

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE
INGENIERIA EN AGRONOMÍA TROPICAL



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**Evaluación del rendimiento en grano seco kg/ha de cuatro híbridos de
Zea mays L. maíz amarillo, en finca Santa María, San Lorenzo,
Suchitepéquez.**

Por:

T.P.A. Mario Roberto Hernández León

Carné: 201142097

DPI: 2280 13593 1001

mario roberto hernandez leon@gmail.com

Mazatenango, Suchitepéquez, octubre de 2024.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE

M.A. Walter Ramiro Mazariegos Biolis

Rector

Lic. Luis Fernando Cordón Lucero

Secretario General

**MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE
SUROCCIDENTE**

M.A. Luis Carlos Muñoz López

Director en Funciones

REPRESENTANTE DE PROFESORES

MSc. Edgar Roberto del Cid Chacón

Vocal

REPRESENTANTE GRADUADO DEL CUNSUROC

Lic. Vílser Josvin Ramírez Robles

Vocal

REPRESENTANTES ESTUDIANTILES

TPA. Angélica Magaly Domínguez Curiel

Vocal

PEM y TAE. Rony Roderico Alonzo Solís

Vocal

COORDINACIÓN ACADÉMICA

MSc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar

Coordinador Académico

Dr. Álvaro Estuardo Gutierrez Gamboa

Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de Empresas

M.A. Rita Elena Rodríguez Rodríguez

Coordinadora Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

Dr. Nery Edgar Saquimux Canastuj
Coordinador de las Carreras de Pedagogía

MSc. Víctor Manuel Nájera Toledo
Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos

Dr. Mynor Raúl Oztzy Rosales
Coordinador Carrera Ingeniería Agronomía Tropical

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes
Coordinadora Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local

MSc. Tania María Cabrera Ovalle
Coordinadora Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales
Abogacía y Notariado

Lic. José Felipe Martínez Domínguez
Coordinador de Área

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA

Lic. Néstor Fridel Orozco Ramos
Coordinador de las carreras de Pedagogía

M.A. Juan Pablo Ángeles Lam
Coordinador Carrera Periodista Profesional y
Licenciatura en Ciencias de la Comunicación

Dedicatoria

A DIOS:

Por darme la oportunidad de seguir con vida después de múltiples etapas duras de la vida.

A MIS PADRES:

Mario Roberto Hernandez Casali y Rosaura María León Rodríguez de Hernandez, por enseñarme cada día el esfuerzo y la dedicación para poder llegar a cumplir mis metas.

A MIS ABUELOS:

Mario Roberto Hernandez Andrade y Esperanza Cazali de Hernández, quien me han dado consejos de superación y ánimos.

Sara Virginia Rodríguez Parkinson quien fue un ejemplo de superación y de constante lucha.

A MIS HERMANOS:

Quienes han estado en todo tiempo.

A MI ESPOSA:

Quien me ha apoyado y acompañado en este momento tan importante para mi vida.

A MIS AMIGOS:

Quienes son considerados hermanos elegidos y han estado en todo momento de la vida.

AGRADECIMIENTOS.

A:

Universidad San Carlos de Guatemala, Carrera de Agronomía Tropical de la Sede Suroccidente -CUNSUROC- por ser parte de mi formación humana, profesional y académica.

A todos los amigos que conocí durante la carrera de Ingeniero Agrónomo quienes algunos no se encuentran entre nosotros.

A cada uno de los catedráticos quienes dieron sus conocimientos, consejos y amistad, especialmente al ingeniero Agrónomo Nery Figueroa quien fue mi asesor en PPS y es recordado con mucho cariño.

Al Dr. Mynor Raúl Oztzy Rosales quien me apoyó con palabras de aliento desde el primer día de la carrera de agronomía.

Al ingeniero Reynaldo Alarcón quien me siempre motivaba con el desarrollo profesional en el Manejo Integrado de Plagas el cual es mi rama de trabajo actualmente.

Al ingeniero Ph.D. Guillermo Vinicio Tello Cano por brindarme su ayuda y conocimientos en toda la etapa de desarrollo profesional de ingeniero Agrónomo, quien me motivó a poder llegar a dar el último paso para culminar mi carrera como profesional.

A mi amigo ingeniero Luis de León por motivarme y ayudarme en el proceso de desarrollo profesional.

ÍNDICE GENERAL

Contenidos	Pagina
RESUMEN	v
SUMMARY	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	2
1. Marco Conceptual	2
1.1. Importancia del cultivo de maíz <i>Zea mays</i> L.....	2
1.2. Origen del cultivo de maíz <i>Zea mays</i> L.....	2
1.3. Taxonomía del cultivo de maíz <i>Zea mays</i> L.	2
1.4. Morfología de la planta de maíz <i>Zea mays</i> L.	3
1.4.1. Raíz:	3
1.4.2. Tallo:	3
1.4.3. Hojas:	3
1.4.4. Inflorescencia:.....	3
1.4.5. Granos:	4
1.5. Maíz comercial.....	4
1.6. Características del maíz amarillo para la agroindustria	6
1.7. Análisis económico para resultados de investigaciones agrícolas.	7
1.7.1. Análisis de rentabilidad agrícola.	7
1.7.2. Determinación de la rentabilidad agrícola.....	8
2. Marco Referencial	8
2.1. Nombre	8
2.2. Localización	8
2.3. Vías de acceso	8
2.4. Ubicación geográfica	9
2.5. Zona de vida y clima:	9
2.6. Suelos:	10

2.7.	Hidrología:	10
2.8.	Materiales de maíz a utilizar	10
2.8.1.	DK 7088.....	10
2.8.2.	DK 7500.....	10
2.8.3.	IMPACTO-SYNGENTA	11
2.8.4.	ADVANTA 9293.....	11
2.9.	Investigaciones relacionadas al tema.....	11
2.9.1.	Situación del cultivo de maíz en Guatemala: principales limitaciones en la productividad	11
2.9.2.	Evaluación de materiales genéticos mejorados de maíz <i>Zea mays L.</i> y restauración de activos de familias afectadas por la tormenta Stan en el departamento de Sololá, Guatemala....	12
III.	OBJETIVOS	14
1.	General	14
2.	Específicos.....	14
IV.	HIPÓTESIS	15
V.	MATERIALES Y MÉTODOS	16
1.	Materiales.....	16
2.	Metodología	17
2.1.	Para determinar cuál de los cuatro habidos de maíz <i>Z. mays</i> produce un mayor rendimiento en kg/ha se procedió de la siguiente forma	17
2.1.1.	Factor a evaluar (rendimiento en kg/ha de maíz amarillo)	17
2.1.2.	Diseño experimental y aleatorización de los tratamientos evaluados	18
2.1.3.	Análisis estadístico para la variable rendimiento kg/ha de maíz amarillo de los cuatro tratamientos evaluados.....	20
2.2.	Determinación de la rentabilidad de los tratamientos evaluados	21

2.2.1. Ingresos totales	21
2.2.2. Costos totales	21
2.2.3. Utilidad neta	21
2.2.4. Rentabilidad “R”	21
2.2.5. Análisis de la rentabilidad	21
3. Manejo del experimento	21
VI. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	23
1. Determinación del rendimiento en kg/ha de los tratamientos evaluados correspondientes a cuatro híbridos de maíz amarillo <i>Zea mays L</i> , en finca Santa María, San Lorenzo, Suchitepéquez	23
1.1. Rendimiento en kg/ha de maíz amarillo de los cuatro tratamientos evaluados	23
2. Determinación de la rentabilidad de los tratamientos evaluados	27
2.1. Producción de maíz amarillo de los tratamientos evaluados en grano seco comercial	28
2.2. Costos totales por tratamiento por hectárea	28
2.4. Ingreso bruto por hectárea de los tratamientos evaluados en finca Santa María	29
2.5. Utilidad neta por hectárea por tratamiento evaluados en finca Santa María	30
VII. CONCLUSIONES	33
VIII. RECOMENDACIONES	34
IX. REFERENCIAS	35
X. ANEXOS	37

