

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS Y RENDIMIENTO DE
ONCE HÍBRIDOS DE MAÍZ; RETALHULEU, RETALHULEU

TESIS DE GRADO

ERICK GIOVANNI CIFUENTES HERNÁNDEZ
CARNET 20409-06

ESCUINTLA, OCTUBRE DE 2014
SEDE REGIONAL DE ESCUINTLA

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS Y RENDIMIENTO DE
ONCE HÍBRIDOS DE MAÍZ; RETALHULEU, RETALHULEU

TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR

ERICK GIOVANNI CIFUENTES HERNÁNDEZ

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES EN EL GRADO
ACADÉMICO DE LICENCIADO

ESCUINTLA, OCTUBRE DE 2014
SEDE REGIONAL DE ESCUINTLA

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR:	P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA:	DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN:	DR. CARLOS RAFAEL CABARRÚS PELLECCER, S. J.
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA:	P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO:	LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL:	LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANO:	DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS
VICEDECANA:	LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIA:	ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES
DIRECTOR DE CARRERA:	MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

LIC. WALTER ANIBAL CHARUC MOX

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. ADÁN OBISPO RODAS CIFUENTES
ING. JORGE ALFREDO CARDONA ORELLANA
ING. OSCAR ROLANDO SALAZAR CUQUE

Guatemala, 04 de octubre de 2014

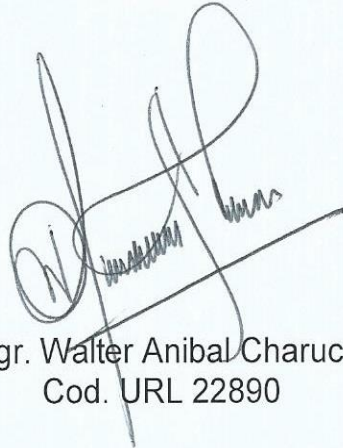
Consejo de Facultad
Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente

Estimados miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Erick Giovanni Cifuentes Hernández, carné 20409-06, titulado **“Características agronómicas y rendimiento de once híbridos de maíz; Retalhuleu, Retalhuleu”**.

La cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la facultad, previo autorización de impresión.

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Walter Anibal Charuc Mox', is written over a horizontal line. The signature is stylized and somewhat cursive.

Ing. Agr. Walter Anibal Charuc Mox
Cod. URL 22890



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 06222-2014

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante ERICK GIOVANNI CIFUENTES HERNÁNDEZ, Carnet 20409-06 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Escuintla, que consta en el Acta No. 06114-2014 de fecha 10 de octubre de 2014, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS Y RENDIMIENTO DE
ONCE HÍBRIDOS DE MAÍZ; RETALHULEU, RETALHULEU

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 23 días del mes de octubre del año 2014.


LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
, VICEDECANA
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar



AGRADECIMIENTOS

A:

Dios que me dio la vida, la sabiduría y la bendición de superarme.

La Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas por ser parte de mi formación.

Ing. Agr. Walter Anibal Charuc Mox, por su asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

Empresas Comerciales de Semilla, por proporcionar el material investigativo.

Derivados de Maíz de Guatemala, S.A., por el apoyo a la realización de la investigación.

Todas las personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de esta investigación.

DEDICATORIA

A:

Dios

Por la vida, sabiduría que me brinda y fortaleza para superar las diferentes etapas de la vida.

Mis padres:

Otto Abilio Cifuentes y Sonia Magali Hernández, a quienes quiero mucho, por su inmenso amor, por sus consejos oportunos.

Mi hijo:

Erick Merardo Cifuentes Sánchez que lo amo mucho, por ser la razón de mi esfuerzo, mi alegría y motivación constante de superación.

Esposa:

Herlinda Sánchez, por su comprensión en la culminación de mi estudio.

Mis hermanos:

Astrid Cifuentes, Heidy Cifuentes, Wendy Cifuentes, Otto Cifuentes, por su cariño, apoyo y por ser parte importante en mi vida, en especial a mi hermana Astrid por su apoyo y consejos.

Mis amigos:

Por los buenos recuerdos y el apoyo brindado en todos momentos.

ÍNDICE GENERAL

	CONTENIDO	PÁGINA
	RESUMEN	i
	SUMMARY	ii
I	INTRODUCCIÓN	1
II	MARCO TEÓRICO	2
2.1	CULTIVO DE MAÍZ	2
	2.1.1 Origen, historia y domesticación del maíz	2
	2.1.2 Taxonomía del cultivo de maíz	3
	2.1.3 Requerimientos para el crecimiento del cultivo de maíz	3
	2.1.4 Agro diversidad del maíz en Guatemala	4
2.2	MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL MAÍZ	5
	2.2.1 Maíz híbrido	5
	2.2.2 Híbridos de maíz blanco en el mercado guatemalteco	6
2.3	SITUACIÓN DEL MAÍZ EN GUATEMALA	9
	2.3.1 Participación del maíz en el consumo humano en Guatemala	9
	2.3.2 Producción nacional de maíz	10
	2.3.3 Producción de maíz blanco por departamento a nivel nacional	11
	2.3.4 Precios de maíz blanco a nivel nacional	12
	2.3.5 Cadena de comercialización de productores de maíz	13
	2.3.6 Importaciones y exportaciones de maíz blanco en Guatemala	14
III	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
3.1	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO	15
IV	OBJETIVOS	17
4.1	GENERAL	17
4.2	ESPECÍFICOS	17
V	HIPÓTESIS	18
VI	METODOLOGÍA	19

