

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE
INGENIERÍA EN CARRERA DE AGRONOMÍA TROPICAL**



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**EVALUACIÓN AGROECONÓMICA DEL SISTEMA PRODUCTIVO *Zea mays* L.
Poaceae “MAÍZ” EN LA COMUNIDAD AGRARIA MULTICULTURAL SAN
VICENTE, RETALHULEU.**

Por:

T.P.A. ANDREA MICHELLE PIMENTEL VELIZ

CARNÉ: 201142170

DPI: 2288 43421 1101

Correo: ampimentel0104@gmail.com

MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ, AGOSTO DE 2025

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE
INGENIERÍA EN CARRERA DE AGRONOMÍA TROPICAL**



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**EVALUACIÓN AGROECONÓMICA DEL SISTEMA PRODUCTIVO *Zea mays* L.
Poaceae “MAÍZ” EN LA COMUNIDAD AGRARIA MULTICULTURAL SAN
VICENTE, RETALHULEU.**

Por:

T.P.A. ANDREA MICHELLE PIMENTEL VELIZ

CARNÉ: 201142170

Ing. Agr. M.A. Héctor Rubén Posadas Ruiz

ASESOR -SUPERVISOR

MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ, AGOSTO DE 2025

**Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario del Suroccidente**

M.A. Walter Ramiro Mazariegos Biolis

Rector

Lic. Luis Fernando Cordón Lucero

Secretario General

Miembros del Consejo Directivo del Centro Universitario del Suroccidente

M.Sc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar

Director

Representante de los Profesores

M.Sc. Edgar Roberto Del Cid Chacón

Vocal

M.A. Luis Carlos Muñoz López

Vocal

Representante Graduado del CUNSUROC

Lic. Vilser Josvin Ramírez Robles

Vocal

Representantes Estudiantiles

TPA. Angélica Magaly Domínguez Curiel

Vocal

PEM Y TAE. Rony Roderico Alonzo Solis

Vocal

COORDINACIÓN ACADÉMICA

Coordinador Académico

Dr. Luis Gregorio San Juan Estrada

Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de Empresas

Dr. Álvaro Estuardo Gutiérrez Gamboa

Coordinadora Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

M.A. Rita Elena Rodríguez Rodríguez

Coordinador de las Carreras de Pedagogía

Dr. Nery Edgar Saquimux Canastuj

Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos

M.Sc. Víctor Manuel Nájera Toledo

Coordinador Carrera Ingeniería en Agronomía Tropical

M.Sc. Martín Salvador Sánchez Cruz

Coordinadora Carrera Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales, Abogado y

Notario

Lcda. Tania María Cabrera Ovalle

Coordinadora Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local

M.Sc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes

Área Social Humanista

Lic. José Felipe Martínez Domínguez

Carreras Plan Fin de Semana del CUNSUROC

Coordinador de las carreras de Pedagogía

Lic. Nestor Fridel Orozco Ramos

Coordinador Carrera Periodista Profesional y Licenciatura en Ciencias de la

Comunicación

Lic. Heinrich Herman León

DEDICATORIA

A DIOS: Por brindarme la fortaleza y la fe necesarias para culminar con éxito esta etapa de mi carrera profesional.

A MI MADRE: Elvia Veliz Por ser un ejemplo constante de integridad, esfuerzo y dedicación. Agradezco profundamente sus consejos y el apoyo incondicional que me ha brindado a lo largo de mi vida y en el desarrollo de mi carrera.

A MI TÍA: Olga Veliz por su respaldo incondicional durante mi formación académica y por guiarme con principios, hábitos y valores que han marcado positivamente mi camino personal y profesional.

A MI ABUELO: Lorenzo Veliz por su amor, apoyo y confianza en mis decisiones, así como por inculcarme sólidos valores. Dedico este logro a su memoria con profundo respeto y gratitud.

A MI ABUELA: Margarita Ochoa por su presencia constante, su cariño y por contribuir a mi formación como una persona íntegra. Este logro lo dedico también a su memoria con especial afecto.

A MI PROMETIDO: José Luis Salanic por tu apoyo, motivación y aliento constante para alcanzar mis metas académicas y profesionales. Te amo.

AGRADECIMIENTO

A:

Carrera de Agronomía Tropical, del Centro Universitario de Suroccidente.

Al Claustro de Agronomía Tropical por impartir sus conocimientos para mi formación profesional.

A la Comunidad Multicultural Agraria San Vicente, Champerico, Retalhuleu.

Al COCODE de Comunidad Multicultural Agraria San Vicente, y al Sr. Aníbal Alvarado (presidente de COCODE), por su colaboración y aportación en la realización de mi Ejercicio Profesional Supervisado.

A las Comisiones de Agricultura, Salud, Educación, De la Mujer y Deporte de comunidad Multicultural San Vicente Agrícola.

Ing. Agr. Héctor Posadas por guiarme en la realización de este documento y en la realización de mi Ejercicio Profesional Supervisado.

INDICE GENERAL

No.	Contenido	Página
RESUMEN.....		1
SUMARY.....		2
I. INTRODUCCIÓN.....		3
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....		4
III. JUSTIFICACIÓN.....		5
IV. MARCO TEÓRICO		6
1. Marco conceptual.....		6
1.1. Cultivo de <i>Zea mays</i>		6
1.2. Origen del cultivo		6
1.3. Historia del cultivo de maíz en Guatemala.....		6
1.4. Nivel económico del cultivo de <i>Z. mays</i>		7
1.5. Clasificación taxonómica.....		8
1.6. Descripción botánica.....		9
1.7. Principales variedades		13
1.8. Ciclo del cultivo		13
1.9. Requerimientos del cultivo		14
1.10. Sequía y estrés hídrico		17
1.11. Plagas que afectan al cultivo de maíz.....		17
2. Marco Referencial.....		20
2.1. Ubicación y localización geográfica		20
2.2. Vías de comunicación		21
2.3. Cultura e identidad		21
2.4. Datos históricos		21
2.5. Economía.....		21
2.6. Zonas de vida		22
2.7. Características climáticas		22
2.8. Altura.....		23

2.9.	Suelos.....	23
2.10.	Hidrografía	23
2.11.	Costos de Producción:.....	23
3.	Antecedentes de investigaciones asociadas a la investigación en estudio.	24
3.1.	Evaluación agroeconómica de materiales mejorados de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en asocio con frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) en comparación con materiales tradicionales en el cantón Catoyac, San Andrés Sajcabajá, El Quiché.	24
3.2.	Evaluación de dos variedades y dos híbridos de maíz (<i>Zea mays</i> L.), bajo las condiciones edafoclimáticas de la comunidad el Bran, municipio de Conguaco, Jutiapa, Guatemala, C.A.....	25
3.3.	Evaluación del rendimiento de dieciocho variedades de maíz de grano negro (<i>Zea mays</i> L.) del altiplano occidental de Guatemala en la estación experimental “Labor Ovalle” del ICTA, Quetzaltenango.	26
3.4.	Evaluación del potencial de rendimiento de cinco variedades de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en tres localidades de la región Chortí.	27
V.	OBJETIVOS.....	29
1.	Objetivo general.....	29
2.	Objetivos específicos	29
VI.	HIPÓTESIS.....	30
VII.	MATERIALES Y MÉTODOS	31
7.1.	Material experimental.....	31
7.1.1.	Recursos físicos.....	31
7.1.1.1.	Herramientas	31
7.1.1.2.	Insumos	31
7.1.1.3.	Control de plagas.....	31
7.1.2.	Recursos humanos	32

7.1.3. Recursos financieros	32
7.2. Metodología	32
7.2.1. Para determinar la variedad de maíz que presente mayor rendimiento en kg/ha, se procedió de la siguiente forma:	32
7.2.2. Para evaluar los componentes de producción en el desarrollo del cultivo. Se hizo lo siguiente:.....	34
7.2.3. Para realizar un análisis de costos de producción en kg/ha del cultivo de maíz. Se procedió de la siguiente manera:	35
7.3. Diseño experimental	36
7.4. Modelo estadístico	36
7.5. Tratamiento y aleatorización	37
7.6. Unidad experimental	38
7.7. Tratamientos a evaluar	38
VIII. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	39
1. Determinación de la variedad de maíz que presentó mayor rendimiento en kg/ha.	39
2. Evaluación de los componentes de producción en el desarrollo del cultivo de maíz.	41
3. Realizar un análisis de costos de producción en kg/ha del cultivo de maíz	46
IX. CONCLUSIONES	47
X. RECOMENDACIONES	48
XI. REFERENCIAS	49
XII. ANEXOS	53

INDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Clasificación taxonómica del maíz.	8
2. Ciclo del cultivo de maíz	13
3. Descripción de las etapas del ciclo del cultivo de maíz.	14
4. Costos de producción (Quetzales) para la producción de una manzana de maíz en diferentes zonas de producción de Guatemala.	24
5. Herramienta y materiales utilizados durante la investigación en estudio.	31
6. Material experimental.....	31
7. Productos para el control de plagas.....	31
8. Jornales para manejo de la evaluación.....	32
9. Descripción de los tratamientos a evaluar.	38
10. Rendimiento de maíz en kg/ha en la Comunidad Agraria Multicultural San Vicente, Retalhuleu.....	39
11. Análisis de varianza y con un nivel de significancia del 5%. Se evaluaron los rendimientos de las diferentes variedades de maíz en comunidad Agraria Multicultural San Vicente, Retalhuleu.....	39
12. Prueba de Tukey y con un nivel de significancia al 5%. Se evaluaron los rendimientos de maíz producidos.	40
13. Evaluación de componentes en el cultivo de maíz en estudio.....	42
14. Análisis de varianza sobre la variable tamaño de mazorca	42
15. Datos transformados utilizando ($\bar{X}$) obtenidos sobre la variable número de hilera de maíz por mazorca	43
16. Análisis de varianza sobre la variable número de hilera de maíz por mazorca	43
17. Prueba de Tukey al 5% sobre la variable número de hilera de maíz	44
18. Datos de la variable altura de la planta de maíz	44
19. Análisis de varianza sobre la variable altura en el cultivo de maíz	45

20. Prueba de Tukey al 5% sobre la variable altura de maíz en el cultivo de maíz	45
21. Ingreso de venta y costos de producción por hectárea, ordenados por tratamientos, para conocer la rentabilidad y relación B/C de la investigación en estudio.....	46
22. Resumen general de los rendimientos de producción de las diferentes variedades de maíz por tratamiento y por unidad de área, en comunidad Agraria San Vicente, Retalhuleu.....	56
23. Datos obtenidos sobre la variable número de hileras de maíz por mazorca en la comunidad Agraria San Vicente, Retalhuleu.	56
24. Costos de producción por hectárea del tratamiento uno, en comunidad Agraria San Vicente, Retalhuleu.....	57
25. Costos de producción por hectárea para el tratamiento dos, en comunidad Agraria San Vicente, Retalhuleu.....	58
26. Costos de producción por hectárea del tratamiento tres, en comunidad Agraria San Vicente, Retalhuleu.....	59

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Cariópside de maíz y sus partes.....	10
2. Enfermedades que más afectan en el cultivo de maíz.....	18
3. Croquis de la comunidad Agraria Multicultural San Vicente, Champerico Retalhuleu.	20
4. Diseño de la unidad experimental en la Comunidad Agraria Multicultural San Vicente, Retalhuleu.	37
5. Unidad experimental en la Comunidad Agraria Multicultural San Vicente, Retalhuleu.....	38
6. Preparación del terreno para llevar a cabo la investigación en comunidad Agraria Multicultural San Vicente.....	53
7. Preparación de las semillas a utilizar para la investigación.	53
8. Siembra del cultivo de maíz en la comunidad Agraria Multicultural San Vicente, Champerico, Retalhuleu.	54
9. Germinación del cultivo de maíz y monitoreo sobre el crecimiento de las plantas de maíz.	54
10. Siembra de las variedades de maíz utilizadas en la investigación A- (var. JC-24), B-(var. Dekalb-390), C-(var. Pionner W3966P).	55
11. Cosecha de maíz llevada a cabo por tratamientos.	55

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo realizar una evaluación agroeconómica de tres variedades mejoradas de *Zea mays* L. Poaceae “maíz” y cuál de estas proporcionó un mayor rendimiento en kilogramos por hectárea (kg/ha), en la Comunidad Agraria Multicultural San Vicente, localizada en el municipio de Champerico, Retalhuleu.

Para llevar a cabo el estudio, se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, donde se evaluaron tres variedades: *DK-390*, *Pioneer P3966W* y *Valle Verde JC-24*. Los resultados de la investigación mostraron que la *DK-390* tuvo mejores resultados con 3,677.62 kg/ha, con una rentabilidad positiva. Esta superó a las otras dos. En segundo lugar, se ubicó la *Pioneer P3966W* con 3,551.6 kg/ha, obteniendo también una rentabilidad positiva. Ambas variedades destacaron por sus buenos resultados en los componentes de producción. Por otro lado, la *Valle Verde JC-24* tuvo los resultados más bajos en cuanto a los componentes de producción, crecimiento y rendimiento con 3,043.68 kg/ha, presentando una rentabilidad negativa.

Los resultados indican que la *DK-390* es la más adecuada para las condiciones agroecológicas de la comunidad, ya que no solo presentó el mejor resultado, sino que también ofreció una rentabilidad positiva. En cambio, la *Valle Verde JC-24* mostró ser menos eficiente, lo que sugiere que no sería una opción viable para los agricultores de la comunidad.

SUMMARY

The objective of this research was to conduct an agroeconomic evaluation of three improved varieties of *Zea mays* L. Poaceae (maize) and to determine which of them provided the highest yield in kilograms per hectare (kg/ha) in the Agrarian Multicultural Community of San Vicente, located in the municipality of Champerico, Retalhuleu.

To carry out the study, a randomized block experimental design was used, in which three maize varieties were evaluated: DK-390, Pioneer P3966W, and Valle Verde JC-24. The results showed that the DK-390 variety performed best, with a yield of 3,677.62 kg/ha and a positive profitability, outperforming the other two varieties. In second place was Pioneer P3966W, with a yield of 3,551.6 kg/ha, also showing positive profitability. Both varieties stood out for their favorable performance in terms of production components. In contrast, Valle Verde JC-24 recorded the lowest performance in terms of production components, plant growth, and yield, achieving 3,043.68 kg/ha and resulting in negative profitability.