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Contenido	Pagina
1:	Clasificación comercial del maíz basado en el color.	5
2:	Tratamientos a evaluar en ensayo de campo de finca Santa María, San Lorenzo, Suchitepéquez.	18
3:	Resultados de rendimiento en kg/ha de para los cuatro tratamientos de maíz amarillo Z. Mays y cinco bloques.	23
4:	Análisis de varianza para la variable kg/ha de maíz amarillo.	24
5:	Prueba de medias de Tukey al 5% de significancia, entre los tratamientos.	25
6:	Producción de maíz amarillo kg/ha en finca Santa Maria.	28
7:	Costos de los tratamientos evaluados en finca Santa Maria.	29
8:	Ingresos totales de los tratamientos evaluados en finca Santa Maria.	30
9:	Utilidad neta de cada uno de los cuatro tratamientos evaluados	31
10:	Rentabilidad y relación beneficio costo de los tratamientos evaluados.	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Contenido	Pagina
1:	Ubicación geográfica de la finca Santa María, San Lorenzo, Suchitepéquez.	9
2:	Croquis del experimento en finca Santa María.	19
3:	Comparación múltiple de medias para la variable, rendimiento en kg/ha, por tratamiento.	26

RESUMEN

La presente investigación se realizó en finca Santa María ubicada al noreste del municipio de San Lorenzo, Suchitepéquez a una altura aproximada de 210 msnm y una extensión territorial de 65.28 hectáreas.

Esta investigación se desarrolló en áreas asignadas para el establecimiento del cultivo de maíz amarillo *Zea mays L.* con el objetivo de evaluar el rendimiento en kg/ha de cuatro tratamientos conformados por (DK 7500, DK 7088, IMPACTO-SYNGENTA y ADVANTA 9293). Se utilizó un ANDEVA y una prueba de Tukey al 5% de significancia para el análisis de la información. El índice de rentabilidad de cada uno de los tratamientos. Como resultados de la investigación, el híbrido ADVANTA 9293 permitió obtener 5,757.58 kg/ha, teniendo una mayor producción en comparación a los otros tres híbridos evaluados. Además, el índice de rentabilidad demostró que el híbrido ADVANTA 9293 generó rentabilidad del 90.54 % permitió que por cada quetzal que se invirtió se recuperó 58%, siendo el más rentable. Considerando los resultados obtenidos, se recomienda utilizar el híbrido ADVANTA 9293, ya que genera mayor producción en kg/ha en las actuales condiciones climatológicas imperantes en la zona donde se encuentra ubicada la unidad productiva.

SUMMARY

The present research was carried out on the Santa Maria farm located northeast of the municipality of San Lorenzo, Suchitepéquez at an approximate height of 210 meters above sea level and a territorial area of 65.28 hectares, where the cultivation of rubber *H. brasiliensis* clone RRIM 600 is established, the exploitation of this crop being the main source of income that said farm has, producing through the production of first-class chipa, coagulum and hilacha.

. This research was carried out in areas assigned for the establishment of the yellow corn crop *Zea mays* L. with the objective of evaluating the yield in kg/ha of four treatments consisting of (DK 7500, DK 7088, IMPACTO-SYNGENTA and ADVANTA 9293). An ANDEVA and a Tukey test at 5% significance were used to analyze the information. The profitability index of each of the treatments. As results of the research, the ADVANTA 9293 hybrid allowed obtaining 5,757.58 kg/ha, having a higher production compared to the other three hybrids evaluated. Furthermore, the profitability index showed that the ADVANTA 9293 hybrid generated 90.54% profitability, allowing 58% to be recovered for each quetzal that was invested, being the most profitable. Considering the results obtained, it is recommended to use the ADVANTA 9293 hybrid, since it generates greater production in kg/ha in the current conditions climate prevailing in the area where the production unit is located.I.

I. INTRODUCCIÓN

Finca Santa María se encuentra ubicada al noreste del municipio de San Lorenzo, Suchitepéquez a una altura aproximada de 210 msnm, la cual cuenta con una extensión territorial de 65.28 hectáreas, en el que se encuentra establecido el cultivo de hule *H. brasiliensis* clon RRIM 600, siendo la explotación de este cultivo la principal fuente de ingresos con la que cuenta dicha finca produciendo a través de la producción de chipa de primera, coagulo e hilacha.

Para aumentar la rentabilidad en las unidades productivas con la que cuenta finca Santa María derivado de la situación actual por la que atraviesa el precio del hule a nivel internacional, fue necesario realizar una evaluación de cuatro híbridos de maíz amarillo *Zea mays L*, tomando como testigo relativo el híbrido DK 7088 el cual es el más utilizado en la zona.

Esta investigación tuvo como objetivo determinar la variable de respuesta kg/ha de maíz amarillo seco, los híbridos amarillos evaluados fueron (DK 7500, DK 7088, IMPACTO-SYNGENTA y ADVANTA 9293). utilizando un diseño experimental en bloques al azar, teniendo como único factor kg/ha u la rentabilidad de los cuatro tratamientos. Para el análisis de la información de los kg de maíz seco obtenidos en la unidad experimental, se empleó un ANDEVA y prueba de Tukey al 5% de significancia.

Los resultados de esta evaluación fueron de importancia para construir un modelo productivo que permita aumentar los ingresos y generar ganancias para dicha finca.

II. MARCO TEÓRICO

1. Marco Conceptual

1.1. Importancia del cultivo de maíz *Zea mays* L

Según FAO (2003), el maíz *Zea mays* L, es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conocen. Pertenece a la familia de las Poaceas (Gramíneas), tribu Maydeas, y es la única especie cultivada de este género. Otras especies del género *Zea*, comúnmente llamadas teosinte y las especies del género *Tripsacum* conocidas como arrocillo o maicillo son formas salvajes parientes de *Zea mays*. Son clasificadas como del Nuevo Mundo porque su centro de origen está en América.

1.2. Origen del cultivo de maíz *Zea mays* L.

Según la FAO (2003), el cultivo del maíz *Z. mays*, tuvo su origen en América Central, especialmente en México, de donde se difundió hacia el norte hasta el Canadá y hacia el sur hasta la Argentina. La evidencia más antigua de la existencia del maíz, de unos 7,000 años de antigüedad, ha sido encontrada por arqueólogos en el valle de Tehuacán (México), pero es posible que hubiese otros centros secundarios de origen en América.

1.3. Taxonomía del cultivo de maíz *Zea mays* L.

Reino: Plantae

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Subfamilia: Panicoideae

Género: *Zea*

Especie: *Zea mays* L. (FAO, 2003)

1.4. Morfología de la planta de maíz *Zea mays* L.

1.4.1. Raíz:

La planta tiene dos tipos de raíz. Las primarias son fibrosas y presentan además raíces adventicias, que nacen en los primeros nudos por encima de la superficie del suelo. Ambas tienen la misión de mantener a la planta erecta; sin embargo, por su gran masa de raíces superficiales, es susceptible a la sequía y a caídas por grandes vientos (acame), e intolerante a suelos deficientes en nutrientes. Requiere una profundidad fisiológica de entre 60 a 80 cm de suelo. (FAO, 2003)

1.4.2. Tallo:

El tallo está compuesto a su vez por tres capas: una epidermis exterior, impermeable y transparente, una pared por donde circulan las sustancias alimenticias y una médula de tejido esponjoso y blanco donde almacena reservas alimenticias, en especial azúcares. (FAO, 2003)

1.4.3. Hojas:

Las hojas toman una forma alargada íntimamente arrollada al tallo, del cual nacen las espigas o mazorcas. Cada mazorca consiste en un tronco u olote que está cubierto por filas de granos, la parte comestible de la planta. (FAO, 2003).