	PÁGINA	
6.1	LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO	19
6.2	MATERIAL EXPERIMENTAL	20
6.3	DISEÑO EXPERIMENTAL	20
6.4	MODELO ESTADÍSTICO	21
6.5	UNIDAD EXPERIMENTAL	21
6.6	CROQUIS DE CAMPO	23
6.7	MANEJO DEL EXPERIMENTO	24
6.8	VARIABLES DE RESPUESTA	26
6.9	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	26
	6.9.1 Análisis estadístico	26
	6.9.2 Análisis económico	27
VII	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
7.1	LONGITUD DE MAZORCA	28
7.2	NÚMERO DE HILERAS POR MAZORCA Y NÚMERO DE GRANOS POR HILERA	29
	7.2.1 Número de hileras por mazorca	29
	7.2.2 Número de granos por hilera por mazorca	31
7.3	PESO DE 100 GRANOS	31
7.4	RENDIMIENTO DE GRANO	33
7.5	COSTOS E INGRESOS	36
VIII	CONCLUSIONES	38
IX	RECOMENDACIONES	39
X	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
XI	ANEXOS	
11.1	Longitud de mazorcas (cm) en once híbridos de maíz	44
11.2	Número de hileras por mazorca en once híbridos de maíz	44

	PÁGINA	
11.3	Número de granos por hilera en once híbridos de maíz	45
11.4	Peso de 100 granos en once híbridos de maíz	45
11.5	Conversión de datos a 14% humedad en once híbridos de maíz	46
11.6	Rendimiento (t/ha) al 14% de humedad	47
11.7	Costos variables de híbridos de maíz	48
11.8	Costos variables pesticidas	48
11.9	Costos variables fertilizantes (Q)	49
11.10	Costos variables mano de obra (Q)	49
11.11	Costos variables por tratamiento (Q)	50

ÍNDICE DE CUADROS

		PÁGINA
Cuadro 1	Clasificación taxonómica del cultivo de maíz	3
Cuadro 2	Producción de maíz blanco en Guatemala, periodo 2007/2008-2012/2013	11
Cuadro 3	Producción de maíz blanco por departamentos y porcentaje de producción estimado para el año 2012/2013	12
Cuadro 4	Precios promedio de maíz blanco (Q/kg) pagados por el consumidor en el mercado del departamento de Retalhuleu del 2009 al 2012	13
Cuadro 5	Precios promedio de maíz blanco (Q/t) pagados al mayorista en el mercado “La Terminal” del 2009 al 2012	13
Cuadro 6	Importaciones y exportaciones de maíz blanco en Guatemala del 2007 al 2012	14
Cuadro 7	Híbridos de maíz grano blanco evaluado, casas comerciales y tipo de híbrido	20
Cuadro 8	Cuadro de análisis de varianza (ANDEVA) para la variable longitud de mazorca	28
Cuadro 9	Cuadro de análisis de varianza (ANDEVA) para la variable número de hileras por mazorca	29
Cuadro 10	Cuadro de clasificación de medias de Duncan	30
Cuadro 11	Cuadro de análisis de varianza (ANDEVA) para la variable peso de 100 granos	32
Cuadro 12	Cuadro de clasificación de medias de Duncan para la variable, peso de 100 granos	33
Cuadro 13	Cuadro de análisis de varianza (ANDEVA) para la variable rendimiento de grano	34
Cuadro 14	Cuadro de clasificación de medias de Duncan para la variable rendimiento de grano	34
Cuadro 15	Clasificación de tratamientos por la suma de sus características agronómicas en valores porcentuales	35
Cuadro 16	Costos variables, costos fijos, costos totales e ingresos brutos y netos, rentabilidad en quetzales y relación beneficio/costo	37

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1 Localización del área experimental	19
Figura 2 Ilustración de unidades experimentales	22
Figura 3 Croquis de campo	23
Figura 4 Número de granos por hilera por mazorca	31

**Características agronómicas y rendimiento de once híbridos de maíz;
Retalhuleu, Retalhuleu.**

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar las características agronómicas, rendimiento y rentabilidad de once híbridos de maíz grano blanco, en la Cooperativa La Montaña, R.L. Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones y once tratamientos, siendo estos DK - 357, MH – 9058 (DK-390), P 4082 W, P 4063 W, SYN – 69 (Sorento), SYN – 79 (Lucino), HR - 245, HR - 435, ICTA HB - 83, TROPICAL MAX y HS - 27. Para la variable longitud de mazorca no existió diferencia significativa entre tratamientos y bloques; pero para las variables número de hileras por mazorca, peso de 100 granos y rendimiento existió diferencia significativa entre tratamientos, por lo que se realizó la prueba de medias de Duncan 5% de significancia; para la variable número de granos por hilera se realizó a través de descripción gráfica del comportamiento del mismo. El híbrido que presentó mayor rendimiento 6.33 t/ha, mejores características agronómicas respecto a la suma de los valores porcentuales 49.05%, mayor rentabilidad 17.00%, mayor beneficio/costo Q 0.170 fue el híbrido MH – 9058 (DK-390).

Agronomic characteristics and yield of eleven corn hybrids; Retalhuleu, Retalhuleu

SUMMARY

The objective of this research was to evaluate the agronomic characteristics, yield and profitability of eleven white corn hybrids in Cooperativa La Montaña, R.L. A complete randomized block design with four replicates and eleven treatments was used. The treatments were: DK - 357, MH – 9058 (DK-390), P 4082 W, P 4063 W, SYN – 69 (Sorento), SYN – 79 (Lucino), HR - 245, HR - 435, ICTA HB - 83, TROPICAL MAX, and HS - 27. For the corncob length variable, there was no statistical difference among treatments and blocks, but the number of rows per corncobs, weight per 100 kernels and yield variables showed significant differences among treatments. Therefore, the Duncan's mean test at 5% significance was carried out. Regarding the number of grains per row variable, a behavior chart description was made. The MH – 9058 (DK-390) hybrid showed greater yield (6.33 t/ha), better agronomic characteristics regarding the amount of percent values (49.05%), higher profitability (17.00%), and higher cost/benefit (Q0.170).