The findings indicate that the DK-390 variety is the most suitable for the agroecological conditions of the community, as it not only delivered the highest yield but also demonstrated positive profitability. On the other hand, Valle Verde JC-24 proved to be less efficient, suggesting it is not a viable option for the farmers in the community.

I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación tuvo como objetivo general la Evaluación agroeconómica de tres variedades mejoradas de *Zea mays* L. Poaceae “maíz” en la Comunidad Agraria Multicultural San Vicente ubicada en el municipio de Champerico, Retalhuleu y como objetivos específicos se tuvo determinar qué variedad de maíz presentara mayor rendimiento en Kg/ha, la evaluación de los componentes de producción y realizar un análisis de costos de producción.

La comunidad Agraria Multicultural San Vicente se encuentra ubicada en el municipio de Champerico, está ubicado al sur del departamento de Retalhuleu, a una distancia de 32 kilómetros de la cabecera departamental y 220 de la ciudad capital, su altitud es de 6 msnm y se localiza a 14° 17' 35" latitud norte y -91° 54' 50" longitud oeste.

Según Pimentel (2023), debido al bajo rendimiento del cultivo de *Z. mays* la comunidad Multicultural Agraria San Vicente se ha visto afectada, porque las variedades como PIONEER P3966W que han sembrado los agricultores han demostrado tener bajos rendimientos, obteniendo cosechas que oscilan entre los 58.5 qq por hectárea, afectando directamente los ingresos y los precios de las ventas al final son variables, afectando la rentabilidad del cultivo.

Se utilizó un experimento de bloques al azar, donde se evaluaron tres variedades de *Z. mays* DK-390, PIONEER P3966W y VALLE VERDE JC-24; teniendo el mejor resultado de rendimiento de producción la variedad DK-390 con 3,677.62 kg/ha, con una rentabilidad del 9%, seguido la variedad PIONEER P3966W con 3,551.6 kg/ha y con una rentabilidad del 9%, en cuanto a los componentes de producción estas dos variedades antes mencionada obtuvieron en promedio los mejores rendimientos, mientras que la variedad VALLE VERDE JC-24 para cada etapa de su evaluación de acuerdo a los resultados obtuvo el menor rendimiento con 3,043.68 kg/ha, la rentabilidad fue negativa con -2% y los componentes de producción esta variedad obtuvo el peor crecimiento.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El objeto de estudio fue evaluar el cultivo de maíz a través de diferentes variedades, su rendimiento y desarrollo, considerando que para la comunidad Multicultural Agraria de San Vicente, el cultivo de *Z. mays* es considerado de importancia económica, ya que lo cultivan no solamente para consumo sino para generar un ingreso económico a través de las cosechas. A pesar de ello, los agricultores han utilizado variedades que no han demostrado ser de alta productividad (Pimentel, 2023).

Continúa mencionando Pimentel (2023), en los últimos cinco años los rendimientos de cosecha del cultivo de *Z. mays*, en la comunidad se mantiene entre los 2,000 a 2,275 kilogramos por hectárea, donde debería de producir en promedio los 4,050 kg/ha, teniendo una diferencia de aproximadamente 2,000 kg/ha y esto permite que el cultivo de *Z. mays* no sea rentable al momento de producirlo. Los pobladores especialmente los agricultores, han tenido continuamente dificultades sobre el rendimiento en el cultivo de *Z. mays*, y el desconocimiento de utilizar cualquier variedad ha afectado el rendimiento del cultivo haciendo la tarea más difícil porque posiblemente las variedades utilizadas no se adapten a las condiciones de la comunidad.

Dentro de las prioridades de los agricultores está mejorar la producción buscando alternativas introduciendo una nueva variedad. Por esta razón se propone plantear dentro de esta investigación las diferentes interrogantes logrando contestar técnicamente: ¿Qué variedad de *Z. mays* presenta un mejor rendimiento dentro de la comunidad multicultural Agraria de San Vicente? ¿Qué componente de rendimiento presenta un mejor crecimiento de acuerdo a las variedades de *Z. mays* en estudio? ¿Qué tratamiento presenta una mejor rentabilidad de acuerdo a las variables en estudio?

III. JUSTIFICACIÓN

El cultivo predominante en la comunidad Agraria San Vicente es el cultivo de *Z. mays*, el cual es de gran importancia económica para los pobladores, como también ha formado parte en la base alimenticia de la dieta de las familias, esto quiere decir que obtener rendimientos de producción que oscilan entre los 3,636 kg/ha, beneficiaria a un aproximado de 350 familias que habitan en dicha comunidad, y para ello es importante determinar que variedad en estudio es la más recomendada pero también cual es la variedad más rentable en cuanto a la relación beneficio-costos.

Es por eso que Pimentel (2023), menciona en su diagnóstico la importancia de introducir nuevas alternativas de variedad en la comunidad Agraria de San Vicente, debido a que los mismos a través de los años han presentado una serie de problemas como es el bajo rendimiento de producción.

Tomando en consideración los planteamientos antes descritos la siguiente investigación, se basa en la evaluación de diferentes variedades de maíz, evaluando principalmente el rendimiento de producción y sus componentes, pero también la rentabilidad de cada variedad evaluada que es uno de los factores importantes el agricultor busca al momento de realizar la siembra.

IV. MARCO TEÓRICO

1. Marco conceptual

1.1. Cultivo de *Zea mays*

El *Z. mays* es uno de los alimentos más antiguos conocidos. El *Z. mays* es uno de los tres cereales (junto con el trigo y el arroz) más importantes del mundo, Con el crecimiento de la población humana, la demanda por los cultivos de Cereales y Oleaginosos aumentó, llevándolos a ocupar la mayor parte de la superficie sembrada en las áreas más productivas del mundo (López, 2011).

1.2. Origen del cultivo

El cultivo de *Z. mays* tuvo su origen, con toda probabilidad en el centro primario en México y regiones adyacentes en Guatemala, donde se domesticó y comenzó a cultivarse probablemente a partir del pasto teocintle *Zea spp.* El cultivo de maíz en Guatemala forma parte de la dieta básica de sus habitantes y está profundamente arraigado en su cultura desde épocas ancestrales (Orellana, A, & Dardon, D., 2020).

1.3. Historia del cultivo de maíz en Guatemala

Entre los pueblos mayas actuales de Guatemala aún se conserva el culto a la deidad del maíz. En Huehuetenango esta puede ser masculina como en el caso de Santiago Chimaltenango, donde recibe el nombre de Padre Paxil, o femenina, como en Colotenango, donde la llaman K'txu (Nuestra Madre en mam) o Paxil. Paxil es el nombre del lugar donde se originó el maíz según el Popol Vuh, el libro sagrado de los K'ich's, donde según una de las versiones del origen del maíz de la tradición oral mam de los municipios de Ixtahuacán y Colotenango, el grano provino de ahí por conducto de los animales, y es donde reside la "Madre Maíz".

Cuenta la tradición oral que antiguamente no había maíz, y que en esa época los hombres se alimentaban de la raíz de una planta llamada txetxina (madre Maíz); planta de raíz muy grande y de un tallo único. Cuentan también que... "Fue entonces cuando los antiguos se dieron cuenta de que el estiércol del gato de monte (wech) contenía maíz".

1.4. Nivel económico del cultivo de *Z. mays*

El *Z. mays* es el grano básico de mayor consumo en Guatemala, la principal forma de consumo es "la tortilla" elaborada en los hogares a partir del grano entero, siendo la base de la comida de la mayoría de las familias guatemaltecas, consumiendo en promedio 114 kg por persona por año (2.5 quintales), sin embargo, este valor puede duplicarse y en algunos casos hasta triplicarse dependiendo del ingreso económico de las familias

El maíz ocupa la mayor superficie del área con potencial de uso agrícola a nivel nacional, durante el año 2017-2018, se sembraron en Guatemala 1,074,058 hectáreas con el cultivo de maíz, de las cuales se estimó una producción de 2,605,551 Toneladas Métricas; con un rendimiento promedio de 2,205.14 kg/ha (33.96 quintales/manzana) (ENA, 2018).

La producción nacional se encuentra distribuida de la siguiente forma: Petén (18%), Alta Verapaz (10%), Quiché (8%), Jutiapa (7%), Huehuetenango (6%), San Marcos (5%), Retalhuleu (5%), Santa Rosa (5%), Chimaltenango (4%), Escuintla (4%), Quetzaltenango (4%), y los demás departamentos de la república suman el (24%) restante. El 62.3% de la superficie cosechada se encuentra concentrada en 7 departamentos: Petén (18.4%), Alta Verapaz (13.1%), Quiché (8.1%), Huehuetenango (7.5%), Jutiapa (6.6%), San Marcos (4.7%), e Izabal (4%) (MAGA, 2015; MAGA, 2018).

En Guatemala el *Z. mays* se produce mayormente en pequeñas áreas de terreno, siendo por esta razón un cultivo de minifundio, el 92% de las fincas donde se produce posee una extensión menor a siete hectáreas.

1.5. Clasificación taxonómica

La diversidad genética del maíz a nivel mundial es amplia. Hay más de 250 razas clasificadas y se encuentran alrededor de 10,000 entradas almacenadas en los principales bancos de germoplasma a nivel mundial. Mesoamérica es considerada centro de origen, donde se cultiva desde las épocas precolombinas. En Guatemala se han clasificado 13 razas de maíz, entre las cuáles se pueden mencionar: raza Olotón, San Marceño, Quiché, Naltel, entre otros. Dentro de la diversidad de maíz existen cultivares de menos de 1 m de altura, 8-9 hojas y una madurez de 60 días y otros con más de 5 m de altura, 40-42 hojas y una madurez de 340 días (Doebley, 2003).

Es una gramínea anual, robusta, de 1-4 m de altura, determinada, normalmente con un solo tallo dominante, pero puede producir hijos fértiles, hojas alternas en ambos lados del tallo, pubescentes en parte superior y glabras en parte inferior, monoica con flores masculinas en espiga superior y flores femeninas en jilotes laterales; potándrica con la floración masculina ocurriendo normalmente 1-2 días antes que la femenina, polinización libre y cruzada con exceso de producción de polen: 25-30 mil granos por óvulo, granos en hileras incrustados en el olote, mazorca en su totalidad cubierta por hojas; metabolismo fotosintético C4 (Doebley, 2003).

Tabla 1. Clasificación taxonómica del maíz.

Taxonomia	
Clase:	<i>Equisetopsida</i>
Subclase:	<i>Magnoliidae</i>
Superorder:	<i>Lilianae</i> Takht.
Order:	<i>Poales</i> Small
Familia:	<i>Poaceae</i> Barnhart
Genero:	<i>Zea</i> L.
Especie:	<i>Zea mays</i> L.

Fuente: Sanchez, R. (2010)

El grano de maíz es una fruta completa (*cariopsis*) con una semilla, que consiste fundamentalmente en el embrión y el endosperma, se encuentra incrustada en el pericarpio, que es parte del ovario. En promedio, el pericarpio ocupa 5.5%, el endosperma 82%, el embrión 11.5% y el pedicelo solamente 1% del total, respectivamente. El grano contiene alrededor de 1.5-1.6% de N, 0.3% de P, 0.35% de K, 0.03% de Ca, 0.12% de S, 0.17% de Mg, correspondiente con 75% de carbohidratos, 10% de proteína, 5% de lípidos y 10% de agua. El endospermo que forma la mayor parte del grano 80-85% contiene en su superficie una capa llamada aleurona, cuyo espesor está formado por una célula, capa que es muy rica en proteínas y grasas. El contenido de proteína promedio en el maíz es de 8-10%, aproximadamente la mitad o las tres cuartas partes se hallan en la porción de gluten corneo (Doebley, 2003).

El germen constituye 10-15% del peso del grano, encierra la quinta parte del total de proteínas del grano entero. El maíz contiene cuatro tipos de proteínas: prolaminas, principalmente en forma de zeína, glubulina, glutelina y albumina. La zeína aporta casi la mitad de la proteína total del grano entero y aproximadamente la mitad de las contenidas en el endospermo (Doebley, 2003).

1.6. Descripción botánica

El maíz es una planta C₄, porque inicialmente en el proceso de fotosíntesis fija CO₂ en ácidos de cuatro carbonos. Este tipo de plantas tienen mayores tasas fotosintéticas por unidad de superficie de hoja que las plantas C₃ cuando ambas son expuestas a: altos niveles de luminosidad y temperatura, a niveles normales de concentración de CO₂. Por lo tanto, alcanzan una alta productividad al acumular grandes cantidades de carbohidratos para formar tejidos. Cuando la temperatura alcanza 25 a 35°C y los niveles de irradiación solar son altos, las plantas C₄ son dos veces más eficientes que las C₃, convirtiendo la energía solar en materia seca. Otra ventaja de las plantas C₄ es

el hecho de no presentar foto respiración, limitando así la pérdida de CO₂ únicamente a la producida durante la respiración en oscuridad (FAO, 2001).

La comúnmente llamada semilla o grano de maíz es botánicamente un fruto llamado cariósipide, el cual está compuesto de tres partes principales (Figura 1):

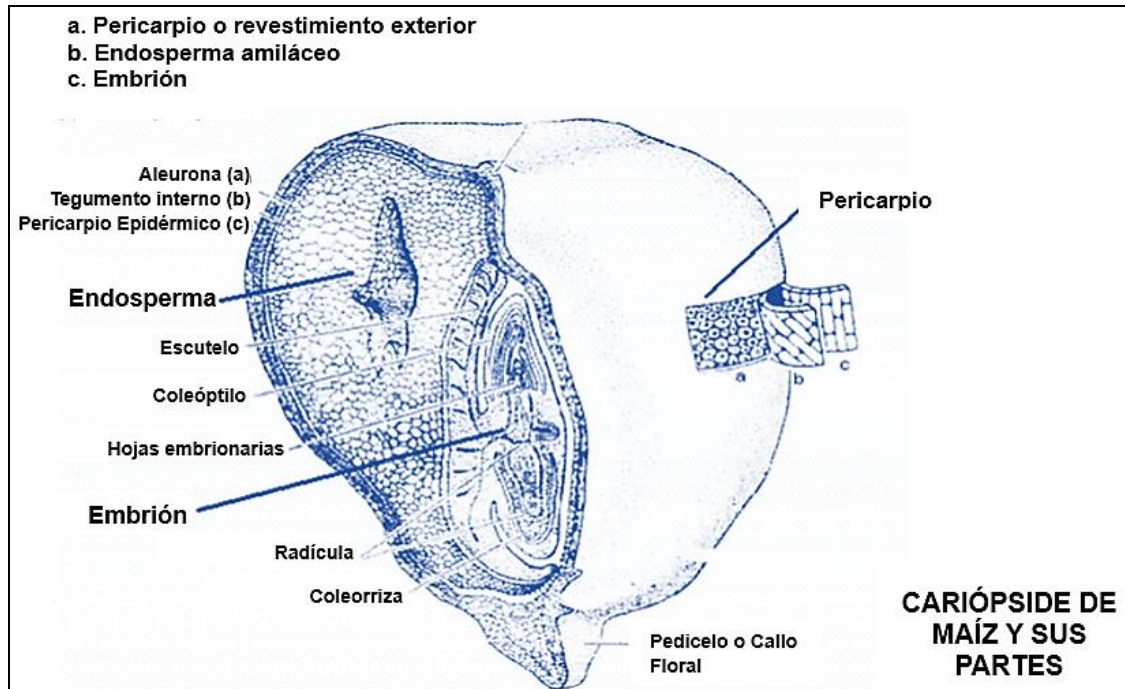


Figura 1. Cariósipide de maíz y sus partes.