1.4.4. Inflorescencia:

Es una planta monoica de flores unisexuales; sus inflorescencias masculinas y femeninas se encuentran bien diferenciadas en la misma planta. La inflorescencia masculina es terminal y se conoce como panícula, panoja, espiga y miahuatl en náhuatl, compuesta por un eje central o raquis y ramas laterales; a lo largo del eje central se distribuyen los pares de espiguillas de forma polística y en las ramas con arreglo dístico, y cada espiguilla está protegida por dos brácteas o glumas, que a su vez contienen en forma apareada las flores estaminadas; en cada florecilla componente de la panícula hay tres estambres donde se desarrollan los granos de polen. (FAO, 2003)

Las inflorescencias femeninas, las mazorcas, se localizan en las yemas axilares de las hojas; son espigas de forma cilíndrica que consisten en un raquis central u olote donde se insertan las espiguillas por pares, cada espiguilla con dos flores pistiladas, una fértil y otra abortiva, que se arreglan en hileras paralelas. Las flores pistiladas tienen un ovario único con un pedicelo unido al raquis, un estilo muy largo con propiedades estigmáticas donde germina el polen. (FAO, 2003)

1.4.5. Granos:

En la mazorca, cada grano o semilla es un fruto independiente llamado cariósipide que está insertado en el raquis cilíndrico u olote; la cantidad de grano producido por mazorca está limitada por el número de granos por hilera y de hileras por mazorca. (FAO, 2003).

1.5. Maíz comercial

La clasificación del maíz por colores es una formalidad comercial y las características de los diferentes tipos se presentan a continuación.

Cuadro 1: Clasificación comercial del maíz basado en el color.

Color	Características
Maíz blanco	Presenta un valor menor o igual a 5% de maíces amarillos. Un ligero tinte cremoso, pajizo o rosado no influye en esta clase.
Maíz amarillo	Granos amarillos o con un trozo rojizo y que tenga un valor menor o igual al 6% de maíces de otro color.
Maíz mezclado	Maíz blanco que contenga entre 5,1 a 10 % de maíces amarillos, así como el maíz amarillo que presenta un valor entre 5,1 a 10% de maíces blancos.
Maíz negro	Presenta un valor menor o igual a 5% de maíces blancos o amarillos. Siendo superior al 10% de maíces oscuros.

Fuente: ICTA, (2000).

El maíz amarillo por sus características nutricionales, es cultivado y comercializado para consumo tanto animal, como para humano, siendo la industria procesadora de concentrados (alimento para ganado equino, bovino, porcino, aviar equino y caprino entre otros), uno de sus principales mercados destino seguido de la industria alimenticia para consumo humano, empleándose como harinas para la elaboración de golosinas (frituras), cereales, aceites teniendo un mayor precio en el mercado en comparación al maíz blanco.

Se puede observar en el mercado dedicado a la comercialización de este grano, la mezcla entre maíces negros y maíces blancos afectando en cierta medida el valor comercial por quintal, encontrándose una mezcla tal y como se describe en el cuadro anterior.

1.6. Características del maíz amarillo para la agroindustria

El grano de maíz es una fruta completa (cariopsis) con una semilla. La 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 (Kiesselbach, 1949; Pursglove, 1972). 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. 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, globulina, glutamina 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. Los hidratos de carbono equivalen a 73% del grano de maíz y está formado por hidratos de carbono bajo la forma de almidón, azúcar y fibra (celulosa). El almidón se encuentra principalmente en el endospermo, el azúcar en el germen y la fibra o celulosa en la cubierta (ICTA, 2002).

Entre los cereales, el más destacado como fuente de energía, es el maíz. Entre el 70% al 80% de su producción es utilizado como un ingrediente del pienso en el mundo. Por ello, el uso del maíz es una herramienta indispensable para mantener la rentabilidad del sistema. En nutrición animal se utilizan prácticamente todos los cereales bajo diversas formas: grano entero, grano molido (incorporado a los piensos), plantas enteras cosechadas antes de su madurez y ensiladas (maíz, cebada, sorgo). Además, algunos restos de cosecha de cereales son utilizados como forraje (fuente de fibra).

El maíz blanco y el maíz amarillo tienen diferentes características alimentarias. El maíz amarillo es más rico en carotenoides y por eso es el preferido para los alimentos concentrados para animales, ya que los carotenoides tienen una función importante en el crecimiento y la coloración de la yema de los huevos (Van Etten & Fuentes, 2005).

En el sector de productos para consumo humano la distinción entre maíz amarillo y blanco es más profunda, aunque existen empresas que han diversificado sus actividades y se dedican a la elaboración de productos, tanto de maíz amarillo como de blanco (Van Etten & Fuentes, 2005).

1.7. Análisis económico para resultados de investigaciones agrícolas.

1.7.1. Análisis de rentabilidad agrícola.

La rentabilidad financiera es aquella que se aplica a toda acción económica en la que se movilizan medios materiales, humanos y financieros, con el fin de obtener determinados resultados. En general, sería la medida de rendimiento que, en un periodo explícito, indica una posición de riesgo.

Este término, aplicado a la actividad agrícola, es lo que se conoce como rentabilidad agrícola.

Resulta conveniente que los agricultores conozcan y dominen con mayor amplitud las expectativas de sus cultivos a sembrar, en términos de rentabilidad y el riesgo que conlleva hacerlos.

Para poder determinar la rentabilidad de un lote previo a su siembra, se debe tener un estimado de producción del mismo. A esta producción estimada se multiplicó por el precio y se restó a ese total los costos de producción.

Con este cálculo que parece fácil, se puede obtener la rentabilidad final de un cultivo a lo largo de su ciclo. Se dice que es fácil, porque dentro de cada parte del cálculo, existen muchas variables y cambios a los que el productor se tiene que adaptar (Sempere, 2024).

1.7.2. Determinación de la rentabilidad agrícola

Para poder determinar si existe rentabilidad agrícola, se deben conocer todos los costos por lote, por hectárea y por cultivo. No todos los lotes cuentan con las mismas características y mucho menos los cultivos.

Partiendo del cultivo que se quiera producir y determinando el lote, se empieza calculando los costos de producción. Una vez obtenido esto, se debe estimar el rendimiento del cultivo y multiplicándolo por el precio de venta.

Al tener los costos totales y un ingreso estimado por la venta del producto cosechado, se puede determinar la ganancia. Este ingreso, nos servirá para determinar la rentabilidad final del establecimiento.

Para determinar la rentabilidad final, se debe calcular en porcentaje: cuánto se ha ganado en base a la inversión que se realizó. Este porcentaje dará una idea de la rentabilidad y si es conveniente o no realizar un cultivo (Sempere, 2024).

2. Marco Referencial

2.1. Nombre

Finca Santa María

2.2. Localización

Se encuentra ubicada al noreste del municipio de San Lorenzo, colinda al norte con finca La Bendición, al sur con finca La Gracia, al este cantón Cerrito de oro y al oeste el río Chitá y Cantón Tierra del Pueblo

2.3. Vías de acceso

El único acceso a la finca Santa María es a través de la avenida principal de la municipalidad del municipio de San Lorenzo que conduce hacia el Cantón Cerrito de Oro, Sección B, a 1 km del municipio. El camino de la entrada principal del cantón hacia la finca se encuentra en un 70% adoquinado y el 30% terracería.