I. INTRODUCCIÓN

En Guatemala para el año agrícola 2012/2013 se estima una producción de 1,687,380.93 toneladas de maíz; de las cuales 1,514,038.52 toneladas corresponden a maíz blanco, en un área de 762,314.68 hectáreas, con un rendimiento de 1.98 t/ha. El objetivo primario del cultivo de maíz blanco en Guatemala es satisfacer las necesidades nacionales con la producción interna (MAGA, 2013).

Con la utilización de híbridos de maíz se podría obtener un rendimiento de 7.48 t/ha; esto implicaría disminuir la vulnerabilidad para la población en relación a su seguridad alimentaria y nutricional (Charuc, 2012).

El uso de semilla mejorada es limitada y los problemas están relacionados con la baja transferencia de tecnología, promoción y difusión de variedades mejoradas, escaso crédito agrícola, bajo acceso y disponibilidad oportuna de semilla, problemas de calidad y adaptabilidad de la semilla (Fuentes, Van, Ortega & Vivero, 2005).

La producción de maíz blanco por año en el territorio nacional para el año agrícola 2012/2013 indica que el 50.46% de la superficie cosechada de maíz blanco a nivel nacional se ubica en 05 departamentos siendo estos: Petén (20.55%), Alta Verapaz (10.48%), Jutiapa (8.11%), Quiché (5.78%) y Retalhuleu (5.54%) (MAGA, 2013).

La presente investigación generó información sobre el potencial de producción de maíz grano blanco, principalmente sobre las características agronómicas y rentabilidad, utilizando híbridos de maíz altamente productivos existentes en el mercado guatemalteco. La investigación se realizó en el Sector La Montaña, Caballo Blanco, del municipio y departamento de Retalhuleu; una zona altamente productora de maíz, por lo que la información generada será de utilidad para los técnicos, agricultores interesados en mejorar la productividad de este cultivo, y contribuir con la seguridad alimentaria y nutricional del país.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 CULTIVO DE MAÍZ

Según Fuentes (2002), el cultivo de maíz (*Zea mays* L) es uno de los cultivos de mayor variabilidad genética y adaptabilidad ambiental. A nivel mundial se siembra en latitudes desde los 55° N a 40° S y desde nivel del mar hasta 3800 m de altitud. El cultivo del maíz tiene una amplia distribución a través de diferentes zonas ecológicas de Guatemala. La distribución del cultivo está en función de la adaptación, condiciones climáticas: precipitación, altitud sobre el nivel del mar, temperatura, humedad relativa y tipo de suelo.

2.1.1 Origen, historia y domesticación del maíz

Según la FAO (1993), el cultivo del maíz tuvo su origen, con toda probabilidad en América Central, especialmente en México; de donde se difundió hacia el norte hasta Canadá y hacia el sur hasta Argentina. El maíz tiene unos 7000 años de antigüedad, el cual fue encontrado por arqueólogos en el valle de Tehuacán (México) pero es posible encontrar otros centros secundarios de origen en América. Las civilizaciones maya y azteca tuvieron un importante papel en sus creencias religiosas, festividades y nutrición respecto a este cereal; el cual afirmaba que la carne y la sangre estaban formadas por maíz.

El cultivo de maíz 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 teocinte (*Zea* spp.). Posiblemente en América existan otros centros secundarios (Kato, Mapes, Mera, Serratos y Bye, 2009).

Según Orellana & Dardon (s.f.), 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. Los antiguos mayas eran una sociedad agrícola, cosechaban maíz, frijol, cucurbitáceas, yuca y camote; complementaban su dieta con productos obtenidos de la caza y la pesca realizada en los ríos cercanos, los lagos o el mar.

2.1.2 Taxonomía del cultivo de maíz

Según Doebley (2003) y USDA (2009) citado en Orellana, A, & Dardon, D. (s.f.) determinan que la clasificación taxonómica actual del cultivo de maíz, es de la manera que se indica en el cuadro 1.

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del cultivo de maíz.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Commelinidae
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Subfamilia	Panicoideae
Tribu	Andropogoneae
Género	Zea
Especie	<i>Zea mays</i> L.
Subespecies	<i>Zea mays</i> L. ssp. <i>mays</i>

Fuente: Doebley (2003) y USDA (2009) citado en Orellana & Dardon (s.f.).

2.1.3 Requerimientos para el crecimiento del cultivo de maíz

Según Fuentes (2002), el cultivo de maíz requiere de condiciones mínimas que favorecerán su rendimiento; para la mayoría de germoplasma de maíz tropical el fotoperiodo crítico oscila entre 11 y 14 horas y en promedio 13.5 horas; requerimiento hídrico de 700 mm de precipitación bien distribuidos durante el ciclo

del cultivo en sus diferentes fases: 300 mm en vegetativo, 200 mm en floración y 200 mm en reproductivo. La temperatura promedio es de 25 °C y que pueden manifestar extremos de 35-40 °C en ciertos periodos del año; para las condiciones de altiplanicie temperatura promedio es de 18 °C y pueden presentarse temperaturas mínimas cercanas a 0° C en ciertas épocas del año. El cultivo se desarrolla bajo diferentes condiciones de suelo, pero dificulta su desarrollo en suelos excesivamente pesados (arcillosos), por su facilidad a inundarse y los muy sueltos (arenosos), por la tendencia a secarse excesivamente; las mejores condiciones del suelo son textura media (francos), fértiles, bien drenados, profundos y con elevada capacidad de retención del agua; el pH óptimo corresponde a una ligera acidez que oscila entre 6 y 7.