Fuente: FAO, (2001)

a. Pericarpio:

Es la cubierta protectora de la cariósipide contra patógenos, como hongos y bacterias. Por lo tanto, si se daña puede verse muy comprometida la germinación. Entonces es importante iniciar la siembra con semillas sanas, sin quebraduras y se debe verificar la integridad de éstas antes de colocarlas en el terreno.

b. Endosperma:

Amiláceo Constituye la reserva energética principal de la cariósipide, de la cual la plántula obtiene almidón y sustancias proteicas mientras desarrolla

su aparato radicular y la aparición de las hojas para poder ser autótrofa. El endosperma, aunque puede variar de acuerdo al tipo o raza de maíz, representa el 80% del peso de la cariósida, de la cual el 90% es almidón y 7% proteínas, más pequeñas cantidades de grasas y sustancias minerales.

c. Embrión:

Es una planta de maíz en miniatura, donde se formará y crecerán todos los órganos vegetativos y reproductivos de la planta. La plúmula dará origen a las hojas, la radícula a las raíces y el cotiledón que es el depósito nutritivo, que contiene bastante aceite y sustancias esenciales para los primeros estados de desarrollo durante la germinación y crecimiento de la cariósida.

La germinación es uno de los períodos más críticos en el desarrollo de la planta. Los tejidos de la semilla, ricos en alimentos, están propensos al ataque de patógenos si esta no ha sido desinfectada convenientemente.

La temperatura y humedad del suelo tiene un rol preponderante. Si el terreno se encuentra muy húmedo, frío o seco, la germinación será lenta y la plántula puede morir antes de establecerse. La temperatura mínima en el suelo para iniciar la germinación es de 12 a 14°C. El agua se absorbe a través del tegumento externo, se hincha y dos o tres días después emite la radícula. Luego, en dos o tres días más, aparece la plúmula, siempre y cuando las condiciones ambientales se mantengan (Bartolini, 1990).

Unos diez días después de la fecha de siembra, aparece el coleóptilo o plúmula en forma de punta, que cuando recibe luz emite dos hojas, la primera tiene forma redondeada y no será reconocible en planta adulta. Mientras tanto se va formando el sistema radicular primario que permite a la planta una cierta independencia de las agotadas reservas ya consumidas del endosperma. Una adecuada combinación de temperatura y humedad del suelo permitirá a la semilla germinar en forma rápida, dando origen a una plántula vigorosa y capaz de desarrollar un sistema radical eficiente, de vital importancia en etapas posteriores.

Las deficiencias de nutrientes no son críticas en los primeros días, pero, a medida que la planta comienza a depender de sus raíces para nutrición, la carencia de elementos mayores, en especial de nitrógeno, puede afectar el crecimiento y desarrollo. Muchas de las anomalías que se presentan en este período no tienen necesariamente un efecto irreversible si se corrigen a tiempo, pues la planta es muy flexible en sus requerimientos y posee una gran capacidad de recuperación (FAO, 2001).

La planta de maíz se compone de:

- **Raíces.** Presenta dos tipos de raíz: las primarias y fibrosas que van bajo tierra, y las adventicias que brotan del primer nudo de la planta y son superficiales. Ambas permiten que se mantenga erguido el largo tallo (FAO, 2001).
- **Tallo.** Compuesto a su vez por tres capas: una epidermis impermeable y transparente, una pared vegetal por la que circula la savia y una médula de tejido esponjoso y blanco en donde se almacenan los azúcares
- **Hojas.** Generalmente lanceoladas, largas y finas, alcanzando los 120 centímetros de longitud y los 9 centímetros de ancho
- **Inflorescencias.** Se trata de las “flores” de la planta, distintas según el sexo de la misma:
 - ✓ **Masculinas.** Llamada panícula, panoja, espiga o *miahuatl*, consisten en un eje central y ramas laterales, en donde brotan florecillas que poseen tres estambres cada una, en donde se produce el polen necesario para fecundar a las hembras
 - ✓ **Femeninas.** Llamadas mazorcas, son espigas cilíndricas dotadas de flores en hileras paralelas, provistas de ovarios en los que el polen germina, produciéndose así las semillas o granos que, al estar

maduros, adquieren una contextura bulbosa y coloración uniforme, siendo comestibles (FAO, 2001).

1.7. Principales variedades

Existen variedades de maíz que se siembra en Guatemala, particularmente para los agricultores.

Existen numerosas especies de maíz, de las cuales destacan:

- **Maíz dulce.** Usado con fines gastronómicos debido a su alto contenido de azúcares (FAO, 2001).
- **Maíz de harina.** Su contenido en almidones lo hacen muy blando e idóneo para la molienda y elaboración de harinas
- **Maíz de corteza dura.** Variedad americana de granos extremadamente duros
- **Maíz reventador.** De granos regulares, propicios para elaborar palomitas de maíz (pochoclo, cotufa, etc.) sometidos a cocción en seco (FAO, 2001).

1.8. Ciclo del cultivo

Tabla 2. Ciclo del cultivo de maíz

Fase vegetativa: primeros 60 días				Fase reproductiva: segundos 60 días	
1ª etapa 1-8 días	2ª etapa 8-25 días	3ª etapa 25- 45 días	4ª etapa 45- 60 días	1ª etapa 60 a 100 días	2ª etapa 100 a 120 días

Fuente: FAO, (2001).

Tabla 3. Descripción de las etapas del ciclo del cultivo de maíz.

Etapa	Trabajo que se debe realizar
Primera: de la siembra hasta los 8 días	Se realiza la primera abonada, con una fórmula que contenga Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Se aplica todo el Fósforo y el Potasio que ocupa el cultivo y la cuarta parte del Nitrógeno. Si la siembra es manual, lo mejor es aplicar el fertilizante. Si el cultivo es mecanizado, es más conveniente fertilizar al momento de la siembra.
Segunda: de los 8 a los 25 días	A los 25 días se realiza la segunda abonada, aplicando una fórmula nitrogenada en cantidad suficiente para suplir las 3 cuartas partes del nitrógeno requerido. En lugares donde llueve mucho, o en aquellas donde por el tipo y topografía del suelo se favorece la pérdida de nitrógeno, esta fertilización es conveniente fraccionarla en dos partes. Una parte a los 20 días y la otra a los 40.
Tercera: de los 25 a los 45 días	Durante los primeros 45 días, el cultivo se debe mantener libre de malezas que compitan por nutrientes, especialmente por el nitrógeno. Esto se logra mediante chapeas o con la aplicación de herbicida sistémico 15 a 22 días antes de siembra, o bien aplicando un herbicida sellador 1 o 2 días después de sembrar. Si se planea en el mismo terreno sembrar frijol después del maíz, entonces no se debe aplicar sellador.
Cuarta: de los 45 a los 60 días	Sucede la floración.

Fuente: FAO, (2001).

1.9. Requerimientos del cultivo

1.9.1. Clima

La mayoría de los híbridos de maíz se cultivan en regiones de temporal, de clima caliente, y de clima subtropical húmedo, pero no se adaptan a regiones semiáridas. 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. Para que se produzca la germinación en la semilla la temperatura debe situarse entre los 15 a 20° C. El maíz llega a soportar temperaturas mínimas de hasta 8° C y a partir de los 30° C pueden

aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes minerales y agua. Para la fructificación se requieren temperaturas de 20 a 32° C (Flores, 2000).

1.9.2. Suelo

El maíz muestra notoria predilección por suelos ricos en materia orgánica y dotada de adecuadas propiedades físicas y biológicas del suelo. La adaptabilidad en este aspecto es igualmente importante, aunque sean más favorables los suelos francos, profundos y con elevado nivel de fertilidad. El suelo ideal para el cultivo de maíz es de textura intermedia, de franco a franco-arcilloso. Los suelos para el maíz deben ser bien drenados y aireados, al ser este uno de los cultivos menos tolerantes a la baja difusión de aire en el suelo. El pH ideal para la siembra de maíz es de 5,5 a 7,0 existiendo fuera de estos límites problemas de toxicidad de ciertos elementos.

1.9.3. Altura

El cultivo de maíz se presenta como uno de los cultivos de mayor variabilidad genética y adaptabilidad ambiental, sembrándose en latitudes desde 55N a 40S y del nivel del mar hasta 3,800 m de altitud (Flores, 2000).

1.9.4. Horas Luz

En cuanto a la floración, el maíz es una planta de días cortos por lo que florece rápido, los mayores rendimientos se obtienen con 11 a 14 horas luz por día, también reportaron que el maíz es una planta cuantitativa de días cortos, lo que significa que el progreso hacia la floración se retrasa progresivamente a medida que el fotoperiodo excede un valor crítico mínimo (Bolaños, J. & Edmeades, G. 1992)

1.9.5. Agua

El cultivo de maíz, dependiendo de las condiciones climáticas, y sin considerar otros factores de producción, requiere a lo largo de su ciclo de 500-800 mm de agua bien distribuida de acuerdo con sus fases fenológicas. Las fases de floración y llenado de grano son las más críticas para obtener la máxima producción (Reyes, 2018).

Se mencionan que en el maíz la disponibilidad de agua en el momento oportuno, es el factor ambiental más crítico para determinar el rendimiento. El periodo con mayor exigencia de agua, es el que va desde 15 días antes de la floración hasta 30 días después (Reyes, 2018).

Un estrés causado por deficiencia de agua en el periodo de floración puede ser motivo de una merma del 6 al 13 % por día, en el rendimiento final.

La disponibilidad de la humedad del suelo es de los factores más importantes que afectan el rendimiento del maíz, en términos de calidad y rendimiento. Dicho rendimiento depende en gran medida de como el riego es calendarizado en las diferentes etapas fenológicas del cultivo (Reyes, 2018).

1.9.6. Contenido nutricional del grano de Maíz

El maíz es la principal fuente de energía en la dieta del guatemalteco, sin embargo, este cereal es deficitario en cantidad y calidad de proteína, especialmente aminoácidos esenciales como la lisina y triptófano y también de micronutrientes como el zinc (Arreaga, 2024).

Guatemala ocupa el tercer lugar a nivel mundial y el primer lugar a nivel de Latinoamérica en desnutrición crónica en niños menores de 5 años con 46.5% y un 16.6% de desnutrición crónica severa (SESAN, 2018; ICEFI, 2019).

1.10. Sequía y estrés hídrico

La falta de agua es el factor más limitante en la producción de maíz en las zonas tropicales y subtropicales. Cuando hay estrés hídrico o sequía durante las primeras etapas (15 a 30 días) de establecido del cultivo puede ocasionar pérdidas de plantas jóvenes, reduciendo así la densidad poblacional o estancar su crecimiento. Sin embargo, el cultivo puede recuperarse sin afectar seriamente el rendimiento. Cerca de la floración (desde unas dos semanas antes de la emisión de estigmas, hasta dos semanas después de ésta) el maíz es muy sensible al estrés hídrico, y el rendimiento de grano puede ser seriamente afectado si se produce sequía durante este período (Flores, 2000).

1.11. Plagas que afectan al cultivo de maíz

La plaga más dañina en el cultivo de maíz es el gusano cogollero. Ataca principalmente en la fase vegetativa. Por lo tanto, se debe monitorear la plaga y aplicar productos biológicos o químicos cuando 20 de cada 100 plantas presente daños.

El control de cogollero se puede realizar mediante aplicaciones foliares de piretroides o de un producto biológico tipo *Bacillus Turigensis*, siguiendo las especificaciones del producto. En todo caso, lo mejor es utilizar productos amigables con el ambiente.

1.12. Enfermedades que afectan al cultivo de maíz

Las enfermedades que más afectan son las siguientes:

Complejo Mancha de Asfalto (CMA) provocado por *Phyllachora maydis*, *Monographella maydis*, *Coniothyrium phyllachorae* (FAO, 2001): ha causado pérdidas en la producción de maíz de hasta 80% principalmente en regiones del norte y oriente de Guatemala (Figura 2).

Complejo del achaparramiento: puede llegar a ocasionar pérdidas en el cultivo de maíz de hasta 70%.

Mancha foliar ocasionada por *Curvularia spp* (FAO, 2001): puede llegar a ocasionar pérdidas en el rendimiento del cultivo de maíz de hasta 60%.



Figura 2. Enfermedades que más afectan en el cultivo de maíz.

Fuente: FAO, (2001).

1.13. Que es un diseño en bloques

La creación de bloques tiene el objetivo de tener comparaciones precisas entre los tratamientos de los estudios de investigación. Los bloques son un medio para reducir y controlar la varianza del error experimental con el fin de lograr una mayor precisión (Mariacas, 2009).

La necesidad de los diseños en bloque surge debido a que el diseño totalmente aleatorizado no controla la varianza del error experimental. En estos diseños se contemplan dos tipos de efectos: los de los tratamientos, que son los que interesan al investigador, y los de los bloques, influencias que se desean eliminar. Se supone que las unidades experimentales en esta clase de diseños son relativamente homogéneas respecto a las variables de respuesta

medidas; pero algunas veces no existe un número suficiente de unidades homogéneas para un experimento completo con estos diseños.