2.4. Ubicación geográfica

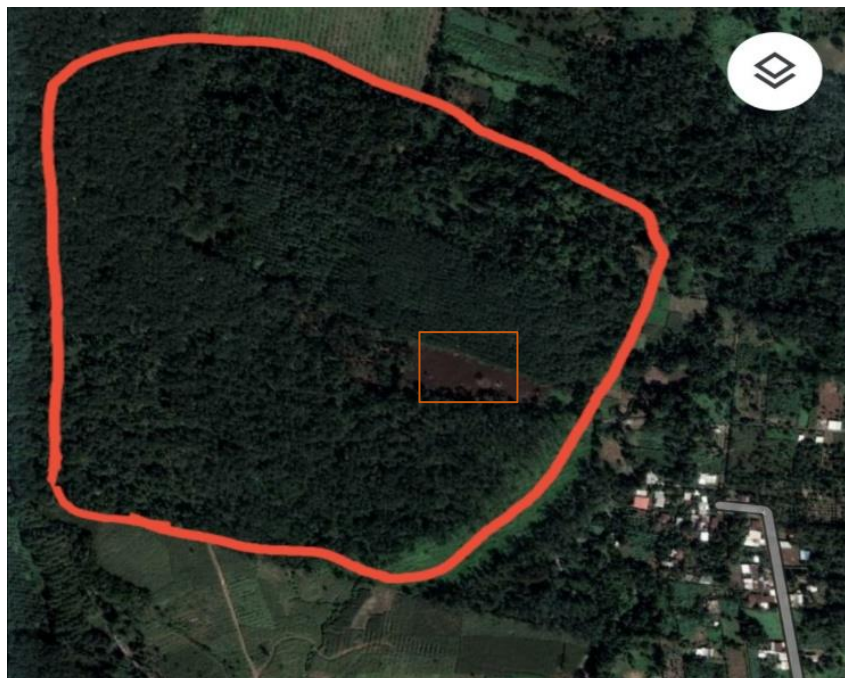


Figura 1: Ubicación geográfica de la finca Santa María, San Lorenzo, Suchitepéquez.

Fuente: Google Maps, (2024).

2.5. Zona de vida y clima:

Finca Santa María está ubicada en la zona de vida, Bosque Húmedo Subtropical (cálido) basado en el sistema Holdridge. La temperatura máxima es de 33 °C y la mínima es de 19 °C.

Sus coordenadas son 14°29'30.7 latitud norte 91°30' 58.4" longitud oeste y una altura promedio de 210 msnm.

2.6. Suelos:

Finca Santa María cuenta con un suelo de tipo arcilloso, según información de Simmons, Tarano y Pinto (1,959); cuenta con una pendiente del 1%, la profundidad efectiva corresponde a un suelo profundo, con un buen drenaje y salinidad nula, perteneciendo a los suelos de la serie Ixtán arcilloso.

2.7. Hidrología:

La cuenca en la que se ubica la finca es la de Sis-Ican; el río Chitá siendo la principal fuente de agua que abastece a la finca durante todo el año, la precipitación media anual reportado es de 4000 mm. Estos se distribuyen generalmente desde los meses de marzo a noviembre.

2.8. Materiales de maíz a utilizar

Se describen las principales características de los materiales de maíz híbrido amarillo a evaluar en el ensayo en finca Santa María.

2.8.1. DK 7088

Color de grano amarillo, textura de grano semi dentado, altura de mazorca de 125 cm, hileras por mazorca de 18 a 22, altura de planta de 260 cm, días a floración de 55 a 58 días, de 130 a 135 días a cosecha y rango de adaptación de 0 a 1,500 msnm. Con un alto potencial de rendimiento excelente cobertura de mazorca, densidad de siembra de 75.000 a 87.500 plantas/ha y una alta adaptabilidad entre ambientes.

2.8.2. DK 7500

Color del grano amarillo, textura de grano semi cristalino, altura de mazorca 104 cm, hileras por mazorca de 18 a 20, altura de la planta 238 cm días a floración de 50 a 58 días, de 120 a 130 días a cosecha. Posee una excelente cobertura de mazorca, un alto potencial de rendimiento, densidad de 62.500 a 75.000 plantas/ha siembra y una buena sanidad de mazorca.

2.8.3. IMPACTO-SYNGENTA

Color de grano amarillo intenso, textura de grano semi cristalino, altura de mazorca 115 cm, hileras por mazorca de 16 a 18, altura de la planta 240 cm, días a floración de 55 a 60 días, de 105 a 120 días de cosecha. Posee una excelente cobertura de mazorca, un alto potencial de rendimiento, densidad de 60,000 a 65,000 plantas/ha buena sanidad de mazorca.

2.8.4. ADVANTA 9293

Color de grano amarillo intenso, textura de grano semi cristalino, altura de mazorca 125 cm, hileras por mazorca de 16 a 18, altura de la planta 235 cm, días a floración de 50 a 65 días, de 105 a 125 días de cosecha. Posee una excelente cobertura de mazorca, un alto potencial de rendimiento, densidad de 65,000 a 70,000 plantas/ha, con una excelente sanidad de mazorca.

2.9. Investigaciones relacionadas al tema

2.9.1. Situación del cultivo de maíz en Guatemala: principales limitaciones en la productividad

El maíz *Zea mays* L. es el cultivo más importante de Guatemala, debido a que tiene un papel clave en la dieta alimenticia de su población. La producción no cubre la demanda nacional, en especial el maíz amarillo, viéndose en la necesidad de importar este cereal. Actualmente, la productividad del cultivo es bastante baja, debido a una serie de limitantes que afrontan los pequeños productores. El rendimiento promedio nacional es de 2154 kg ha⁻¹, que es bastante bajo comparado con el de los mayores productores del mundo. En general, el maíz se siembra bajo el régimen de lluvias; sin embargo, el efecto negativo del clima afecta la producción nacional. Las plagas y enfermedades son otro problema que afrontan los productores, que muchas veces tienen acceso limitado a los insumos de producción más importantes como fertilizantes, semilla y pesticidas. El uso de semillas mejoradas y el acceso a ellas son clave para contribuir al aumento de la productividad. El Instituto de Ciencia y Tecnologías Agrícolas (ICTA) ha generado

variedades e híbridos de maíz adaptados a los sistemas productivos del país. Lastimosamente, estas tecnologías no han sido diseminadas a los más necesitados por falta de una estrategia de promoción y adopción, a pesar de que se hacen esfuerzos significativos ante la falta de presupuesto del Gobierno. El ICTA ha puesto a disposición del público nuevos híbridos como el ICTA HB-17^{TMA} (grano blanco), e ICTA Grano de Oro (grano amarillo); estos cultivares poseen resistencia al Complejo Mancha de Asfalto; también, liberó el ICTA HB-18A^{CP + Zn}, el primer híbrido biofortificado del mundo, el cual posee alta calidad de proteína y mayor contenido de zinc (Chávez Martínez, 2022).

2.9.2. Evaluación de materiales genéticos mejorados de maíz *Zea mays* L. y restauración de activos de familias afectadas por la tormenta Stan en el departamento de Sololá, Guatemala.