2.1.4 Agro biodiversidad del maíz en Guatemala

Según Fuentes, Van, Ortega & Vivero (2005), indican que la agro biodiversidad (diversidad biológica presente en las plantas cultivadas y sus parientes silvestres más cercanos) no está distribuida al azar en el mundo, sino que está localizada en los llamados centros de origen, ubicados principalmente en la zona tropical del mundo. Guatemala se encuentra dentro de uno de ellos (Mesoamérica) de donde es originario el maíz.

De acuerdo a Wellhausen, Fuentes & Hernández (1957), en Guatemala existen 13 razas y 10 subrazas, de las cuales se siembran en varias regiones agroecológicas ubicadas desde los 3000 msnm. La riqueza genética registrada es considerable, estos resultados han llevado a plantear a Guatemala como un centro de convergencia y diversificación de razas de maíz; dentro de esta diversidad se encuentran varios parientes silvestres del maíz, estos son: *Zea mayz* subsp. *Huehuetenangensis* Doebley y *Zea luxurians* Bird, y varias especies de *Tripsacum*.

Según Orellana & Dardon (s.f.), el número de razas de maíz presentes en Guatemala podría ser mayor, pero es necesario realizar nuevas recolecciones de germoplasma o estudios para demostrarlo.

2.2 MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL MAÍZ

Según la FAO (1993), el maíz híbrido es la innovación productiva a través del fitomejoramiento, contribuyendo con la seguridad alimentaria y nutricional de la población por ser un cultivo alimenticio. Este cultivo ha sido sometido a transformaciones tecnológicas para su productividad determinándose que la revolución híbrida no está limitada a los cultivos de fecundación cruzada, donde se originó exitosamente; la investigación de los híbridos se está difundiendo rápidamente a las especies autofecundas de las cuales se mencionan: el arroz y el algodón.

En algunos ambientes tropicales el maíz híbrido está siendo bien aceptado por su alta productividad con rendimientos que oscilan de 5 a 6 t/ha; pero existen áreas y países donde el maíz híbrido cubre del 80 al 90% con rendimientos que oscilan de 2 a 2.5 t/ha (FAO, 1993).

2.2.1 Maíz híbrido

El maíz híbrido es la primera generación de una cruce entre líneas autofecundadas, por lo que a continuación se mencionan los siguientes pasos: a) obtención de líneas autofecundadas; b) determinación de las mejores líneas en base a cruces más productivas y c) utilización comercial para la producción de semilla (Poehlman, 1981).

Para la generación de maíces híbridos convencionales existen tres pasos fundamentales: a) Selección de plantas de polinización libre; b) autofecundación de plantas por varias generaciones para obtener líneas puras homocigóticas y c) cruzamiento entre líneas seleccionadas. Con los tres pasos mencionados se obtuvieron aumentos del 20% sobre el rendimiento de las variedades de polinización libre (Allard, 1980).

2.2.2 Híbridos de maíz blanco en el mercado guatemalteco

DK - 357. Es un híbrido con buena calidad de grano, rendimiento de maíz en grano de 6.49 a 7.14 t/ha, buena expresión foliar, altura de planta de 230 a 240 centímetros y altura de mazorca de 125 centímetros, regular cobertura de mazorca, grano blanco semi-dentado, tolerante a acame y pudrición de grano, muy buena tolerancia a roya (Monsanto, 2012).

MH - 9058. Actualmente tiene el nombre comercial DK - 390, adaptación mayor a 600 metros sobre el nivel del mar, altura de planta 279 centímetros, altura de mazorca 145 centímetros, grano semi-dentado, pobre cobertura de mazorca 1.5%, número de hileras de 16 a 20 hileras, grano blanco y grande, rendimiento experimental de maíz en grano de 8.9 t/ha, responde bien en condiciones de alta y baja precipitación, tolerante a: complejo de macha de asfalto y royas. (Monsanto, 2013).

TROPICAL MAX. Es un híbrido triple de grano blanco y semi-cristalino con una amplia área de adaptación para la zona cálida de Guatemala y Centro América, de 0 a 1300 metros sobre el nivel del mar. Tiene un potencial genético para la producción de follaje y materia seca adicionalmente al de rendimiento en grano. El ciclo vegetativo es de 120 a 125 días después de siembra, 57 días a floración, 235 centímetros en altura de planta y 126 centímetros en altura de mazorca, buena cobertura de mazorca que es importante para la calidad de grano y rendimiento de maíz en grano de 5.82 a 6.47 t/ha (Semillas del trópico, 2012).

HS – 27. Altura de planta de 228 centímetros y 119 centímetros de altura de mazorca, tolerante al acame por el viento, excelente sanidad de planta y mazorca, rendimiento promedio de 5.82 t/ha (Cristiani Burkard, 2012).

P 4063 W. Adaptación de 0 a 1,200 metros sobre el nivel del mar, ciclo de reproducción intermedio, altura de planta 240 a 260 centímetros, altura de mazorca 130 centímetros, excelente vigor inicial, uniformidad en altura de planta y mazorca, grano semi-cristalino, excelente cobertura de mazorca, de 16 a 18 hileras por mazorca, grano grande y blanco, tolerante a: sequía, enfermedades y vientos (Pioneer, 2012).

P 4082 W. Adaptación de 0 a 1,200 metros sobre el nivel del mar, ciclo de reproducción intermedio, altura de planta 240 a 260 centímetros, altura de mazorca 130 centímetros, excelente vigor inicial, uniformidad en altura de planta y mazorca, grano semicristalino, excelente cobertura de mazorca, número de hileras de 14 a 16 hileras, largo promedio de mazorca 20 centímetros, diámetro promedio de la mazorca 5 centímetros, grano grande y blanco, tolerante a: sequía, exceso de humedad y vientos (Pioneer, 2012).