Cualquier factor que afecta la variable de respuesta y que varía entre las unidades experimentales aumenta la varianza del error experimental y disminuye la precisión de los resultados del experimento. Factores tales como la edad o peso de los animales, lotes distintos de reactivos o material fabricado, género de sujetos humanos y separaciones físicas de parcelas son ejemplos de variables externas al tratamiento que pueden aumentar la variación entre las observaciones de las variables de respuesta (Mariacas, 2009).

El uso de bloques estratifica las unidades experimentales en grupos homogéneos o unidades parecidas. Una buena elección de los criterios de formar bloques disminuye la variación entre las unidades dentro de los bloques en comparación con las unidades de diferentes bloques, las categorías generales de buenos criterios son:

- Proximidad (parcelas adyacentes) ■ Características físicas (edad o peso)
- Tiempo ■ Administración de tareas en el experimento

Un grupo de parcelas adyacentes forma un bloque en los experimentos de agronomía, los animales agrupados según su peso o etapa de lactancia forman bloques de unidades experimentales homogéneas, el ingeniero usa un solo lote de material fabricado para formar un bloque o grupo homogéneo de unidades experimentales para el tratamiento, los experimentos de laboratorio usan técnicos como factor de bloque para eliminar la variación entre ellos y cada técnico prepara una réplica del tratamiento como un bloque (Mariacas, 2009).

Los diseños de bloque completamente aleatorio se caracterizan por que las unidades experimentales se agrupan en dos o más bloques completos, es decir, en unidades compactas, en cada uno de los cuales están representados una sola vez, todos los tratamientos por ensayar, son apropiados para los casos en que se observa una cierta tendencia de variación en el material experimental. (Mariacas, 2009).

El número de tratamientos debe ser el menor posible dentro de cada bloque, pero suficiente para lograr los objetivos del experimento. Cuando el tamaño del bloque aumenta debido a un gran número de tratamientos se incrementará la variabilidad aleatoria dentro de este, cuando el comportamiento de las unidades experimentales se pueda predecir, el bloque es común y más eficaz que el diseño completamente al azar (Mariacas, 2009).

2. Marco Referencial

2.1. Ubicación y localización geográfica

La comunidad Agraria Multicultural San Vicente se encuentra ubicada en el municipio de Champerico, al sur del departamento de Retalhuleu, a una distancia de 32 kilómetros de la cabecera departamental y 220 de la ciudad capital, su altitud es de 6 msnm y se localiza a $14^{\circ} 17' 35''$ latitud norte y $-91^{\circ} 54' 50''$ longitud oeste. A continuación, se presenta la ubicación de la comunidad.

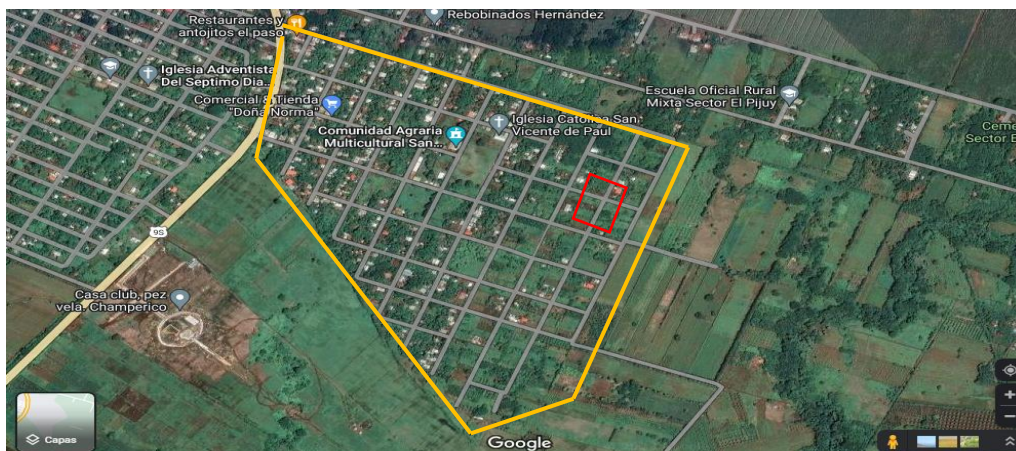


Figura 3. Croquis de la comunidad Agraria Multicultural San Vicente, Champerico Retalhuleu.

Fuente: Google Earth, (2024).

Dentro de la comunidad también se encuentra ubicada la parcela de trabajo, donde fue llevada a cabo la investigación teniendo varios accesos de terracería a través de rutas alternas.

2.2. Vías de comunicación

Se llega al municipio a través de la Ruta Nacional 9-S, asfaltada, la cual entronca en la cabecera departamental con la Carretera Interamericana CA-2. La entrada a la comunidad se encuentra en el kilómetro 220 e internamente Posee además caminos de terracería, que unen a la comunidad con otros sectores.

2.3. Cultura e identidad

El idioma predominante es el español, sin embargo, en la comunidad hay personas que hablan otros idiomas como mam, kiche, kakchikel, ixil, chuj y otros. Las religiones que predominan son la católica y la protestante en sus diversas manifestaciones, observándose un decrecimiento en la primera y un aumento en la segunda, que tiene una organización horizontal sin jerarquías.

2.4. Datos históricos

La comunidad Multicultural Agraria San Vicente fue fundada en la fecha 14 de noviembre del 2023, siendo una compraventa gestionada por Fondo de Tierras, antes esta zona era de fincas y haciendas de ganado y se habían desarrollado algunos núcleos de población en diferentes lugares. Actualmente la comunidad tiene un aproximado de 350 familias, según censo realizado en el año 2022 por entidades del COCODE de la comunidad.

2.5. Economía

Ha fundamentado su economía en la agricultura, especialmente en la siembra de maíz, ajonjolí y frutales. El desarrollo agrícola de la zona trajo consigo como

secuela, una serie de problemas. Uno de ellos, que se puede considerar como principal ha sido el abandono gradual de otras actividades importantes como la ganadería y las dificultades que se han presentado en el cultivo de maíz.

2.6. Zonas de vida

En Champerico hay 2 zonas de vida según De La Cruz, J. R (1983), el Bosque Seco Subtropical, que es una faja angosta de 3 a 5 Km. De ancho a lo largo del litoral, con precipitaciones que van de 800-995mm como promedio total anual y el Bosque Húmedo Subtropical (cálido); esta zona tiene un régimen de lluvias de 1000 a 1200 mm anuales, el clima es cálido durante todo el año, con temperaturas de 25.5 a 28°C. Según mapeo participativo en la actualidad la temperatura puede alcanzar hasta los 36°C (Rodríguez, 2016).

2.7. Características climáticas

- a. Temperatura: La temperatura promedio anual es de 28 grados Celsius, las temperaturas son elevadas durante todo el año, con variaciones anuales muy pequeñas y con variaciones diarias alrededor de 8 grados Celsius (ICC, 2023)
- b. Precipitación: La precipitación pluvial va desde los 600 a los 2000 mm en los meses de mayo a noviembre, que son los meses donde se da la mayor cantidad de lluvia. Las lluvias de mucha intensidad son comunes y puede haber un periodo llamado “temporal”, en el que puede llover 2 o 3 días y el cual cubre extensas zonas, ocasionando daños a los cultivos y vías de comunicación. También hay otros periodos de sequía como las llamadas “canículas” que tiene una duración de 5 a 8 días (ICC, 2023).
- c. Viento: Debido a que los vientos tienen origen en el Océano Pacífico van en dirección Sur-Norte y se caracterizan por ser moderados a fuertes. Las condiciones climáticas extremas como vientos huracanados no son frecuentes pero los vientos fuertes que afectan plantas frágiles como el maíz pueden ocurrir (ICC, 2023).

2.8. Altura

El área se caracteriza por sus tierras de pendientes muy suaves características de la zona de las planicies del Litoral del Pacífico por lo que la elevación del suelo va de los 3 a los 15 msnm.

2.9. Suelos

Los suelos de la comunidad en general son bien drenados de textura pesada, superficie de color oscuro y subsuelos arcillosos de café rojizo, son de la serie Ixtan. Champerico y Bucul.

2.10. Hidrografía

Para la comunidad Agraria Multicultural San Vicente la hidrografía está compuesta por el río Bolas y Rosario; existen algunos zanjones como lo son El Pijuy y El Tigre (Rodríguez, 2016).

2.11. Costos de Producción:

De acuerdo al ICTA (2,002) se realizó un análisis de los costos de producción que implica la siembra de una manzana de maíz. Estos costos varían entre regiones. Se utilizaron los precios de los insumos que rigieron en el ciclo de cultivo del año 2002. Los costos de mano de obra e insumos, son un promedio de lo observado en la zona. Se incluyeron los costos de producción observados en la región de la Costa Sur (Escuintla-Suchitepéquez) bajo la tecnología de labranza convencional y de conservación, Oriente (Jalapa-Jutiapa) en labranza convencional y Altiplano Occidental (Quezaltenango) labranza convencional. Los datos corresponden a siembras de temporada que para el caso del altiplano inicia en abril y para la zona del Trópico Bajo entre mayo-junio, dependiendo del inicio de las lluvias. Los datos del rendimiento corresponden a agricultores

promedio que utilizan algún grado de tecnología referente al uso de semilla mejorada, fertilizantes y otros.

Tabla 4. Costos de producción (Quetzales) para la producción de una manzana de maíz en diferentes zonas de producción de Guatemala.

	Zona del Trópico Bajo		Zona Altiplano	
	Costa Sur		Oriente	Occidente
Actividades	L. Convencional	L. Conservación	L. convencional	L. convencional
Costos Operativos				
Arrendamiento	600	600	300	400
Preparación terreno	250	0	300	640
Mano de obra*	1325	1425	1250	2105
Insumos agrícolas**	910	970	660	579
Sub-total Costo Prod.	3085	2995	2510	3724
Rendimiento qq/mz	65	65	60	80
Q/qq	55	55	50	70
Ingresos (Q)	3575	3575	3000	5600
Costo de Producción	3085	2995	2510	3724
Ingreso Neto	490	580	790	1876
Rentabilidad (%)	16	19	31	50
Costo Unitario (Q)	47.46	46.08	41.80	46.55

*= Incluye mano de obra en siembra, limpiezas manuales, aplicación de plaguicidas, dobla, cosecha, desgrane.

**=Incluye el costo de semilla, fertilizantes, herbicidas, insecticidas.

Fuente: Datos de campo estimados en cada zona productora durante el ciclo 2002B por C. Perez, J.L. Zea y M. Fuentes, respectivamente.

Fuente: ICTA, (2002).

3. Antecedentes de investigaciones asociadas a la investigación en estudio.

3.1. Evaluación agroeconómica de materiales mejorados de maíz (*Zea mays* L.) en asocio con frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en comparación con materiales tradicionales en el cantón Catoyac, San Andrés Sajcabajá, El Quiché.

Méndez, R. (2004), menciona en su tesis donde se evaluaron dos materiales mejorados de maíz, la variedad ICTA B-1 y el híbrido HB-83 en asocio y monocultivo en comparación con el material criollo de la región, y poder determinar cuál de los materiales tiene un mayor rendimiento y cual es económicamente más rentable. Utilizando el diseño estadístico bifactorial en bloques al azar, con las variables respuesta: altura de la planta, número de

mazorcas por planta, peso de la mazorca, número de filas por mazorca, número de granos por fila, peso de 100 granos, rendimiento de grano en Kg/ha. Estadísticamente el híbrido HB-83 en asocio y monocultivo fue el que alcanzó los mejores rendimientos, seguido de la variedad ICTA-B1, quedando con los más bajos rendimientos el material criollo. Además, se realizó un análisis económico determinándose el tratamiento más rentable, que en su orden fueron: el híbrido HB-83 en monocultivo, el HB-83 en asocio, el ICTA B-1 en monocultivo, ICTA B-1 en asocio, teniendo como resultado que el material criollo en asocio y monocultivo dio porcentajes negativos, el cual indica que, en lugar de obtener un beneficio económico, se está perdiendo.

3.2. Evaluación de dos variedades y dos híbridos de maíz (*Zea mays* L), bajo las condiciones edafoclimáticas de la comunidad el Bran, municipio de Conguaco, Jutiapa, Guatemala, C.A.

Según Morales, G. (2017), la investigación se realizó utilizando un diseño experimental de bloques completamente al azar. Consistió en evaluar el comportamiento de dos variedades y dos híbridos de maíz bajo las condiciones edafoclimáticas de la comunidad El Bran. Se llevó a cabo la evaluación de variedades (ICTA B-5, ICTA B-7) e híbridos (HR-245, DK-390) de maíz (*Zea mays* L), para conocer su respuesta a las condiciones edafoclimáticas de la comunidad El Bran. El mayor rendimiento se observó en la variedad ICTA B-7 con 5,675 kg/ha de maíz, el segundo mejor rendimiento fue mostrado por el híbrido DK-390 con 4,814.40104 kg/ha, el tercer mejor rendimiento fue mostrado por el híbrido HR-245 con 3,741.38021 kg/ha. Le siguió en orden decreciente el material criollo con rendimiento de 3,452.08333 kg/ha y el rendimiento más bajo se observó en la variedad ICTA B-5 con 2,881.17188 kg/ha.

3.3. Evaluación del rendimiento de dieciocho variedades de maíz de grano negro (*Zea mays* L.) del altiplano occidental de Guatemala en la estación experimental “Labor Ovalle” del ICTA, Quetzaltenango.

