social.
4. Desarrollo social promueve y organiza comunidades para la implementación de lombricomposteras.

Fase 2: Durante el evento

1. De acuerdo al cronograma de capacitaciones y asistencias técnicas, la implementación de lombricomposteras, coordinar con participación ciudadana las convocatorias.
2. Entregas de insumos.
3. Desarrollar eventos de capacitación institucional, de acuerdo a cronogramas establecidos.
4. Visitas de campo para brindar seguimiento y asistencia técnica.
5. Sistematizar y registrar actividades.

Fase 3: Después del evento

1. Realización de informes y entrega a la Dirección financiera con sus respectivos medios de verificación.
2. Informar a los medios de comunicación sobre las actividades realizadas.

3.5.5 Material y equipo

Cuadro 33. Materiales utilizados en las lombricomposteras.

No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD
1	Combustible	Galones	90
2	Tubos pvc	Unidades	2
3	Metro de 8mts"	Unidades	2
4	Material didáctico (marcadores, cartulina, volantes informativos, lapiceros, resma de hojas oficio y tijeras)	Unidades	2
5	Clavos	Unidades	2
6	Martillos	Unidades	2
7	Nylon negro	Yardas	50
8	Regaderas	Unidades	2
9	Palas, piochas y azadones.	Unidades	2 x c/u
10	Tonel 200 Lts	Unidades	1
11	Filtro 3/4	Unidades	1
12	Rollo de cinta de goteo	Unidades	1
13	Conectores	Unidades	25
14	Rollo de Poliductos 1"	Unidades	1
15	Fertilizante: - 20-20-0 - Urea - Sulfato	Quintales	2 x c/u
16	Fertilizante Organozato	Litros	5
17	Pesticida Velax	Litros	1
18	Fungicida Antracol	Kilos	4

Fuente: Elaboración Propia, EPS 2020

3.5.6 Resultados

Se coordinó con participación ciudadana las solicitudes para asistencia técnica en las comunidades beneficiadas. Se entregó insumos, a las personas que formaron parte del proyecto. Además se desarrollaron eventos de capacitación, de acuerdo al cronograma establecido. Se implementaron en campo las lombricomposteras con previa capacitación, seguido de visitas de campo con la finalidad de brindar seguimiento y asistencia técnica.

El proyecto se enfocó en el fortalecimiento de capacidades, habilidades y destrezas de los participantes en las actividades que la municipalidad promueve a través de la Unidad de Gestión Ambiental Municipal, además del desarrollo de lombri-composteras, todo esto de la mano con capacitaciones y asistencia técnica en la producción agrícola sostenible y medidas de adaptación al cambio climático, enfocado a la seguridad alimentaria y nutricional de la población. Donde las demostraciones, el aprender haciendo e intercambios de experiencias con los participantes serán una herramienta importante.

3.5.7 Anexos

Figura 47A. Preparación de sustrato para producir lombricompost.



Fuente: Propia, EPS 2020

Figura 48A. Capacitaciones a comunidades del manejo y cuidado de las lombricomposteras



Fuente: Propia, EPS 2020

Figura 49A. Preparación de materia orgánica para lombricomposteras.



Fuente: Propia, EPS 2020

Figura 50A. Capacitas a comunidades sobre el manejo y cuidados en la producción de lombricompost.



Fuente: Propia, EPS 2020

Figura 51A. Producción de abono orgánico lombricompost.



Fuente: Propia, EPS 2020

3.6 BIBLIOGRAFÍA

1. MURCIA MUÑOZ, Gloria Patricia, 2018. et al. Proceso de certificación de buenas prácticas agrícolas (BPA)/ p.45
2. HENRRY,Ruiz Solsol,et al.Huertos familiares: adaptación al cambio climático y fortalecimiento de la seguridad alimentaria en territorios rurales.
3. <https://munisalama.gob.gt/Lombricomposterar>.
4. UGAM, municipalidad de Salamá/proyecto:Conservacion-unidad-gestion-ambiental/código SNIP:251552 /huertos familiares