HR – 245. Adaptación tropical de 0 a 1,600 metros sobre el nivel del mar, híbrido triple, ciclo de producción de 110 a 120 días después de siembra, germinación rápida y vigorosa, tolerante a mancha asfáltica y viento, altura de planta de 220 a 235 centímetros, altura de mazorca de 115 a 130 centímetros, buena cobertura de mazorca, limpia y tolerante a pudrición, mazorca gruesa, larga, de 14 a 16 hileras, grano semi-cristalino, duro, profundo y pesado, con rendimiento de 6.5 t/ha (Pro semilla, 2012).

HR – 435. Adaptación tropical de 0 a 1,600 metros sobre el nivel del mar, híbrido triple, ciclo de producción de 110 a 120 días después de siembra, tolerante a la mancha de asfalto, resistente al viento, altura de planta de 220 a 245 centímetros, altura de mazorca de 100 a 105 centímetros, mazorcas podridas en condiciones extremas, máximo de 7 %, mazorca larga, gruesa, 16 hileras, grano semicristalino, duro y pesado, con rendimiento de 8 t/ha (Prosemilla, 2012).

ICTA HB – 83. Es un híbrido blanco mejorado y desarrollado por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA), 14 hileras por mazorca, rendimiento promedio de 3.88 t/ha (Remolca, 2012).

SYN - 69. Actualmente tiene el nombre comercial sorento, altura de planta 293 centímetros, altura de mazorca 138 centímetros, buena cobertura de mazorca, tolerante a pudrición y enfermedades foliares, resistente al viento, grano blanco semidentado, rendimiento de 5.9 a 7.8 t/ha (Syngenta, 2013).

SYN - 79. Actualmente tiene el nombre comercial lucino, altura de planta 175 centímetros, altura de mazorca 123 centímetros, buena cobertura de mazorca, tolerante a pudrición y enfermedades foliares, resistente al viento, grano blanco semicristalino, rendimiento de 6 a 8.5 t/ha (Syngenta, 2013).

2.3 SITUACIÓN DEL MAÍZ EN GUATEMALA

2.3.1 Participación del maíz en el consumo humano en Guatemala

El maíz está identificado como el único cereal que en sus distintas etapas de desarrollo de la planta, puede ser utilizado como alimento. Las mazorcas jóvenes o “en elotes” son utilizadas como una hortaliza; las mazorcas tiernas y las mazorcas verdes de maíz dulce, son ampliamente utilizadas en formas asadas, hervidas o consumidas en el estado de pasta blanda. La planta de maíz que está aún verde, cuando se cosechan las mazorcas tiernas o maduras, proporciona un buen forraje para el ganado. El grano seco se usa para el consumo humano o animal y para la elaboración de una gran cantidad de productos industriales, incluyendo el etanol (MAGA, 2013).

El maíz en Guatemala tiene connotaciones económicas, históricas, culturales y sociales, siendo uno de los productos que forma parte de la dieta básica de la población ya que provee fuentes proteínicas (66%) y energía (75%), teniendo un consumo de 115 kg/persona/año, lo que equivale a más de 1.2 millones de toneladas métricas anuales (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Proyecto Red de Innovación Agrícola y Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación COSUDE, 2012).

Fuentes et al. (2005), indican que el maíz en Guatemala es el principal cultivo de grano básico.

De acuerdo al promedio de producción nacional, para el año agrícola 2012/2013 (de mayo a abril) se estimó una producción de 1,687,380.93 toneladas de maíz; de las cuales 1,514,038.52 toneladas corresponden a maíz blanco (MAGA, 2013).

Según la FAO (1993), la población guatemalteca se alimenta del 73% de maíz.

2.3.2 Producción nacional de maíz

A nivel nacional el maíz ocupa el 67% de la superficie de cultivos que se realiza en el país. De acuerdo a la CEPAL, el cultivo de maíz durante el año 2010, se realizó en una superficie de 840 mil hectáreas, lo que significó la producción de 1,625,000 toneladas, siendo los rendimientos de 1.9 t/ha, los cuales se encuentran por debajo de los rendimientos obtenidos por países como El Salvador y Panamá durante ese mismo año (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Proyecto Red de Innovación Agrícola y Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación COSUDE, 2012).

Según Fuentes, et al. (2005), en Guatemala la producción de maíz se realiza en diferentes ambientes agroecológicas, la mayoría no son adecuadas para la producción agrícola; por lo que los productores realizan la actividad productiva con diferentes niveles de tecnología y acceso a recursos económicos.

En el cuadro 2 se muestra la producción de maíz blanco por año en el territorio nacional, observando que para el año agrícola 2012/2013 se incrementó en 2.6% en relación al año 2011/2012, debido al aumento del área cosechada y de los rendimientos, los cuales se incrementaron en 1% y 1.6%, respectivamente (MAGA, 2013).

Cuadro 2. Producción de maíz blanco en Guatemala, periodo 2007/2008-2012/2013.

Año Agrícola 1/	Área cosechada (hectáreas)	Producción (toneladas)	Rendimiento (t/ha)
2007/2008	619,571.30	1,434,486.49	2.31
2008/2009	770,281.23	1,544,835.11	2.00
2009/2010	739,054.21	1,460,178.27	1.97
2010/2011	739,242.91	1,468,215.51	1.98
2011/2012 p/	754,767.02	1,476,061.00	1.95
2012/2013 e/	762,314.68	1,514,038.52	1.98

Fuente: PROARE/DIPLAN/MAGA con base a los datos del BANGUAT.