El objetivo fue evaluar el rendimiento, adaptación y estabilidad de los materiales mejorados de maíz para esta región y así poder contribuir a la seguridad alimentaria de estos agricultores con un mayor abastecimiento de alimento, gracias a mejores cosechas que las conseguidas con materiales locales. Los principales resultados de la evaluación son la identificación de la variedad mejorada ICTA B-7 (3659.4 kg/ha), y el híbrido HE-06-01 (3604.4 kg/ha) que superaron hasta en un 17% a los testigos locales (3032.3 kg/ha). Mientras tanto, la variedad VE-POB-4 (3281.0 kg/ha), al igual que el híbrido HE-01 (3145.9 kg/ha), se presentaron como los materiales más estables en la región para la variable rendimiento. De esta forma se presentan a los agricultores del área, información de nuevas alternativas para la siembra de maíz, donde podrán escoger materiales con los cuales tendrán la posibilidad de aumentar sus cosechas y por consiguiente un mayor abastecimiento de alimento para sus familias o una mayor fuente de ingreso, en el caso de la venta de sus excedentes. También dentro de las actividades realizadas en el EPS se llevó a cabo el servicio de apoyo al personal técnico dentro del plan operativo del proyecto, con lo cual se tuvo participación en las siguientes actividades: facilitar el acceso a semillas de hortalizas y plantas medicinales, facilitar el acceso a frutales, facilitar el acceso a bolsas y botiquines pecuarios, producción de abono orgánico, distribución de materiales y capacitar para la construcción de aljibes para cosecha de agua, recuperar

semillas para producción de granos básicos, manejo del sistema milpa (maíz, frijol y cucurbitáceas): selección de semillas, producción y poscosecha, capacitar en agricultura de laderas, suelos y/o reducción de riesgo (Morales Giron , 2009).

III. OBJETIVOS

1. General

Evaluar el rendimiento en kg/ha de cuatro híbridos de maíz amarillo *Zea mays L*, en finca Santa María, San Lorenzo, Suchitepéquez.

2. Específicos

- 2.1.** Determinar que híbrido de maíz presenta el mejor rendimiento de producción en kg/ha.
- 2.2.** Determinar la rentabilidad y relación beneficio/costo de cada uno de los tratamientos evaluados.

IV. HIPÓTESIS

Ho. Al menos uno de los cuatro híbridos de maíz amarillo evaluados presentará una producción en kg/ha diferente.

Ho. Al menos uno de los cuatro híbridos de maíz amarillo evaluados presentará una rentabilidad y relación beneficio/costo diferente.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

1. Materiales

Semilla de cuatro diferentes híbridos DK 7500, DK 7088, IMPACTO-SYNGENTA y ADVANTA 9293.

Azadón.

Machete.

Bomba de mochila 16 L.

Cinta métrica.

Chuzo.

Herbicidas.

Insecticidas.

Fertilizantes.

Hojas para rotulación.

1 rollo de rafia.

1 Libreta de apuntes y un lápiz.

1 Computadora para procesar toda la información.

Hojas y una impresora.

Caporal de la finca.

Personal de campo.

Practicante EPS.

Pesa analítica.

Sobres de papel para su identificación.

2. Metodología

Para el cumplimiento de cada uno de los objetivos propuestos se definió la metodología a seguir presentándola a continuación.

2.1. Para determinar cuál de los cuatro híbridos de maíz *Z. mays* produce un mayor rendimiento en kg/ha se procedió de la siguiente forma

Para este objetivo el diseño experimental determinado, tomando en cuenta las condiciones del terreno, así como los factores evaluados, se empleó un diseño en bloques al azar, el cual contó con cuatro y cinco repeticiones (bloques). (Reyes, 1990)

Dichos tratamientos corresponden a la combinación de los factores que se evaluaron en la presente investigación:

2.1.1. Factor a evaluar (rendimiento en kg/ha de maíz amarillo)

Para la presente investigación se consideró un solo factor, rendimiento kg/ha, de cuatro híbridos de maíz amarillo siendo estos Dk 7088, DK 750, IMPACTO-SYNGENTA y ADVANTA 9293 los utilizando como testigo relativo el híbrido de maíz Dk 7088.

A continuación, en el cuadro dos se detallan los tratamientos asignados para cada uno de los híbridos de maíz evaluados.

Para establecer plenamente los tratamientos que se evaluaron en el ensayo de campo, se presenta a continuación la nomenclatura asignada para cada tratamiento con su respectivo material genético de maíz.

Cuadro 2: Tratamientos a evaluar en ensayo de campo de finca Santa María, San Lorenzo, Suchitepéquez.

Tratamiento	Material experimental
T1	DK 7088
T2	DK 7500
T3	IMPACTO-SYNGENTA
T4	ADVANTA 9293

Fuente: Autor, (2024).

El diseño experimental empleado para el análisis de la información de la variable kg/ha de maíz amarillo de los cuatro tratamientos evaluados es el bloque completo al azar.

2.1.2. Diseño experimental y aleatorización de los tratamientos evaluados

De acuerdo a Reyes (1990), el número de repeticiones (bloques) se determinó tomando en cuenta que los grados de libertad del error experimental, lo cuales no deben ser menores a 12, que de acuerdo al diseño experimental se calcula con la siguiente fórmula.

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

Donde:

GL_e = Grados de libertad

t= tratamiento

r= Número de repeticiones

$$GLE = (4-1) (5-1) R/12$$

Unidad experimental y aleatorización

El número total de unidades experimentales se determinó tomando en cuenta el número de tratamientos a evaluar, así como el número de bloques:

Unidad experimental (UE): El número de tratamientos por el número de bloques = unidades experimentales (UE).

Número de tratamientos (4) número de bloques (5) = (UE) 20

Las unidades experimentales fueron distribuidas dentro de cada bloque en forma aleatoria quedando conformadas en campo de la siguiente manera.

T1	T3	T4	T2
T4	T2	T3	T1
T3	T1	T2	T4
T2	T4	T1	T3
T1	T3	T2	T4



Figura 2: Croquis del experimento en finca Santa María.

Fuente: Autor, (2022).

Cada unidad experimental, estuvo constituida por 6.40 m de ancho y 6.80 m de largo para un total de 43.5 m², con una densidad de siembra de 0.40 m x 0.80m y dos granos por postura con un total de 136 posturas. El total del área por bloque fue de 174.08 m², el distanciamiento entre bloques fue de tres metros, el total del área de la unidad experimental fue de 1,177.6 m².

2.1.3. Análisis estadístico para la variable rendimiento kg/ha de maíz amarillo de los cuatro tratamientos evaluados

El diseño estadístico utilizado para el análisis de rendimiento k/g fue el diseño en bloques completamente al azar, ya que este modelo considera la heterogeneidad del ambiente en donde se implementó el ensayo de campo.

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde

y_{ij} = Variable de respuesta en kg de maíz por ha.

μ = media general en kg maíz por ha.

τ_i = Efecto del i-ésimo híbrido de maíz en estudio.

β_j = Efecto del j-ésimo bloque.

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

Variable de respuesta: La más importante evaluada fue el rendimiento kilogramo maíz amarillo por hectárea, el valor se consideró de la sumatoria de los kilogramos por repetición de los tratamientos en cada uno de los bloques, se extrapoló utilizando la siguiente formula.

(Peso total kg de la repetición de los tratamientos/43.5 m² * 10000 m² / 1 ha).

El resultado representa la producción kg de maíz amarillo por repetición de cada uno de los tratamientos evaluados, los que fueron trasladados a una producción por hectárea.

Análisis de la información: para la variable rendimiento se utilizó un análisis de varianza (ANDEVA), Tukey al 5% de significancia.

2.2. Determinación de la rentabilidad de los tratamientos evaluados

2.2.1. Ingresos totales

Utilidades generadas de la producción de maíz en kg/ha con respecto al precio actual en el mercado.

2.2.2. Costos totales

Insumos+ mano de obra por hectárea por tratamiento

2.2.3. Utilidad neta

Ingresos totales-costos totales

2.2.4. Rentabilidad “R”

$(\text{utilidad/costos totales}) * 100$

2.2.5. Análisis de la rentabilidad

Los datos obtenidos durante el experimento fueron procesados por medio de una hoja electrónica de Excel, por medio de la fórmula de rentabilidad, considerando costos totales e Ingresos totales.

3. Manejo del experimento

Preparación del terreno.

Control de malezas químico.

Marcación de bloques y unidades experimentales.

Siembra del maíz por tratamiento y abono.

Control de malezas manual.

Control de plagas (principalmente gusano cogollero) y enfermedades.