Arreaga, M. (2024) menciona en su trabajo de graduación que el objetivo del estudio fue evaluar el rendimiento de dieciocho variedades de maíz de grano negro en el altiplano de Guatemala. Los tratamientos evaluados fueron nueve variedades repatriadas del banco de germoplasma del Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT), México; 3 variedades sintéticas del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) y 6 variedades del altiplano del país, siendo estos, San Marcos, Totonicapán y Chimaltenango. El estudio se realizó en la “Estación Experimental Labor Ovalle” a una altitud de 2454 msnm. El diseño experimental utilizado fue Alpha Látice (3×6) genotipo *bloque con tres repeticiones y los datos fueron analizados mediante Infostat con el uso de modelos lineales generales y mixtos con pruebas de medias a través de DGC (Di, Rienzo, Casanoves y Guzmán). Las variables de respuesta evaluadas fueron: días a la floración masculina y días a la floración femenina, siendo la variedad RP1 la más precoz con 83 días; en cuanto a la altura de tallo y altura de mazorca, la variedad ICTA SIN-01 presento el porte más bajo con 184 cms. y 85 cms. respectivamente; para la variable de presencia de enfermedades la variedad ICTA SIN-02 presentó la menor incidencia, siendo esta, el 1.69%; para las variables porcentaje de acame de raíz, porcentaje de acame de tallo y número de plantas por parcela no presentaron diferencia significativa. Para determinar rendimiento de grano en Kg/ha se analizaron los datos de peso en campo, mala cobertura de mazorca y pudrición de mazorca; Los resultados muestran que la mayor producción de grano fue de la variedad CH con un rendimiento de 9,294.45 Kg/ha, seguida de la variedad RP7 con un rendimiento 8,787.7 Kg /ha y la variedad SM2 con un rendimiento de 7,986.81 Kg/ha.

3.4. Evaluación del potencial de rendimiento de cinco variedades de maíz (*Zea mays* L.) en tres localidades de la región Chortí.

Según Morales C. (2018), en la investigación realizada en el municipio de Chiquimula hace mención que el maíz, además de constituir en Guatemala uno de los cultivos tradicionalmente más importantes, es la fuente principal de carbohidratos 65% y proteína 71% en la dieta de los guatemaltecos. Según Fuentes López et al. (2005) en Guatemala el uso de variedades mejoradas no se ha generalizado y prevalece el uso de variedades criollas. A pesar del surgimiento de avances tecnológicos para el cultivo de maíz, los maíces criollos locales, que han sido cultivados durante mucho tiempo, actualmente siguen siendo utilizados por los productores de la región Chortí, por cualidades como su adaptación a condiciones adversas de clima, características de producción y consumo. Se seleccionaron cinco variedades de maíz adaptas a las condiciones agro climatológicas de la región Chortí. Los materiales a evaluar fueron las variedades liberadas por el ICTA (ICTA B-7, ICTA B-9 e ICTA B-15) y dos materiales criollos (Arrequín y Tuxpeño) estas variedades que han sido manejados por bancos comunitarios implementados por la FAO. Las evaluaciones de estos materiales se realizaron en las localidades de San Juan Ermita, Jocotán y Camotán; con el fin de determinar el potencial de rendimiento en las condiciones agro climatológicas de la región Chortí. Para la variable rendimiento existieron diferencias estadísticamente significativas en la interacción localidad por variedad demostrados por el análisis de varianza. Las variedades que alcanzaron rendimientos más altos fueron ICTA B-7 en la localidad de San Juan Ermita (5,430.24 kg/ha) e ICTA B-9 localidad de San Juan Ermita (5,390.75 kg/ha), seguidas por ICTA B-7 localidad de Jocotán (4,953.62 kg/ha) e ICTA B-15 localidad Jocotán (4,875.55 kg/ha), seguida por Arriquín San Juan Ermita (3,448.69 kg/ha), seguida por ICTA B-4 Jocotán (4,060.75 kg/ha), estadísticamente las variedades que presentaron menor rendimiento fueron Arriquín Camotán (3,500.19 kg/ha), ICTA B-15 Jocotán 10 (3,448.69 kg/ha), ICTA B-15 Camotán (3,377.57 kg/ha), Tuxpeño San Juan Ermita (3,264.84 kg/ha), ICTA B-7 Camotán (3,071.81 kg/ha), Arrequín Jocotán

(2,881.56 kg/ha), ICTA B-9 Camotán (2,768.88 kg/ha), Tuxpeño Jocotán (2,742.93 kg/ha) y Tuxpeño Camotán (2,559.08 kg/ha). Respecto al análisis financiero para la localidad de San Juan Ermita. La variedad que mayor ganancia genera fue ICTA B-7 lo cual indicó que tiene una rentabilidad del 86%. Para Jocotán la variedad que mayor ganancia genera fue ICTA B-7 lo cual indicó que tiene una rentabilidad del 70%. Para Camotán La variedad que mayor ganancia genera fue Arrequín lo cual indicó que tiene una rentabilidad del 24%.

V. OBJETIVOS

1. Objetivo general

Evaluar tres variedades de *Z. mays* en la Comunidad Agraria Multicultural San Vicente, Retalhuleu.

2. Objetivos específicos

1. Determinar la variedad de *Z. mays* que presente mayor rendimiento en kg/ha.
2. Evaluar los componentes de producción en el desarrollo del cultivo.
3. Realizar un análisis de costos de producción en kg/ha del cultivo de maíz.

VI. HIPÓTESIS

Ha₁: Al menos uno de los materiales de *Z. mays* evaluados presentará diferencias significativas en la variable de respuesta de rendimiento.

Ha₂: Al menos uno de los componentes de rendimiento de *Z. mays* presentará un mejor crecimiento

Ha₃: Al menos uno de los materiales de *Z. mays* evaluados presentará diferencias significativas en la variable de respuesta de rentabilidad.

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1. Material experimental

7.1.1. Recursos físicos

7.1.1.1. Herramientas

Tabla 5. Herramienta y materiales utilizados durante la investigación en estudio.

Cantidad	Descripción
2	Machete
2	Chuzo
4	Deshojador
1	Bomba de mochila
3 lb	Rafia

7.1.1.2. Insumos

Tabla 6. Material experimental.

Cantidad	Descripción
5 lb	Pioneer P3966W
5 lb	Valle verde JC-24
5 lb	DK-390

7.1.1.3. Control de plagas

Tabla 7. Productos para el control de plagas.

Cantidad	Descripción
1 lt	Landris

7.1.2. Recursos humanos

Tabla 8. Jornales para manejo de la evaluación.

Descripción	Jornales
Preparación del suelo	2
Trazado del experimento	1
Siembra y fertilización inicial	3
Fertilización foliar	2
Control de malezas	6
Control de plagas	6
Cosecha	4
Total	24

7.1.3. Recursos financieros

- Insumos: los materiales fueron financiados por la autora del proyecto.
- Mano de obra: fue proporcionada por los beneficiarios del proyecto.

7.2. Metodología

7.2.1. Para determinar la variedad de maíz que presente mayor rendimiento en kg/ha, se procedió de la siguiente forma:

Descripción:

Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar, que permitió comparar los tratamientos evaluados, siendo el más indicado en cuanto a las condiciones en donde se llevó a cabo la ejecución de la evaluación del experimento.

Se llevó a cabo el manejo del cultivo y se trabajó desde la preparación del terreno el día cuatro de mayo, posteriormente la siembra se llevó a cabo el 12 de mayo hasta finalizar la cosecha en la fecha 20 y 21 de octubre todas las

actividades siendo del año 2023. Posteriormente se hizo una limpia del terreno con desbrozadora, luego se realizó una labranza primaria con arado de discos y después una labranza secundaria con rastra. Una vez que el suelo estuvo mecanizado se trazó el diseño experimental. Para la delimitación de las unidades experimentales se usó pita plástica tipo rafia (figura seis, ver en anexos).

Luego en el mes de mayo del año 2023 se realizó la siembra del cultivo de maíz, teniendo en cuenta el distanciamiento de siembra que fue a un metro entre cada surco y 0.5 metros entre planta colocando 3 semillas por postura (ver figura siete y ocho, en anexos).

Dentro de los controles se llevó a cabo el control de malezas que se hizo de forma manual, esta actividad se realizó cada 21 días. También se llevaron a cabo aplicaciones de fertilizantes, siendo la primera fertilización al momento de realizar la siembra utilizando fertilizante con base NPKS (YaraMila NPKS), la segunda se realizó a los 20 días donde se utilizó un foliar 20-20-20 y una tercera aplicación de foliar se llevó a cabo a los 40 días. La dosis de aplicación fue de 40 gramos por planta.

Por último, se hicieron controles de plagas, donde se realizaron aplicaciones de Volatón granulado al 2.5 % para las plagas del suelo. Las plagas que estuvieron afectando el follaje fueron; gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) gusano medidor, y gusano barrenador, para combatir estas plagas se realizaron aplicaciones de Landris utilizando una dosis de medio litro/mz. La cosecha se realizó entre los 120 a 130 días que es el tiempo que se requiere en maíz (ver figura 11, en anexos).

Variable Continua:

Para esta variable sobre el rendimiento de producción dada en kg/ha, se consideró la humedad del grano, ya que fue necesario que el grano estuviera a un 14% de humedad. Para lograr esa humedad se expuso a la luz solar directa por 5 días (se tuvo un peso inicial y un peso final), hasta lograr la humedad considerada, luego se pesaron con la ayuda de una báscula. La información obtenida se trabajó de acuerdo a cada tratamiento.

Análisis de las variables:

Por ser una variable continua no hubo ninguna transformación de los datos, luego se realizó un análisis de varianza con una significancia del 5% para determinar estadísticamente si había diferencias significativas, posterior a ello una prueba media de Tukey al 5% de significancia.

7.2.2. Para evaluar los componentes de producción en el desarrollo del cultivo. Se hizo lo siguiente:

Descripción:

Fue de forma aleatoria a los 60 días después de la siembra se evaluaron 267 plantas por tratamiento de las 864 plantas sembradas, es decir se evaluó un 30% de las plantas, tomando en consideración únicamente que se encontraran dentro de la parcela neta, y cada variable la evaluación fue diferente,

Variables:

Se describen a continuación, así como también la forma de evaluar (ver figura nueve y diez, en anexos):

- a. Altura de planta (m): se utilizó una cinta métrica para la medición, desde el suelo hasta la parte más alta de la planta.

- b. Número de hileras por mazorcas por planta: Se obtuvieron las mazorcas y se contabilizaron el número de hileras por mazorcas a través del muestreo del 30%.
- c. Longitud de mazorca (m), esta variable se realizó antes de la cosecha, se tomaron las mazorcas en estudio y se procedió a medir su longitud con la ayuda de una cinta métrica.

Análisis de las variables:

Para las variables continuas (altura y longitud) no se realizó ninguna transformación de los datos mientras que para la variable discontinua (número de hileras), se procedió a la transformación de los mismos utilizando la fórmula $(\sqrt{x})$, luego se realizó un análisis de varianza con un nivel de significancia del 5%, para luego conocer a través una prueba múltiple de medias de Tukey con un nivel de significancia del 5% la mejor variedad tomando en consideración cada variable a evaluar.

7.2.3. Para realizar un análisis de costos de producción en kg/ha del cultivo de maíz. Se procedió de la siguiente manera:

Descripción:

Se evaluaron los costos directos, donde se incluyó mano de obra de las actividades realizadas, insumos de los productos utilizados y los costos indirectos donde se consideró alguna actividad correspondiente a la investigación, para finalmente obtener una sumatoria de los totales de producción. Estos costos se realizaron por cada tratamiento evaluado (ver tablas del 22 al 30, en anexos).

Variables:

Las variables que se evaluaron en este análisis fueron la rentabilidad y la relación del beneficio/costo.

Análisis de las variables:

Rentabilidad del cultivo: en relación a la rentabilidad, el ingreso económico se obtuvo a través de la venta de la producción obtenida de cada uno de los tratamientos, siendo el precio de venta por cada quintal de maíz de Q180.00, ese precio se multiplicó por el rendimiento promedio de producción de cada tratamiento, obteniendo los ingresos totales.

Relación de beneficio/costo: por último, la relación sobre el Beneficio/Costo, se obtuvo a través del resultado de los ingresos de la venta siendo este el beneficio dividido por los costos de producción (ver cuadro 21).

7.3. Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar, que permitió comparar los tratamientos evaluados, siendo el más indicado en cuanto a las condiciones en donde se llevó a cabo la ejecución de la evaluación del experimento.

7.4. Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = u + A_i + B_j + AB_{ij} + B_k + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable de respuesta asociada a la ijk -ésima unidad experimental.

u = Efecto de la media general.

A_i = Efecto del i -ésimo nivel del factor "A" (Materiales de Maíz)

B_k = Efecto del k-ésimo bloque.

E_{ijk} = Error experimental asociado a la ijk -ésima unidad experimental.

7.5. Tratamiento y aleatorización

Se utilizó un diseño de bloques al azar donde se evaluaron tres variedades de maíz. El experimento tuvo un área total de 1,900 m², de los cuales se hizo una división de 9 unidades experimentales de 192 m² de 12m x 16m cada una dejando un espacio de 1 metro de calle entre las parcelas.

En la figura se encuentran el diseño que utilizó en la investigación donde se evaluaron un total de 9 unidades experimentales, tomando en cuenta los 3 tratamientos y 3 repeticiones.