1/ Comprende el periodo de mayo de un año a abril del siguiente.

p/ Cifras preliminares.

e/ Cifras estimadas.

En el cuadro 2 se observa un crecimiento continuo de la producción, todavía es necesario importar maíz blanco para cubrir la demanda total y estacional. Estacionalmente las cosechas se ven disminuidas a mediados de marzo a mediados de agosto acentuándose una escasez de maíz en el periodo de mayo a julio; durante estos meses los mercados se abastecen de reservas de maíz almacenado y de las importaciones; por lo que en esta época los hogares son más vulnerables a la inseguridad alimentaria y nutricional por la limitante del recurso económico para la compra de maíz (MAGA, 2013).

2.3.3 Producción de maíz blanco por departamentos a nivel nacional

En el cuadro 3 se muestra la producción de maíz blanco por departamento de la temporada 2012/2013, con base en la estructura geográfica de los resultados del IV Censo Nacional Agropecuario 2002/2003 del INE (MAGA, 2013).

Cuadro 3. Producción de maíz blanco por departamentos y porcentaje de producción para el año 2012/2013.

Departamento	Producción estimada 2012/2013 en toneladas	% de Producción por departamento
Petén	311.16	20.55
Alta Verapaz	158.61	10.48
Jutiapa	122.76	8.11
Quiché	87.46	5.78
Retalhuleu	83.86	5.54
Santa Rosa	80.93	5.35
Huehuetenango	68.75	4.54
San Marcos	66.16	4.37
Escuintla	64.97	4.29
Suchitepéquez	58.65	3.87
Chimaltenango	55.65	3.68
Izabal	55.63	3.67
Chiquimula	50.09	3.31
Quetzaltenango	48.22	3.18
Jalapa	45.40	3.00
Guatemala	31.89	2.11
Baja Verapaz	31.05	2.05
Zacapa	27.77	1.83
Totonicapán	20.64	1.36
Sololá	18.58	1.23
El Progreso	16.12	1.06
Sacatepéquez	9.68	0.64
Total	1,514.03	100

Fuente: Elaboración DIPLAN-MAGA con base a las cifras del IV Censo Nacional Agropecuario y de las estimaciones del Banco de Guatemala.

En el cuadro 3 se observa que el 50.46% de la superficie cosechada de maíz blanco a nivel nacional se ubica en 05 departamentos siendo estos: Petén (20.55%), Alta Verapaz (10.48%), Jutiapa (8.11%), Quiché (5.78%) y Retalhuleu (5.54%) (MAGA, 2013).

2.3.4 Precios de maíz blanco a nivel nacional

En el cuadro 4 se muestran los precios promedio de maíz blanco (Q/kg) pagados por el consumidor en el mercado del departamento de Retalhuleu del 2009 al 2012 (DIPLAN con datos de sedes departamentales MAGA, 2013).

Cuadro 4. Precios promedio de maíz blanco (Q/kg) pagados por el consumidor en el mercado del departamento de Retalhuleu del 2009 al 2012.

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2009	Q2.81	Q2.84	Q2.99	Q2.98	Q2.88	Q2.92	Q3.07	Q3.05	Q2.81	Q2.40	Q2.27	Q2.26
2010	Q2.61	Q2.55	Q2.72	Q2.72	Q2.63	Q2.62	Q2.89	Q2.91	Q3.02	Q2.58	Q2.53	Q2.60
2011	Q3.09	Q3.46	Q3.86	Q3.82	Q3.82	Q4.64	Q4.77	Q4.72	Q4.15	Q3.56	Q3.01	Q2.91
2012	Q3.15	Q3.21	Q3.31	Q3.14	Q2.98	Q3.08	Q3.29	Q3.64	Q3.22	Q2.81	Q2.54	Q2.46

Fuente: DIPLAN con datos de sedes departamentales MAGA, 2013.

* No hay cifras disponibles.

En el cuadro 5 se muestran los precios promedio de maíz blanco (Q/t) pagados al mayorista en el mercado “La Terminal” del 2009 al 2012 (Sistema de información de mercados/DIPLAN, MAGA, 2013).

Cuadro 5. Precios promedio de maíz blanco (Q/t) pagados al mayorista en el mercado “La Terminal” del 2009 al 2012.

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2009	ND*	ND*	2,711.66	2,645.52	3,152.58	2,645.52	2,579.38	2,865.98	2,865.98	2,865.98	2,425.06	2,425.06
2010	2,491.20	2,491.20	2,689.61	2,799.84	2,821.89	2,755.75	2,755.75	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*
2011	ND*	3,417.13	4,078.51	4,409.20	4,254.88	4,034.42	4,916.26	4,739.89	4,387.15	3,306.90	3,086.44	3,086.44
2012	5,511.50	ND*	3,593.50	ND*	ND*	3,306.90	3,262.81	3,306.90	3,152.58	2,425.06	2,469.15	2,491.20

Fuente: Sistema de información de mercados/DIPLAN, MAGA, 2013.

2.3.5 Cadena de comercialización de productores de maíz

La FAO (2012), indica que el 24% de los productores comercializan su producción en la misma comunidad, el 31% lo venden a intermediarios, el 36% lo venden en el mercado de la cabecera municipal y el 9% no les alcanza para vender sus granos, debido a que no cuentan con la disponibilidad de los mismos o solamente cuentan con la reserva mínima para el consumo familiar.

Fuentes et al. (2005), indican que en Guatemala existen tres aspectos de problemática en la comercialización del maíz en grano; el primero son las imperfecciones del mercado, el segundo los problemas de calidad del grano y el tercero es el contrabando.