Dobles de la milpa.

Cosecha.

Secado de Maíz.

Peso por tratamiento.

Evaluación de resultados.

VI. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos a partir de la evaluación del rendimiento en kg/ha de cuatro tratamientos que corresponden a cuatro híbridos de maíz amarillo siendo estos Dk 7088, DK 750, IMPACTO-SYNGENTA y ADVANTA 9293, son analizados y discutidos comparándolo con testigo relativo el híbrido DK 7088.

1. Determinación del rendimiento en kg/ha de los tratamientos evaluados correspondientes a cuatro híbridos de maíz amarillo Zea mays L, en finca Santa María, San Lorenzo, Suchitepéquez

1.1. Rendimiento en kg/ha de maíz amarillo de los cuatro tratamientos evaluados

Cuadro 3: Resultados de rendimiento en kg/ha de para los cuatro tratamientos de amarillo Z. Mays y cinco bloques.

TRATAMIENTO	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	BLOQUE V
T1	4,329.00	3,896.10	2,705.63	4,112.55	4,004.33
T2	4,870.13	3,138.53	3,679.65	5,303.03	3,463.20
T3	5,194.81	4,220.78	3,354.98	3,571.43	4,554.45
T4	6,385.28	5,952.38	5,303.03	5,303.30	5,952.38

Fuente: Autor, (2022).

Los rendimientos en kg/ha maíz amarillo presentados de acuerdo a sus valores medios de rendimiento, se observa una marcada diferencia del tratamiento T4 sobre los demás tratamientos evaluados, mientras que los tratamientos T1, T2 y T3 sus rendimientos son muy similares por lo que se procedió a realizar un análisis de varianza

con el fin de determinar, si existe o no diferencia estadística significativa entre tratamientos.

A continuación, se presenta el ANDEVA (análisis de varianza) para diseños en Bloques al Azar de la variable kg/ha de los cuatro tratamientos evaluados.

Cuadro 4: Análisis de varianza para la variable kg/ha de maíz amarillo.

FV	SC	GL	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	11,614,304.19	3	3,871,434.73	11.74	0.0007
BLOQUE	4,423,867.92	4	1,105,966.98	3.35	0.0462
ERROR	3,957,707.03	12	329,808.92		
TOTAL	19,995,879.14	19			

Fuente: Autor, (2024).

C.V. = 12.88%

Significancia = 5%

De acuerdo a los resultados, se determinó que con un nivel de significancia del 5%, existió diferencia estadística altamente significativa en la producción en kg/ha de maíz amarillo entre los tratamientos evaluados.

Para poder determinar que tratamiento permite obtener esta diferencia es necesario realizar prueba de medias Tukey al 5% de significancia, presentando los resultados a continuación:

Cuadro 5: Prueba de medias de Tukey al 5% de significancia, entre los tratamientos.

TRATAMIENTO	SIGNIFICANCIA
ADVANTA 9293	5,757.58 A
IMPACTO-SYNGENTA	4,177.49 B
DK 7500	4,090.91 B
DK 7088	3,809.52 B

Fuente: Autor, (2024).

De acuerdo a los resultados, los cuatro tratamientos se agruparon en dos literales, mostrando que la mayor producción en kg/ha de maíz amarillo corresponde al tratamiento T4 ADVANTA 9293, con una producción de 5,757.58 kg/ha, El segundo grupo conformado por los tratamientos T1, T2 Y T3 respectivamente, estadísticamente presentan producciones similares en finca Santa María.

Para una mejor apreciación de los resultados, se presenta el análisis gráfico de la producción de cada uno de los tratamientos evaluados, para ver las diferencias en promedio del rendimiento en kg/ha de maíz amarillo.

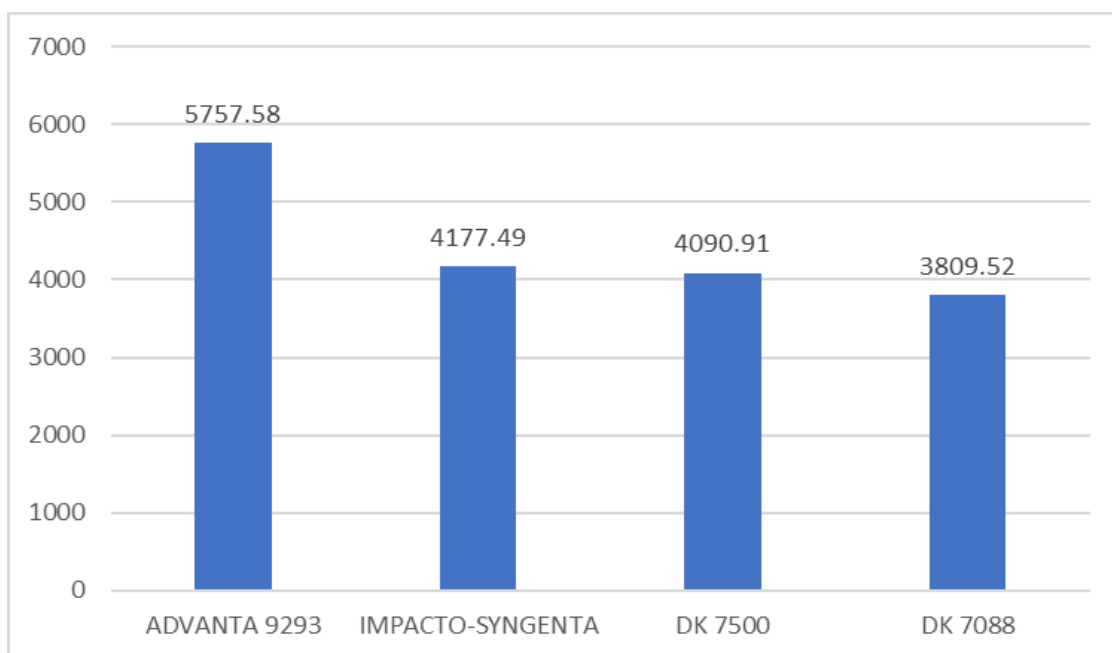


Figura 3: Comparación múltiple de medias para la variable, rendimiento en kg/ha, por tratamiento.

Fuente: Autor, (2024).

Realizando el análisis comparativo del gráfico de barras, se puede observar que el tratamiento cuatro ADVANTA 9293, con un rendimiento en kg/ha de maíz amarillo de 5,757.58 kg, esto se debe a una mayor adaptabilidad a las condiciones climatológicas imperantes en la zona donde se realizó la evaluación y resistencia a plagas y enfermedades que afectan negativamente el rendimiento y calidad de grano.

2. Determinación de la rentabilidad de los tratamientos evaluados

Para la determinación de la rentabilidad se tomaron en cuenta las siguientes variables.

Se elaboró un análisis de rentabilidad de los tratamientos evaluados, considerando los costos operativos de esta evaluación y lo obtenido en rendimiento en kg/ha de látex de las unidades experimentales. Se corroboraron los costos de los agroquímicos en el mercado, fungicidas, herbicidas y estimulante utilizados en el manejo agronómico de los tratamientos, de la misma manera se calculó la mano de obra con respecto al jornal por hectárea y personal administrativo.

En el análisis económico se incluyeron todos los insumos y mano obra, se analizó a cada tratamiento por separado, presentando la producción de maíz amarillo en kg por hectárea y el precio de comercialización en el mercado de compra, el cual es en quintal por lo que la producción se convirtió de kg a quintales asumiendo que un quintal es equivalente a 45 kg.

A continuación, se detallan los costos de producción y las utilidades de cada uno de los tratamientos evaluados generados durante los cuatro meses que duró la evaluación.