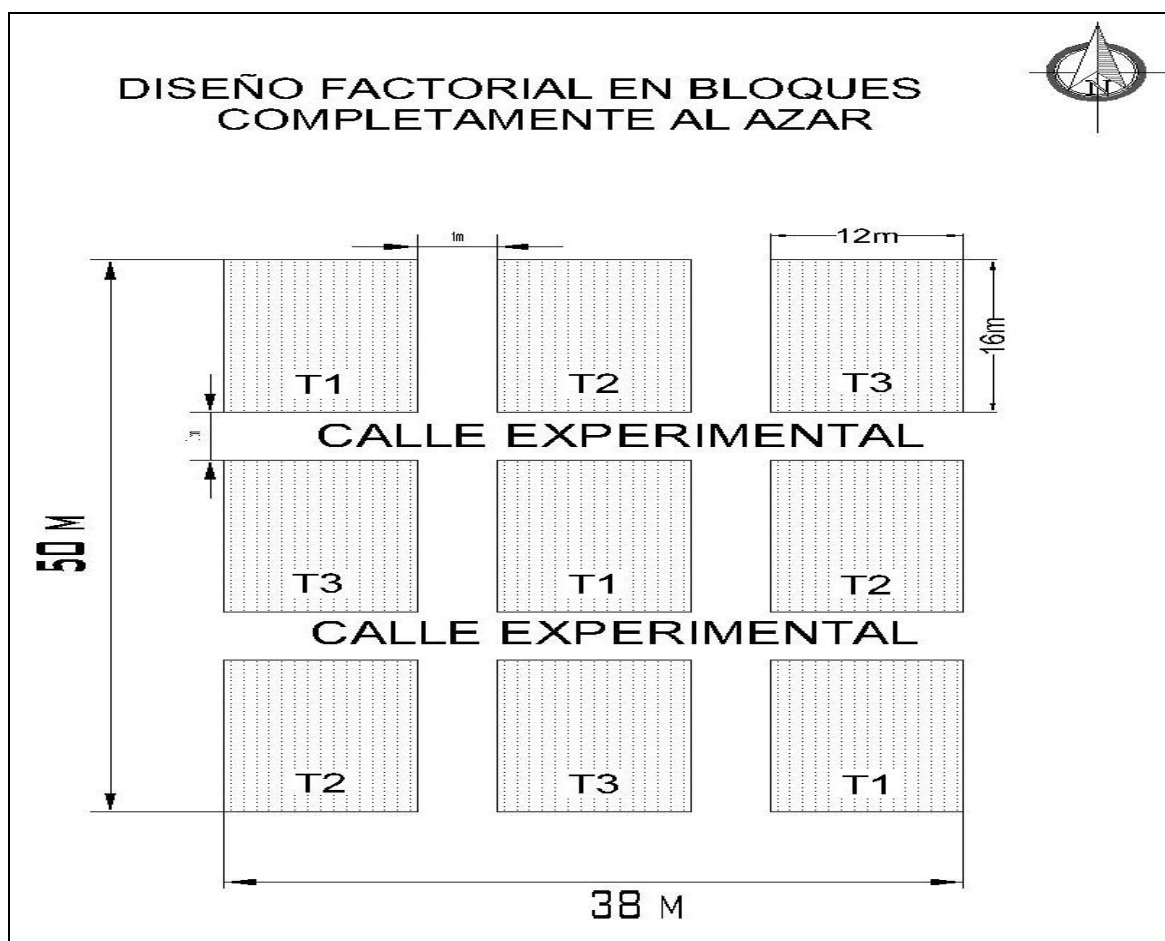


Figura 4. Diseño de la unidad experimental

7.6. Unidad experimental

Las dimensiones de cada unidad experimental fueron de 192 m² con las medidas de 12m x 16m, como se muestra:

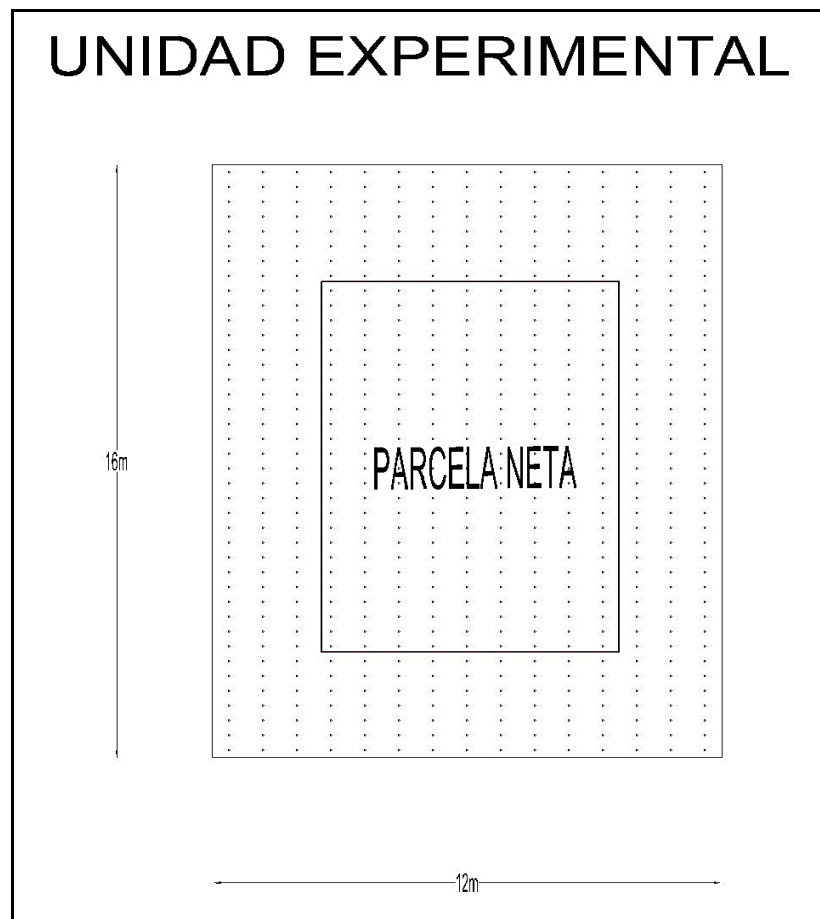


Figura 5. Unidad experimental en la Comunidad Agraria Multicultural San Vicente, Retalhuleu.

7.7. Tratamientos a evaluar

Tabla 9. Descripción de los tratamientos a evaluar.

Tratamientos	Materiales de Maíz
T1	Pioneer P3966W
T2	Valle Verde JC-24
T3	DK-390

VIII. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

1. Determinación de la variedad de maíz que presentó mayor rendimiento en kg/ha.

Se presentan los rendimientos del cultivo de maíz por tratamientos, y así determinar a través de los resultados que variedad presentó un mayor rendimiento de acuerdo a la variable de respuesta kg/ha, es importante mencionar que los datos fueron transformados para poder trabajar el análisis.

Tabla 10. Rendimiento de maíz en kg/ha en la Comunidad Agraria Multicultural San Vicente, Retalhuleu.

Rendimiento de Maíz	Repetición I	Repetición II	Repetición III
PIONEER P3966W	3366.56	3118.49	3803.62
VALLE VERDE JC-24	3437.43	2811.37	3602.81
DK-390	3849.75	3201.18	3626.43
Medias en Kg/ha	3551.25	3043.68	3677.62

Para la evaluación del rendimiento del cultivo de maíz, se tuvo un coeficiente de variación de 5.28%, índice que demuestra que la investigación estuvo bien manejada. A continuación, se muestra el análisis de varianza, con un nivel de significancia del 5% sobre el rendimiento del cultivo de maíz en kg/ha.

Tabla 11. Análisis de varianza y con un nivel de significancia del 5%. Se evaluaron los rendimientos de las diferentes variedades de maíz en comunidad Agraria Multicultural San Vicente, Retalhuleu.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	789247.89	4	197311.97	6.03	0.0549
Repetición	113773.82	2	56886.91	1.74	0.2861
Tratamiento	675474.06	2	337737.03	10.32	0.0263 *
Error	130857.49	4	32714.37		
Total	920105.38	8			

Estadísticamente se tiene diferencias significativas para las variedades en estudio del cultivo de maíz, esto quiere decir que se acepta la hipótesis alternativa, donde indica que al menos una variedad en estudio presentó un mayor rendimiento de producción maíz, tomando en cuenta que el valor p-valor es mayor que 0.05.

Posteriormente se procedió a realizar la prueba media de Tukey con un nivel de significancia al 5% para conocer estadísticamente que variedad de maíz presentan mayor rendimiento de producción de acuerdo a la variable de respuesta kg/ha, los resultados se pueden observar:

Tabla 12. Prueba de Tukey y con un nivel de significancia al 5%. Se evaluaron los rendimientos de maíz producidos

<u>Variedades de Maíz</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
DK-390	3677.62	6	92.19	A
Pioneer P3966W	3551.25	6	92.19	A
Valle verde JC-24	3043.68	6	92.19	B

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

Estadísticamente, las mejores variedades que presentaron los mayores rendimientos de producción fueron; DK-390 y Pioneer P3966W con un rendimiento promedio de 3,677.52 y 3,551.25 kg/ha respectivamente, y la variedad que presentó un menor rendimiento promedio de producción fue Valle verde JC-24 con un rendimiento promedio de producción de 3043.68 Kg/ha.

Según Navarro, G. (2017), la siembra del cultivo de maíz es muy beneficioso, porque se obtienen beneficios a través de la absorción de nutrientes o de cambios en el ambiente como lo puede ser: la mejora de la productividad, control de plagas, la prevención de enfermedades o inclusive mejorar la calidad del fruto.

El cultivo de maíz permite que las plantas colaboren entre sí y, optimicen su desarrollo, esto se traduce en una mejor producción de alimentos y mayor

aprovechamiento de espacios, cabe mencionar que al llevar a cabo esta actividad es posible tener una considerable captación de los nutrientes por parte de las plantas y un mejor aprovechamiento de los recursos naturales como el agua, la luz solar y el suelo, además disuaden las plagas y perfeccionan las condiciones del suelo.

El rendimiento de los cultivos se ve afectado por muchos factores, incluidos el clima, la fertilidad del suelo, la calidad de las semillas y las plagas y enfermedades, aunque todas las variedades que se utilizaron estuvieron bajo las mismas condiciones.

Al utilizar semillas mejoradas es necesario que estas tengan la característica de productividad, y las semillas de maíz híbrido DEKALB ofrecen una mayor resistencia y rentabilidad de la cosecha (ICTA, 2001) y es por esta razón que este híbrido estuvo por encima de la variedad VALLE VERDE JC-24.

2. Evaluación de los componentes de producción en el desarrollo del cultivo de maíz.

El buen crecimiento de una planta de maíz se debe a factores internos y externos como lo pueden ser, luz, agua, buen crecimiento de la planta, vigoras, mazorcas de un buen tamaño y también que estas mazorcas logren llenarse de granos de maíz, para el caso de la investigación en estudio, con la evaluación de estos componentes lo que se pretende es llevar un control sobre su crecimiento y desarrollo, reflejando todas estas evaluaciones en su rendimiento y conocer al final de la cosecha el comportamiento de acuerdo al asocio.

Las variables independientes (componentes) se evaluaron para saber el efecto sobre el rendimiento de la producción.

2.1. Tamaño de Mazorca del cultivo

Se muestra los datos obtenidos sobre la variable tamaño de mazorca de las variedades evaluadas, estos datos no fueron transformados debido a que es una variable continua.

Tabla 13. Evaluación de componentes en el cultivo de maíz en estudio.

Tamaño de Mazorca de Maíz	Repetición I	Repetición II	Repetición III
PIONEER P3966W	16	16.25	15.75
VALLE VERDE JC-24	18.5	17.25	16.75
DK-390	16	16.25	17.75
Medias en Kg/ha	16.83	16.58	16.75

En la tabla se resume el tamaño de mazorca cosechada de las variedades de maíz en estudio llevada a cabo por tratamiento, posteriormente se realizó un análisis de varianza para demostrar significativamente si hubo diferencias significativas al 5%, en la siguiente tabla se muestra los resultados obtenidos.

Tabla 14. Análisis de varianza sobre la variable tamaño de mazorca

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	3.49	4	0.87	1.01	0.4955
Tratamiento	3.39	2	1.69	1.97	0.2541 N.S.
Repetición	0.10	2	0.05	0.06	0.9459 N.S.
Error	3.44	4	0.86		
Total	6.93	8			

Estadísticamente se evaluó la variable de tamaño de mazorca y de acuerdo al análisis de varianza no hubo diferencia entre las variedades de maíz, es decir todas las variedades tuvieron un tamaño de mazorca similar que oscila entre los 15 cm y 17 cm, según la FAO (2001) el tamaño ideal se encuentra entre

los 17 cm. La evaluación de esta variable tuvo un coeficiente de variación de 7.35%, esto indica un adecuado manejo del experimento.

2.2. Número de hilera de maíz por mazorca

Otro componente que se evaluó fue el número de hilera de maíz por mazorca y por ser una variable discontinua hubo una transformación de los datos y se muestran los datos transformados obtenidos, los datos reales se encuentran en la tabla 23 (en anexos) para después realizar con la intención de determinar a través de un análisis de varianza.

Tabla 15. Datos transformados utilizando ($\sqrt{X}$) obtenidos sobre la variable número de hilera de maíz por mazorca

Número de hileras de maíz por mazorca	Repetición I	Repetición II	Repetición III
PIONEER P3966W	3.94	4.06	3.94
VALLE VERDE JC-24	3.81	3.60	3.74
DK-390	4.12	4.12	3.94
Medias en Kg/ha	3.96	3.94	3.87

En la siguiente tabla se muestra ordenadamente los datos de campo sobre la variable hilera de maíz por mazorca, para posteriormente determinar a través del análisis de varianza si hubo diferencias significativas.

Tabla 16. Análisis de varianza sobre la variable número de hilera de maíz por mazorca

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.20	4	0.05	4.90	0.0765
Repetición	0.01	2	0.01	0.53	0.6244
Tratamiento	0.19	2	0.09	9.26	0.0315 *
Error	0.04	4	0.01		
Total	0.24	8			

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza arrojaron que existen diferencias significativas sobre la variable número de hileras entre los tratamientos, tomando en cuenta que el valor de p-valor es mayor que 0.05.

Para conocer que tratamiento tuvo un mejor número de hilera en la tabla se muestran los resultados.

Tabla 17. Prueba de Tukey al 5% sobre la variable número de hilera de maíz

Tratamiento	Medias	n	E.E.
DK-390	4.06	3	0.06 A
Pioneer P3966W	3.98	3	0.06 A B
Valle verde JC-24	3.72	3	0.06 B

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

La variedad que presentó un mayor número de hileras fue la DK-390 con 4.06 hileras (dato transformado), seguido PIONEER P3966W con 3.98 hileras por mazorca (dato transformado), por último, la VALLE VERDE JC-24 tuvo un promedio de 3.72 hileras por mazorca (dato transformado).

2.3. Altura de la planta de maíz

Se presentan los datos sobre la variable altura de planta de maíz evaluada para las diferentes variedades.

Tabla 18. Datos de la variable altura de la planta de maíz

Altura de la planta de Maíz	Repetición I	Repetición II	Repetición III
PIONEER P3966W	282.5	282	285
VALLE VERDE JC-24	255	242.5	232.5
DK-390	272.5	272.5	283
Medias en Kg/ha	270.00	265.67	266.83

Posteriormente se realizó un análisis de varianza sobre la variable altura en el cultivo de maíz, los resultados se muestran:

Tabla 19. Análisis de varianza sobre la variable altura en el cultivo de maíz

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2735.33	4	683.83	9.04	0.0278
Repetición	30.17	2	15.08	0.20	0.8269
Tratamiento	2705.17	2	1352.58	17.88	0.0101*
Error	302.67	4	75.67		
Total	3038.00	8			

Hubo diferencias significativas sobre la variable altura de maíz, esto quiere decir que más de alguna variedad presentó una altura mayor sobre otra variedad. Para determinar que variedad tuvo un mayor crecimiento se procedió a realizar una prueba media de Tukey, los resultados se muestran:

Tabla 20. Prueba de Tukey al 5% sobre la variable altura de maíz en el cultivo de maíz

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Pioneer P3966W	283.17	3	5.02 A
DK-390	276.00	3	5.02 A
Valle Verde JC-24	243.33	3	5.02 B

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

Las variedades PIONEER P3966W y DK-390 tuvieron un mayor crecimiento de altura de planta en el cultivo de maíz con un promedio de 283.17 cm y 276 cm respectivamente, mientras que la VALLE VERDE JC-24 tuvo un menor crecimiento de altura con 243.33 cm. La altura de una planta influye considerablemente en el rendimiento del cultivo, algunas veces las plantas altas son más vulnerables al viento y la lluvia y tienen más probabilidades de caer y disminuir el rendimiento de la cosecha.