2.3.6 Importaciones y exportaciones de maíz blanco en Guatemala

El maíz blanco (partida arancelaria 1005.90.30 del SAC) tiene derechos arancelarios a la importación de: 0% dentro de contingente y 20% fuera de contingente sobre el valor CIF. En el cuadro 6 se observan las importaciones y exportaciones anuales del 2007 al 2012 (MAGA, 2013).

Cuadro 6. Importaciones y exportaciones de maíz blanco en Guatemala del 2007 al 2012.

Año	Importación (t)	Exportación (t)
2007	58,143.62	4,094.29
2008	19,558.90	11,977.73
2009	39,092.91	2,153.46
2010	24,745.31	2,127.54
2011	41,547.83	14,164.00
2012	36,393.62	2,568.63

Fuente: IMEX-DIPLAN-MAGA con datos del Banco de Guatemala.

El 91% de las importaciones registradas de maíz blanco provienen de los Estados Unidos de Norteamérica; el 5% de México; el 2% de El Salvador y 1% de Honduras. Las importaciones se realizan mayoritariamente durante los meses de marzo, abril, julio, agosto y septiembre (MAGA, 2013).

El 90% de las exportaciones registradas de maíz blanco se destinaron a El Salvador y el 10% a Nicaragua (MAGA, 2013).

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

La principal función del maíz blanco a nivel mundial es la alimentación y no el comercio. El maíz es la base de la dieta alimenticia del guatemalteco y es el cultivo que ocupa la mayor superficie del país, teniendo este una preponderancia en la seguridad alimentaria y nutricional de la población guatemalteca (MAGA, 2012).

De acuerdo a Fuentes (2002) y Azurdía (2010), el rendimiento promedio nacional de maíz es bajo, 1.77 t/ha, y según el MAGA (2013), indica que el rendimiento promedio nacional de maíz en el año agrícola 2012/2013 fue bajo, 1.98 t/ha.

La utilización de semilla mejorada es limitada y los problemas están relacionados con la baja transferencia de tecnología, promoción y difusión de variedades mejoradas, escaso crédito agrícola, bajo acceso y disponibilidad oportuna de semilla, como también problemas de calidad y adaptabilidad de la semilla (Fuentes, *et al.*, 2005).

En una investigación realizada con diez híbridos de maíz (*Zea mays*, Poaceae) grano blanco, en la aldea Playitas, Chisec, Alta Verapaz; se obtuvo un rendimiento de 7.48 t/ha, utilizando el híbrido P 4082 W de la casa comercial PIONNER, y el resto de los híbridos evaluados tuvieron un rendimiento promedio de maíz de 5.78 t/ha (Charuc, 2012).

Para que los agricultores se interesen y consideren al cultivo de maíz como una fuente de ingresos; es necesario aumentar la rentabilidad del cultivo, lo cual está estrechamente relacionado con los rendimientos por unidad de área, costos de producción y con los precios que se pueden alcanzar en el mercado. Si el agricultor quiere obtener buenos rendimientos debe iniciar por elegir la mejor semilla a cultivar, que soporte condiciones adversas de clima y que exprese su mayor potencial.

De acuerdo con agricultores de Cooperativa La Montaña, existe desconocimiento de las características agronómicas de cada material de maíz en el mercado, por lo que indican que en el campo solamente hay escasa información general de los mismos en panfletos distribuidos por las casas comerciales de semillas y a pesar de que la Unidad de Normas y Regulaciones del VISAR-MAGA exige una validación con estudio de las características agronómicas, ésta información no llega al campo, por lo que el presente estudio pretende validar rendimientos de producción de los materiales bajo condiciones agroecológicas del Sector La Montaña con agricultores integrantes de la Cooperativa La Montaña y corroborar las características agronómicas de cada material.

En el mercado existe diversidad de semilla mejorada de maíz y cada año surgen nuevos materiales con mejores características de campo, que vienen a sustituir a los que están en el mercado. Por lo tanto, es necesario investigar cada uno de los híbridos que están en el mercado guatemalteco, conocer la capacidad de producción en la zona productora de maíz del país; por lo que con ello se pretende contribuir en parte al desarrollo del cultivo, a que el agricultor pueda producir más por unidad de área, pero por sobre todo conseguir la rentabilidad del cultivo.

IV. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

- ❖ Generar información sobre la producción de once híbridos de maíz (*Zea mays*, Poaceae) grano blanco, en el Sector La Montaña, Caballo Blanco, Retalhuleu, Retalhuleu.

4.2 ESPECÍFICOS

- ❖ Determinar el rendimiento (t/ha) de once híbridos de maíz grano blanco, bajo condiciones agroecológicas del Sector La Montaña, Caballo Blanco, Retalhuleu, Retalhuleu.
- ❖ Determinar las características agronómicas de once híbridos de maíz grano blanco, bajo condiciones agroecológicas del Sector La Montaña, Caballo Blanco, Retalhuleu, Retalhuleu.
- ❖ Determinar la rentabilidad de los tratamientos para producción de maíz comercial en el Sector La Montaña, Caballo Blanco, Retalhuleu, Retalhuleu.

V. HIPÓTESIS

- ❖ Al menos uno de los híbridos de maíz grano blanco a evaluar tendrá mayor rendimiento que el híbrido ICTA HB - 83, híbrido comercial más popular en Guatemala.

- ❖ Al menos un tratamiento tendrá mejores características agronómicas que el híbrido ICTA HB - 83.

- ❖ Al menos un tratamiento tendrá mayor rentabilidad para la producción de maíz grano blanco en el Sector La Montaña, Caballo, Blanco, Retalhuleu, Retalhuleu, que el híbrido ICTA HB - 83.