2.1. Producción de maíz amarillo de los tratamientos evaluados en grano seco comercial

El análisis económico se incluyeron todos los insumos, mano obra, analizando a cada tratamiento por separado, presentando la producción de maíz amarillo seco generado por cada uno de los cuatro tratamientos que se evaluaron.

A continuación, se detallan los kg/ha de maíz seco generados de cada uno de los cuatro tratamientos evaluados, siendo el T4 el más productivo.

Cuadro 6: Producción de maíz amarillo kg/ha en finca Santa Maria.

Tratamiento	Kg/ha de maíz amarillo grano seco
T1	3,809.52
T2	4,090.91
T3	4,177.49
T4	5,757.58

Fuente: Autor, (2024).

Para realizar el análisis económico se determinó además los costos para cada tratamiento, los cuales incluyen insumos y mano de obra en finca Santa María, presentando los resultados a continuación.

2.2. Costos totales por tratamiento por hectárea

Para realizar el análisis económico se determinó, además, los costos para cada tratamiento, los cuales incluyen insumos y mano de obra en la finca Santa María, presentando los resultados:

Cuadro 7: Costos de los tratamientos evaluados en finca Santa Maria.

Tratamiento	Costo total
	Insumos + mano de obra
T1	Q12,706.00
T2	Q12,706.00
T3	Q12,606.86
T4	Q12,631.68

Fuente: Autor, (2024).

Se observó que los mayores costos los presentó los tratamientos T1 Y T2 ambos híbridos de la misma casa comercial, es decir que el incremento en el costo de estos dos híbridos es precio de la semilla, mientras que los tratamientos T3 Y T4 fueron de menor costo para la finca.

Para la determinación de la rentabilidad, se detallan los ingresos generados por cada tratamiento durante los meses de mayo a noviembre de 2021;

2.4. Ingreso bruto por hectárea de los tratamientos evaluados en finca Santa María

Para la determinación de la rentabilidad, se detallan los ingresos generados por cada tratamiento de los quintales vendidos como grano de maíz amarillo seco, posterior a la cosecha.

Cuadro 8: ingresos totales de los tratamientos evaluados en finca Santa Maria.

Tratamiento	Ingresos
T1	Q15,085.70
T2	Q16,200.00
T3	Q16,542.86
T4	Q24,066.68

Fuente: Autor, (2024).

De acuerdo a los resultados, el tratamiento cuatro ADVANTA 9293, es el que generó el mayor ingreso, seguido del tratamiento T3 IMPACTO-SYNGENTA y el tratamiento T2 DK 7500, mientras que el tratamiento T1 DK 7088 fue el tratamiento con menores ingresos, por lo que el material genético que mayores ingresos generó para finca Santa María corresponde al tratamiento cuatro.

2.5. Utilidad neta por hectárea por tratamiento evaluados en finca Santa María

Para la determinación de la utilidad neta en el siguiente cuadro se detallan los ingresos brutos por hectárea generados durante el periodo de cuatro meses que duró la evaluación hasta su comercialización por quien tal de maíz seco y los costos de inversión de la unidad productiva, ambos componentes fueron necesarios para determinar la ganancia neta por hectárea que generaron los tratamientos sometidos a evaluación.

Cuadro 9: Utilidad neta de cada uno de los cuatro tratamientos evaluados.

Tratamiento	Ingresos	Costos	Utilidad/ha
T1	Q 15,085.70	Q 12,706.00	Q 2,379.70
T2	Q 16,200.00	Q 12,706.00	Q 3,494.00
T3	Q 16,542.86	Q 12,606.86	Q 3,936.86
T4	Q 24,066.68	Q 12,631.68	Q 11,435.00

Fuente: Autor, (2024).

Como se ve la relación ingresos–costos, los resultados que se obtuvieron indica que el tratamiento cuatro ADVANTA 9293, generó una ganancia neta de Q 11, 435.00 seguido del tratamiento tres IMPACTO-SYNGENTA permitió obtener una utilidad neta de Q 3,936.86 siendo estos dos tratamientos para finca Santa María, aunque cabe mencionar que el tratamiento cuatro posee una marcada diferencia económicamente con respecto al tratamiento tres que es el segundo económicamente más rentable de los cuatro tratamientos evaluados. Los tratamientos uno y dos como resultado de la generación son los que menos utilidades por hectárea generan para la unidad productiva.

En el cuadro diez se detallan los ingresos y costos por tratamiento durante los meses de mayo a noviembre, durante el experimento, determinando por medio de la fórmula, la rentabilidad de cada tratamiento.

Cuadro 10: Rentabilidad y relacion beneficio costo de los tratamientos evaluados.

Tratamiento	Ingresos	Costos	% de Rentabilidad	Relación B/C
T1	Q 15,085.70	Q 12,706.00	18.72	1.18
T2	Q 16,200.00	Q 12,706.00	27.5	1.27
T3	Q 16,542.86	Q 12,606.86	31.22	1.31
T4	Q 24,066.68	Q 12,631.68	90.54	1.90

Fuente: Autor, (2024).

De acuerdo a los datos del cuadro nueve anterior, cuando el porcentaje de rentabilidad es mayor a uno, indica que los tratamientos son rentables, por lo que al utilizar el híbrido ADVANTA9293, permite que por cada Q 1.00 invertidos se recuperaron Q 0.90, siguiéndole en rentabilidad el híbrido IMPACTO-SYNGENTA generando el 31.22 % de rentabilidad y 27.5% para el híbrido DK 7500, mientras que el híbrido con menor rentabilidad con 18.72% es el híbrido DK 7088, siendo el tratamiento cuatro bajo las actuales condiciones del valor en el mercado por quintal de Q 180.00 y Q 190.00 para el híbrido ADVANTA9293, esta deferencia fue el resultado de mayor pigmentación en el grano de maíz amarillo que presentó dicho material genético el que mayores ingresos generaría para finca Santa María.

VII. CONCLUSIONES

1. El híbrido de maíz amarillo ADVANTA 9293, permite obtener 5757.58 kg/ha, teniendo una mayor producción en comparación al testigo relativo Dk 7088 utilizado en finca Santa Ana.
2. Estadísticamente de los cuatro tratamientos y con un nivel de significancia del cinco por ciento, el tratamiento cuatro (ADVANTA 9293), es el que mayor producción en kg/ha media generó, en comparación a los otros tres tratamientos con producciones medias estadísticamente iguales.
3. El índice de rentabilidad demostró que el híbrido ADVANTA 9293, permite obtener una mayor rentabilidad con un 90.54% en comparación a los restantes tres tratamientos evaluados.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Utilizar el híbrido de maíz amarillo ADVANTA 9293, ya que presenta mayor producción en kg/ha en comparación al híbrido de maíz amarillo DK 7088 testigo relativo, utilizado en finca Santa María.
2. Como segunda opción utilizar los materiales híbridos de maíz amarillo IMPACTO-SYNGENTA DK 7500, teniendo una menor producción en kg/ha estadísticamente y menor rentabilidad en comparación al híbrido ADVANTA 9293, pero mayor producción y rentabilidad en comparación al híbrido DK 7088 utilizado en finca Santa María.
3. Evaluar periódicamente los sectores en producción mediante nuevos materiales de maíz con características adaptables y similares al híbrido ADVANTA 9293 y así poder tener opciones para la siembra y producción en finca Santa María.