De acuerdo a las variedades evaluadas basándose en los resultados, estadísticamente las variedades que presentan un mejor crecimiento y un mejor rendimiento de producción fueron la PIONEER P3966W y DK-390 con un rendimiento promedio de 3,551.25 y 3,677.52 kg/ha respectivamente, y la que presentó un menor rendimiento promedio de producción fue Valle verde

JC-24 con un rendimiento promedio de producción de 3,043.68 Kg/ha estadísticamente fue la peor variedad presentando bajos rendimientos y un menor crecimiento.

3. Realizar un análisis de costos de producción en kg/ha del cultivo de maíz

En la tabla se muestra los costos de producción por tratamientos que se realizaron dentro de la investigación en la comunidad Agraria, San Vicente, Retalhuleu. Se detallan los ingresos por ventas, y los costos de producción para luego conocer la rentabilidad y por consecuente la relación de Beneficio/Costo. La información de los costos se puede observar en las tablas 24 al 26, en anexos.

Tabla 21. Ingreso de venta y costos de producción por hectárea, ordenados por tratamientos, para conocer la rentabilidad y relación B/C de la investigación en estudio.

Tratamiento	Ingreso de venta de maíz	Costo de producción	Rentabilidad	Relación B/C
Pioneer P3966W	Q14,062.94	Q12,842.75	9%	Q1.10
Valle verde JC-24	Q12,052.98	Q12,275.80	-2%	Q0.98
DK-390	Q14,563.38	Q13,236.47	9%	Q1.10

Se obtuvo la rentabilidad según la variedad evaluada, y como resultado la tabla 21 arrojó que las mejores variedades fueron DK-390 y Pioneer P3966W, con rentabilidades del 9%, seguido por la VALLE VERDE JC-24 con una rentabilidad del -2%, es decir el rendimiento de producción fue menor al costo de producción. Posteriormente la relación beneficio-costo de la DK-390 y Pioneer P3966W fue de 1.10, esto quiere decir que por cada Q 1.00 invertido se recupera 0.10 centavos, mientras que la VALLE VERDE JC-24 tuvo una relación B/C de 0.98, es decir que por cada Q1.00 invertido no se logra recuperarlo.

IX. CONCLUSIONES

1. Estadísticamente y con un nivel de significancia del 5%, las variedades que presentaron un mejor rendimiento fueron; la DK-390 con 3,677.62 kg/ha, seguido por la PIONNER P3966W con 3,551.25 kg/ha, teniendo un peor rendimiento la VALLE VERDE JC-24 con 3,043.68 kg/ha.
2. De acuerdo con la evaluación de los componentes de producción, la variable de tamaño de mazorca no presentó diferencias significativas entre las variedades evaluadas, en cambio la variable número de hileras estadísticamente la variedad DK-390 presentó un mejor número de hileras con 17 hileras por mazorca, mientras que la PIONNER P3966W presentó 16 hileras por mazorca y por último la VALLE VERDE JC-24 tuvo 14 hileras por mazorca.
3. Para la variable altura de planta de maíz, estadísticamente hubo diferencias significativas siendo las variedades DK-390 y PIONNER P3966W que tuvieron una mejor altura de la planta de maíz con 2.76 m y 2.83 m respectivamente, mientras que la VALLE VERDE JC-24 tuvo el peor crecimiento en altura de la planta de maíz con 2.36 m.
4. Las variedades en el cultivo de maíz que presentaron una mejor rentabilidad fueron DK-390 y PIONNER P3966W con un 9% de rentabilidad y una relación B/C de 1.10, por último, la VALLE VERDE JC-24 tuvo la peor rentabilidad de -2% y una relación de B/C de 0.98.

X. RECOMENDACIONES

1. Utilizar la variedad DK-390 para la siembra del cultivo de maíz en la comunidad Agraria Multicultural San Vicente, Champerico, ya que es una variedad que estadísticamente presentó el mejor rendimiento.
2. Es importante tener más de una variedad de PIONNER disponible para la siembra en el cultivo de maíz en la comunidad para no verse afectados en el bajo rendimiento o en la rentabilidad.
3. Es necesario descartar la variedad VALLE VERDE JC-24 porque fue la que presentó el crecimiento más bajo de las variedades evaluadas de acuerdo a la evaluación de los componentes de producción con una altura de 243.33 cm.
4. Económicamente las variedades DK-390 y PIONNER P3966W presentaron una rentabilidad del 9% durante la investigación evaluada, siendo estas las semillas con mejores resultados para su uso en la comunidad.

XI. REFERENCIAS

- Arreaga, M. (2024). Evaluación del rendimiento de dieciocho variedades de maíz de grano negro (*Zea mays* L.) del altiplano occidental de Guatemala en la estación experimental “Labor Ovalle” del ICTA, Quetzaltenango. Trabajo de graduación. Centro Universitario de San Marcos, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Bartolini, R. 1990. el maíz. Mundi-Prensa. Madrid, España. p. 2-25.
- Bolaños, J.; Barreto, H. 1991. Análisis de los componentes de rendimiento de los ensayos regionales de maíz de 1990. In: Análisis de los Resultados Experimentales del PRM 1990. Vol. 2. CIMMYT.
- Bolaños, J.; Edmeades G. 1992. Eight cycles of selection for drought tolerance in lowland tropical maize. I. Responses in grain yield, biomass and radiation utilization. Field Crops Res: 31:233-252.
- Doebley, J. (2003). Taxonomy of *Zea*. En red. Disponible en: <http://teosine.wisc.edu/taxonomy.html>
- Edmeades, G. (1992). Photothermal responses of tropically-adapted maize: 84a. Annual Meeting American Society of Agronomy. ASA Abstracts, p. 124.
- ENA. (Encuesta Nacional de Agricultura). (2018). Disponible en: <https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2019/01/29/20190129112819t0K8vdPBkGZYjIhvsXRqTgPE0PsoxC9R.pdf>
- FAO (Food and Agriculture Organization). (2001). El maíz en los trópicos. Mejoramiento y producción. Dirección de Producción y Protección Vegetal de la FAO, Guatemala.
- Flores, S. 2000. Evaluación de cuarenta y dos genotipos de maíz (*Zea mays* L.) y su tolerancia a sequía en Chiquimula. Tesis Ing. Agr. Chiquimula. USAC. CUNORI. 46 p.

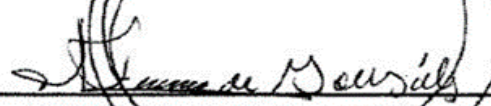
- Fuentes, M. (2002). El cultivo del maíz en Guatemala: una guía para su manejo agronómico (en línea). ICTA. Guatemala, GT. Consultado 28 mar 2017. Disponible en: http://www.icta.gob.gt/fpdf/recom_/g_basicos/cultivomaiz.PDF.
- Google Earth (2024). Herramienta estadística y computacionales en imágenes satelitales de Earth. Disponible en: <https://earth.google.es>
- ICC (Instituto de Investigación sobre Cambio Climático). (2023). Informe anual de datos meteorológicos. Estación meteorológica “Champerico”.
- ICEFI (Instituto Centroamericano de Estudios Fiscales) (2019). Inversión pública en niñez y adolescencia. Boletín No.25. Situación Macrofiscal.
- ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas). (2002). El cultivo del maíz en Guatemala. Una guía para su manejo agronómico. Programa de maíz para el Altiplano.
- ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas). (2024). El cultivo del maíz en Guatemala. Una guía para su manejo agronómico. Sub-programa de Maíz.
- Laffite, H. (1994). Identificación de problemas en la producción de maíz tropical. Guía de Campo. CIMMYT. 122p.
- López Fleites, V. G. (2011). Generalidades del Cultivo del Maíz. Centro de Investigaciones agropecuarias, Universidad de las Villas. Disponible en: <http://feijoo.cdict.uclv.edu.cu/wp-content/uploads/2018/05/Generalidadesdelcultivo-del-Ma%C3%ADz-Ram%C3%B3n-L%C3%B3pez-Fleites.pdf>
- MAGA (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación). (2015). El agro en cifras. Guatemala julio de 2011. UPIE-MAGA. Guatemala.
- MAGA (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación). (2018): Disponible en: https://www.maga.gob.gt/sitios/diplan/download/informacion_del_sector/informes_de_situacion_de_maiz_y_frijol/2018/08%20Informe%20Situaci%C3%B3n%20Del%20Ma%C3%ADz%20Blanco%20Agosto%202018.pdf

- Mariacas, N. (2009). Estadística II. Material de diseño de bloques. Cursos de matemáticas.
- Méndez, R. (2004). Evaluación agroeconómica de materiales mejorados de maíz (*Zea mays* L.) en asocio con frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en comparación con materiales tradicionales en el cantón Catoyac, San Andrés Sajcabajá, El Quiché. Trabajo de graduación. Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Morales, C. (2018) Evaluación del potencial de rendimiento de cinco variedades de maíz (*Zea mays* L.) en tres localidades de la región Chortí, Chiquimula, Guatemala, C.A. Trabajo de graduación. Facultad de agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Morales, G. (2017). Evaluación de dos variedades y dos híbridos de maíz (*Zea mays* L.), bajo las condiciones edafoclimáticas de la comunidad el Bran, municipio de Conguaco, Jutiapa, Guatemala, C.A. Trabajo de graduación. Facultad de agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Navarro, A. (2017). Evaluación de genotipos precoces de maíz (*Zea mays* L.) y/o tolerantes a sequía. Tesis Ing. Agr. USAC. F.A. 42p.
- Orellana, A., Dardón, D. (2020) Aspectos generales y guía para el manejo agronómico del maíz. Instituto de Ciencia y Tecnología, Agrícola.
- Paul, I. (1979). Evaluación de variedades e híbridos precoces de maíz (*Zea mays* L.) seleccionados bajo condiciones limitadas de humedad. Tesis Ing. Agr. USAC. F.A. 57p.
- Pimentel, V. (2023). Diagnóstico sobre la situación actual del cultivo de *Zea mays* “maíz” en comunidad multicultural San Vicente, Champerico, Retalhuleu. Ejercicio Profesional Supervisada. Universidad San Carlos de Guatemala.
- Reyes, C. (2018). Los requerimientos hídricos del maíz (*Z. mays*). Revista de agricultura. Universidad de San Carlos Guatemala.

Rodríguez, M. (2016). Recursos naturales del municipio de Champerico. Disponible en: <https://www.deguate.com/departamentos/retalhuleu/recursos-naturales-del-municipio-de-champerico-retalhuleu/>

Sánchez, R. (2010). Plan de desarrollo Champerico. Retalhuleu, GT. SEGEPLAN. 97p.

SESAN (Sistema Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional) (2018). Plan Operativo Anual. Situación de la seguridad alimentaria y nutricional en Guatemala 2018, 17p.

Vo. Bo. 
Lcda. Ana Teresa de González.
Bibliotecaria CUNSUROC.



XII. ANEXOS



Figura 6. Preparación del terreno para llevar a cabo la investigación en comunidad Agraria Multicultural San Vicente.



Figura 7. Preparación de las semillas a utilizar para la investigación.



Figura 8. Siembra del cultivo de maíz en la comunidad Agraria Multicultural San Vicente, Champerico, Retalhuleu.



Figura 9. Germinación del cultivo de maíz y monitoreo sobre el crecimiento de las plantas de maíz.

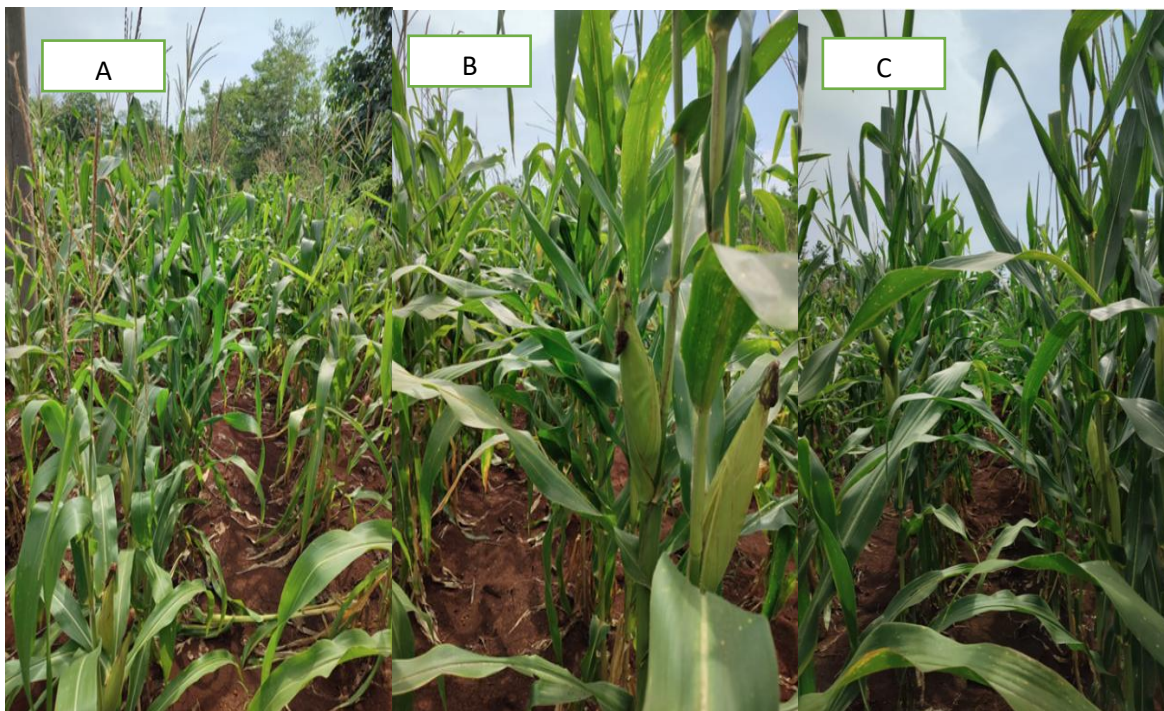


Figura 10. Siembra de las variedades de maíz utilizadas en la investigación A-(var. JC-24), B-(var. Dekalb-390), C-(var. Pioneer W3966P).