IX. REFERENCIAS

- Chávez Martínez, O. F.(2022). *Situación del cultivo de maíz en Guatemala: principales limitaciones en la productividad.* <https://www.icta.gob.gt › maíz>
- CIMMYT. (1988). *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos.* <https://repository.cimmyt.org › h>.
- FAO. (2003). *Cultivo de maíz y características.* Colección FAO: Desarrollo 1, FAO. <https://www.fao.org/4/x7650s/x7650s02.htm>
- FORAGRO (2022). *Fichas técnicas de variedades FORAGRO.* <https://foragro.com/portafolio/#semillas>
- Guamán, R., Desiderio, T., Villavicencio, Á. y Ulloa, S. (2020). *Evaluación del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (Zea mays L.) utilizando cuatro híbridos.* <https://www.redalyc.org/journal/6538/653869547005/html/>
- Hernández, M. (2022). *Diagnóstico de la Situación Actual en el cultivo hule “Hevea brasiliensis” en finca Santa María.* [Diagnóstico EPS Agronomía Tropical]. Mazatenango, Suchitepéquez, Guatemala. USAC. CUNSUROC.
- ICTA. (2000). *Informe Técnico Sub-Programa de Maíz.* <https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Maiz/cultivoMaizManejoAgronomico.pdf>
- ICTA. (2002). *El cultivo del maíz en Guatemala. Una guía para su manejo agronómico.* Sub-programa de Maíz <https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Maiz/cultivoMaizManejoAgronomico.pdf>
- Morales Girón , M. (Febrero de 2009). *Evaluación de materiales genéticos de maíz mejorados Zea mays L.* Restauración de activos de familias afectadas por la tormenta Stan en el departamento de Solola, Guatemala. [Tesis Agronomía USAC] <http://www.repositorio.usac.edu.gt/10455/1/Mynor%20Otoniel%20Morales%20Gir%C3%B3n.pdf>

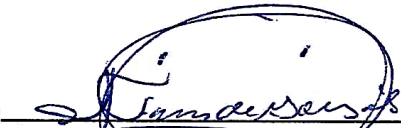
Roquefel, C. (2021). *Tasa de crecimiento del ganado vacuno*.
<http://www.repositorio.usac.edu.gt>

Sánchez Ortega, I. (2014). *Maíz I (Zea mays)*. *Reduca (Biología)*. Serie Botánica.
<https://docta.ucm.es/rest/api/core/bitstreams/ae41001e-474e-4d61-b12f-90f071ff82b1/content>

Sempere, S. (25 de enero de 2024). *Qué es y cómo hacer el análisis de rentabilidad a un producto*. <https://www.clavei.es/blog/analisis-rentabilidad/>

Van Etten, J., y Fuentes, M. (2005). *La crisis del maíz en Guatemala. Las importaciones de maíz y la agricultura familiar*. Anuario de Estudios Centroamericanos.
<https://dialnet.unirioja.es>

Zendejas, E. (2020). *Evaluación de rendimiento, calidad y potencial productivo lechero de diferentes híbridos de maíz para forraje en Altos Norte de Jalisco*.
<https://www.ganaderia.com> › destacado › Evaluacion-d.

Vo. Bo. 

Licda. Ana Teresa Cap Yes

Bib. Y Téc. Ciencias Inf. Documental.



X. ANEXOS

Cuadro 11: Costo de producción por hectárea de los diferentes tratamientos evaluados de maíz amarillo Zea mays L.

COSTOS DIRECTOS	T1	T2	T3	T4
Mano de Obra:				
1. Preparación de suelo	Q572.00	Q572.00	Q572.00	Q572.00
2. Siembra de maíz	Q750.00	Q750.00	Q750.00	Q750.00
3. Limpia (2) veces	Q1,500.0	Q1,500.00	Q1,500.00	Q1,500.00
Maíz				
4. Aplicación de insecticida	Q400.00	Q400.00	Q400.00	Q400.00
5. Aplicación Urea	Q200.00	Q200.00	Q200.00	Q200.00
6. Aplicación 20-20-0	Q400.00	Q400.00	Q400.00	Q400.00
7. Cosecha maíz	Q750.00	Q750.00	Q750.00	Q750.00
Insumos:				
1. Semilla de maíz	Q1,300.00	Q1,300.00	Q1,200.00	Q1,225.00
2. Insecticida	Q1,000.00	Q1,000.00	Q1,000.00	Q1,000.00
3. Fertilizante Urea	Q2,050.00	Q2,050.00	Q2,050.00	Q2,050.00
4. Fertilizante 20-20-0	Q2,630.00	Q2,630.00	Q2,630.00	Q2,630.00
5. Transporte (abono)	Q150.00	Q150.00	Q150.00	Q150.00
Aplicación de AMINOLEAF 20-20-20	Q504.00	Q504.00	Q504.00	Q504.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS	Q12,206.00	Q12,206.00	Q12,106.00	Q12,131.00



Figura 6. Rotulación de la investigación en el cultivo de maíz en finca Santa María, cantón Cerrito de Oro, San Lorenzo, Suchitepéquez.

Fuente: Autor, (2024).



Figura 7: Doble de maíz amarillo *Zea mays* L. de los híbridos evaluados.

Fuente: Autor, (2024).



Figura 8: Cosecha de maíz (*Zea mays*) de los híbridos evaluados.

Fuente: Autor, (2024).



Figura 9: Mazorca de maíz *Zea mays* L. de híbrido de ADVANTA 9293.

Fuente: Autor, (2024).

Mazatenango, Suchitepéquez, 29 de enero de 2024.

Ing. PhD. Mynor Raúl Otzoy Rosales
Coordinador Carrera de Agronomía Tropical
Centro Universitario del Sur Occidente
CUNSUROC
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetable docente:

Por este medio me dirijo a usted, deseando que se encuentre 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 del rendimiento en grano seco kg/ha de cuatro híbridos de *Zea mays* L. maíz amarillo, en finca Santa María, San Lorenzo, Suchitepéquez**, Mario Roberto Hernández León, quien se identifica con el número de carnet 201142097 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.

Atentamente.

"Id y enseñad a todos"



Ph.D. Guillermo Vinicio Tello Cano

ASESOR, EPS



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE



CARRERA DE AGRONOMÍA TROPICAL

Mazatenango, Suchitepéquez, 12 de marzo de 2024

Licenciado

Luis Carlos Muñoz López

DIRECTOR

Centro universitario de sur occidente

Universidad de San Carlos de Guatemala

Despacho

Señor director:

De manera atenta me dirijo a usted deseándole éxitos en sus labores al frente de la dirección del centro universitario. El objetivo de la presente es para informar que el estudiante T.P.A. Mario Roberto Hernández León quien se identifica con número de carnet 201142097 de la carrera de Ingeniería en Agronomía a concluido su trabajo de graduación titulado: **Evaluación del rendimiento en grano seco kg/ha de cuatro híbridos de Zea mays L. maíz amarillo, en finca Santa María, San Lorenzo, Suchitepéquez.** El cual ha sido asesorado, revisado y con dictamen favorable por el Ph. D. Guillermo Vinicio Tello Cano.

Como coordinador de la Carrera de Ingeniería en Agronomía Tropical doy constancia que el estudiante Mario Roberto Hernández León, ha cumplido con el normativo de trabajo de graduación, por esta razón someto a consideración el documento presentado por dicho estudiante y así continuar con los trámites correspondientes.

Sin otro particular me suscribo.

Atentamente.

"Id y enseñad a todos"



Vo. Bo. Ph.D. Mynor Raúl Oztzy Rosales

Coordinador de la carrera de Ingeniería en Agronomía Tropical

CUNSUROC/USAC-I-125-2024

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE, Mazatenango,
Suchitepéquez, diecisiete de octubre de dos mil veinticuatro_____

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes del asesor y revisor, SE
AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO:
“EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO EN GRANO SECO KG/HA DE CUATRO
HÍBRIDOS DE ZEA MAYS L. MAIZ AMARILLO, EN FINCA SANTA MARÍA, SAN
LORENZO SUCHITEPÉQUEZ.”, del estudiante: **Mario Roberto Hernández León**,
Carné: **201142097 CUI: 2280 13593 1001** de la carrera Ingeniería en Agronomía Tropical.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

M.A. Luis Carlos Muñoz López
Director



/gris