Figura 11. Cosecha de maíz llevada a cabo por tratamientos.

Tabla 22. Resumen general de los rendimientos de producción de las diferentes variedades de maíz por tratamiento y por unidad de área, en comunidad Agraria San Vicente, Retalhuleu.

Repetición I					
T4	T5	T6	T1	T2	T3
PIONNER 1.40 qq	JC-25 1.35 qq	DK-390 1.60 qq	PIONNER 1.45 qq	JC-25 1.29 qq	DK-390 1.62 qq
Repetición II					
T6	T4	T5	T3	T1	T2
DK-390 1.57 qq	PIONNER 1.52 qq	JC-25 1.15 qq	DK-390 1.48 qq	PIONNER 1.39 qq	JC-25 1.23 qq
Repetición III					
T5	T6	T4	T2	T3	T1
JC-25 1.32 qq	DK-390 1.63 qq	PIONNER 1.54 qq	JC-25 1.39 qq	DK-390 1.44 qq	PIONNER 1.70 qq

Tabla 23. Datos obtenidos sobre la variable número de hileras de maíz por mazorca en la comunidad Agraria San Vicente, Retalhuleu.

Número de hileras de maíz por mazorca	Repetición I	Repetición II	Repetición III
PIONEER P3966W	15.5	16.5	15.5
VALLE VERDE JC-24	14.5	13	14
DK-390	17	17	15.5
Medias en Kg/ha	15.67	15.50	15.00

Tabla 24. Costos de producción por hectárea del tratamiento uno, en comunidad Agraria San Vicente, Retalhuleu.

No.	Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario	Total
I	COSTOS DIRECTOS				
1	Mano de obra				
	Preparacion del suelo		1.00	Q 480.00	Q 480.00
	Control de malezas antes de siembra (QUIMICO)	Jornales	2.40	Q 70.00	Q 168.00
	Siembra de maíz manual	Jornales	10.50	Q 70.00	Q 735.00
	1era Fertilizacion	Jornales	4.80	Q 70.00	Q 336.00
	Control de malezas	Jornales	4.80	Q 70.00	Q 336.00
	Control de plagas y enfermedades (QUIMICO)	Jornales	4.80	Q 70.00	Q 336.00
	2da Fertilizacion	Jornales	4.80	Q 70.00	Q 336.00
	Control de malezas (MANUAL)	Jornales	4.80	Q 70.00	Q 336.00
	Control de plagas y	Jornales	4.80	Q 70.00	Q 336.00
	Dobla de maiz	Jornales	12.00	Q 70.00	Q 840.00
	Cosecha de maíz	Jornales	34.30	Q 70.00	Q 2,401.00
	Desgranado	Jornales	9.00	Q 70.00	Q 630.00
2	SUBTOTAL				Q 7,270.00
	Insumos				
	Pionner P3966W	Kilogramos	19.55	Q 62.00	Q 1,212.10
	SEMEVIN 125CC	Litro	1.80	Q 75.00	Q 135.00
	PARAQUAT ALEMAN 20SL	Litro	1.80	Q 35.00	Q 63.00
	ROUND-UP 35.6SL	Litro	1.80	Q 110.00	Q 198.00
	GESAPRIM 90WP	Gramos	2.40	Q 44.00	Q 105.60
	BAYFOLAN	Litro	1.80	Q 88.00	Q 158.40
	Cipermetrina	Litro	1.20	Q 100.00	Q 120.00
	Volaton granulado	Kilogramos	6.54	Q 26.40	Q 172.65
	Rienda	Litro	0.60	Q 225.00	Q 135.00
	Fungicida	Litro	1.20	Q 100.00	Q 120.00
	UREA (46-0-0)	Quintal	1.50	Q 398.00	Q 597.00
	15-15-15 YARA	Quintal	1.20	Q 425.00	Q 510.00
	Sulfato de amonio	Quintal	1.20	Q 190.00	Q 228.00
	18-46-0 DAP	Quintal	0.60	Q 530.00	Q 318.00
	SUBTOTAL				Q 4,072.75
	TOTAL DE COSTOS				Q 11,342.75
II	COSTOS INDIRECTOS				
	Arrendamiento				Q 1,500.00
	TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				Q 1,500.00
III	COSTOS DE PRODUCCIÓN				
					Q 12,842.75

Tabla 25. Costos de producción por hectárea para el tratamiento dos, en comunidad Agraria San Vicente, Retalhuleu.

No.	Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario	Total
I	COSTOS DIRECTOS				
1	Mano de obra				
	Preparacion del suelo		1.00	Q 480.00	Q 480.00
	Control de malezas antes de siembra (QUIMICO)	Jornales	2.40	Q 70.00	Q 168.00
	Siembra de maíz manual	Jornales	10.50	Q 70.00	Q 735.00
	1era Fertilizacion	Jornales	4.80	Q 70.00	Q 336.00
	Control de malezas	Jornales	4.80	Q 70.00	Q 336.00
	Control de plagas y enfermedades (QUIMICO)	Jornales	4.80	Q 70.00	Q 336.00
	2da Fertilizacion	Jornales	4.80	Q 70.00	Q 336.00
	Control de malezas (MANUAL)	Jornales	4.80	Q 70.00	Q 336.00
	Control de plagas y	Jornales	4.80	Q 70.00	Q 336.00
	Dobla de maiz	Jornales	12.00	Q 70.00	Q 840.00
	Cosecha de maíz	Jornales	34.30	Q 70.00	Q 2,401.00
	Desgranado	Jornales	9.00	Q 70.00	Q 630.00
2	SUBTOTAL				Q 7,270.00
	Insumos				
	JC-24	Kilogramos	19.55	Q 33.00	Q 645.15
	SEMEVIN 125CC	Litro	1.80	Q 75.00	Q 135.00
	PARAQUAT ALEMAN 20SL	Litro	1.80	Q 35.00	Q 63.00
	ROUND-UP 35.6SL	Litro	1.80	Q 110.00	Q 198.00
	GESAPRIM 90WP	Gramos	2.40	Q 44.00	Q 105.60
	BAYFOLAN	Litro	1.80	Q 88.00	Q 158.40
	Cipermetrina	Litro	1.20	Q 100.00	Q 120.00
	Volaton granulado	Kilogramos	6.54	Q 26.40	Q 172.65
	Rienda	Litro	0.60	Q 225.00	Q 135.00
	Fungicida	Litro	1.20	Q 100.00	Q 120.00
	UREA (46-0-0)	Quintal	1.50	Q 398.00	Q 597.00
	15-15-15 YARA	Quintal	1.20	Q 425.00	Q 510.00
	Sulfato de amonio	Quintal	1.20	Q 190.00	Q 228.00
	18-46-0 DAP	Quintal	0.60	Q 530.00	Q 318.00
	SUBTOTAL				Q 3,505.80
	TOTAL DE COSTOS				Q 10,775.80
II	COSTOS INDIRECTOS				
	Arrendamiento	Q 1,500.00			
	TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS	Q 1,500.00			
III	COSTOS DE PRODUCCIÓN	Q 12,275.80			

Tabla 26. Costos de producción por hectárea del tratamiento tres, en comunidad Agraria San Vicente, Retalhuleu.

No.	Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario	Total
I	COSTOS DIRECTOS				
1	Mano de obra				
	Preparacion del suelo		1.00	Q 480.00	Q 480.00
	Control de malezas antes de siembra (QUIMICO)	Jornales	2.40	Q 70.00	Q 168.00
	Siembra de maíz manual	Jornales	10.50	Q 70.00	Q 735.00
	1era Fertilizacion	Jornales	4.80	Q 70.00	Q 336.00
	Control de malezas	Jornales	4.80	Q 70.00	Q 336.00
	Control de plagas y enfermedades (QUIMICO)	Jornales	4.80	Q 70.00	Q 336.00
	2da Fertilizacion	Jornales	4.80	Q 70.00	Q 336.00
	Control de malezas (MANUAL)	Jornales	4.80	Q 70.00	Q 336.00
	Control de plagas y	Jornales	4.80	Q 70.00	Q 336.00
	Dobla de maiz	Jornales	12.00	Q 70.00	Q 840.00
	Cosecha de maíz	Jornales	34.30	Q 70.00	Q 2,401.00
	Desgranado	Jornales	9.00	Q 70.00	Q 630.00
2	SUBTOTAL				Q 7,270.00
	Insumos				
	DK-390	Kilogramos	22.81	Q 70.40	Q 1,605.82
	SEMEVIN 125CC	Litro	1.80	Q 75.00	Q 135.00
	PARAQUAT ALEMAN 20SL	Litro	1.80	Q 35.00	Q 63.00
	ROUND-UP 35.6SL	Litro	1.80	Q 110.00	Q 198.00
	GESAPRIM 90WP	Gramos	2.40	Q 44.00	Q 105.60
	BAYFOLAN	Litro	1.80	Q 88.00	Q 158.40
	Cipermetrina	Litro	1.20	Q 100.00	Q 120.00
	Volaton granulado	Kilogramos	6.54	Q 26.40	Q 172.65
	Rienda	Litro	0.60	Q 225.00	Q 135.00
	Fungicida	Litro	1.20	Q 100.00	Q 120.00
	UREA (46-0-0)	Quintal	1.50	Q 398.00	Q 597.00
	15-15-15 YARA	Quintal	1.20	Q 425.00	Q 510.00
	Sulfato de amonio	Quintal	1.20	Q 190.00	Q 228.00
	18-46-0 DAP	Quintal	0.60	Q 530.00	Q 318.00
	SUBTOTAL				Q 4,466.47
	TOTAL DE COSTOS				Q 11,736.47
II	COSTOS INDIRECTOS				
	Arrendamiento		Q 1,500.00		
	TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS		Q 1,500.00		
III	COSTOS DE PRODUCCIÓN		Q 13,236.47		



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE
AGRONOMÍA TROPICAL
Mazatenango, Suchitepéquez, gt

Mazatenango, 24 de abril de 2025

M.Sc. Martín Salvador Sánchez Cruz.

Coordinador Carrera de Ingeniería en Agronomía Tropical.

Centro Universitario del Suroccidente.

Universidad de San Carlos de Guatemala.

Respetable M.Sc. Martín Sánchez:

Por este medio me dirijo a usted, deseando que se encuentre bien en las actividades académicas de la carrera de Agronomía y gozando de buena salud.

El motivo de la presente es para informar que luego de haber asesorado y revisado el trabajo de graduación titulado: **EVALUACIÓN AGROECONÓMICA DEL SISTEMA PRODUCTIVO *Zea mays* L. Poaceae "MAÍZ" EN LA COMUNIDAD AGRARIA MULTICULTURAL SAN VICENTE, RETALHULEU**. La investigación fue presentada por el estudiante T.P.A. Andrea Michelle Pimentel Veliz Carné: 201142170 de la carrera de Agronomía Tropical, y de conformidad con lo establecido en el reglamento de Trabajo de Graduación, doy visto bueno y aprobación, para que el estudiante pueda continuar con el trámite correspondiente.

Agradeciendo de antemano la atención prestada a la presente y sin otro particular me suscribo a usted, Atentamente.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. M.A. Héctor Rubén Posadas Ruiz
Profesor Supervisor-Asesor
Carrera Agronomía Tropical

Mazatenango, 24 de abril de 2025

Licenciado Luis Carlos Muñoz López.
Director en funciones.
Centro Universitario del Suroccidente.
Universidad de San Carlos de Guatemala.
Su despacho.

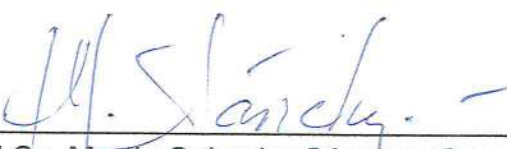
Señor Director en funciones:

Con fundamento en el normativo de Trabajos de Graduación de la Carrera de Agronomía Tropical, me permito hacer de su conocimiento que la estudiante **T.P.A. Andrea Michelle Pimentel Veliz**, quien se identifica con número de **Carné: 201142170**, ha concluido su trabajo de graduación titulado: **EVALUACIÓN AGROECONÓMICA DEL SISTEMA PRODUCTIVO *Zea mays* L. Poaceae "MAÍZ" EN LA COMUNIDAD AGRARIA MULTICULTURAL SAN VICENTE, RETALHULEU.**, la cual fue asesorada por el Ing. Agr. M.A. Héctor Rubén Posadas Ruiz y revisado como documento de graduación por el M.Sc. Martín Salvador Sánchez Cruz en función de las atribuciones que me corresponden en el rol de Coordinador de la Carrera.

En términos de lo expresado, hago constar que la estudiante T.P.A. Andrea Michelle Pimentel Veliz, ha cumplido con lo normado, razón por la que someto a su juicio el documento que se acompaña, para que continúe con el trámite correspondiente de graduación.

Sin otro particular, esperando haber cumplido satisfactoriamente con la responsabilidad inherente al caso, le reitero las muestras de mi consideración y estima. Deferentemente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


M.Sc. Martín Salvador Sánchez Cruz.
Coordinador Carrera de
Carrera Agronomía Tropical





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

CUNSUROC/USAC-I-69-2025

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, veintidós de julio de dos mil veinticinco_____

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes del asesor y revisor, SE
AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO:
“EVALUACIÓN AGROECONÓMICA DEL SISTEMA PRODUCTIVO Zea mays L.
Poaceae “Maíz” EN LA COMUNIDAD AGRARIA MULTICULTURAL, SAN
VICENTE, RETALHULEU”, de la estudiante: TPA. Andrea Michelle Pimentel Veliz.
Carné: 201142170 CUI: 2288 43421 1101 de la carrera Ingeniería en Agronomía
Tropical.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

M.Sc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar
Director



/gris