VI. METODOLOGÍA

6.1 LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO

La evaluación se realizó en el Sector La Montaña, Caballo Blanco, del municipio y departamento de Retalhuleu; el cual se encuentra ubicado en las coordenadas geográficas N 14° 30' 29.8"; W 91° 55' 01.5", a una distancia de la cabecera municipal de 42 kilómetros, y una elevación de 56 metros sobre el nivel del mar y temperatura promedio anual de 27.2 °C.



Figura 1: Localización del área experimental

6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

El material experimental consistió en once híbridos de maíz grano blanco, los cuales se encuentran a disposición en el mercado nacional. Las empresas comerciales proporcionaron sus híbridos para la investigación; se utilizó el genotipo ICTA HB - 83 como testigo, el cual es el más utilizado a nivel nacional. En el cuadro 7 se mencionan los 11 híbridos de maíz grano blanco evaluados y las casas comerciales de donde provienen.

Cuadro 7. Híbridos de maíz grano blanco evaluado, casas comerciales y tipo de híbrido.

No.	Tratamientos (Híbridos)	Casa Comercial	Tipo de híbrido
1	DK – 357	MONSANTO	Triple
2	MH- 9058 (Actualmente tiene el nombre comercial DK - 390)	MONSANTO	Triple
3	P 4082 W	PIONEER	Doble
4	P 4063 W	PIONEER	Doble
5	SYN – 69 (Actualmente tiene el nombre comercial Sorento)	SYNGENTA	Simple
6	SYN – 79 (Actualmente tiene el nombre comercial Lucino)	SYNGENTA	Simple
7	HR – 245	PROSEMILLA	Triple
8	HR – 435	PROSEMILLA	Triple
9	ICTA HB – 83	REMOLCA	Doble
10	TROPICAL MAX	SEMILLAS DEL TROPICO	Triple
11	HS – 27	CRISTIANI BURKARD	Triple

6.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar, con 11 tratamientos y 4 repeticiones, y se utilizó Duncan al 5% de significancia como prueba de medias al encontrar diferencias significativas entre tratamientos.

6.4 MODELO ESTADÍSTICO

Para el experimento se utilizó el modelo estadístico bloques completos al azar:

$$Y_{ij} = \mu + B_i + T_j + e_{ij}$$

En donde:

Y_{ij} = Variable respuesta

μ = Media general del experimento

B_i = Efecto del i...ésimo bloque

T_j = Efecto del j...ésimo tratamiento

e_{ij} = Error experimental

6.5 UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental consistió en 4.80 metros de ancho equivalente a 6 surcos de cada híbrido de maíz, por 24 metros de largo, para un total de 115.2 m². El distanciamiento fue de 0.8 metros entre surcos y 0.3 metros entre posturas, depositando dos semillas por postura.

La parcela neta consistió en dos surcos equivalente a 1.6 metros de frente por 10 metros de largo para un total de 16 metros cuadrados (16 m²). Los dos surcos que se tomaron fueron los números tres y cuatro de cada unidad experimental, dejando en ambos extremos de los dos surcos 7 metros como efecto de borde.

En cada unidad experimental se dejó un surco de por medio, es decir 1.60 metros para calle.

El área total del experimento fue de 280.00 metros de largo por 24.00 metros de ancho, para un total de 6,720.00 metros cuadrados (0.67 ha).

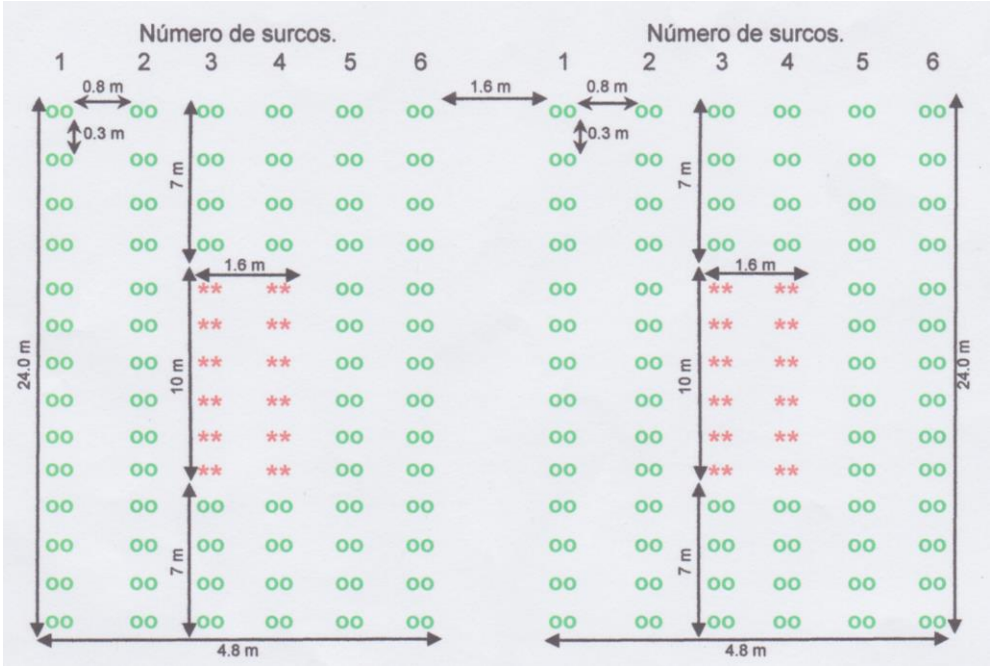


Figura 2. Ilustración de unidades experimentales

6.6 CROQUIS DE CAMPO

En la figura 3 se describe la distribución de los tratamientos y repeticiones evaluados en el campo.

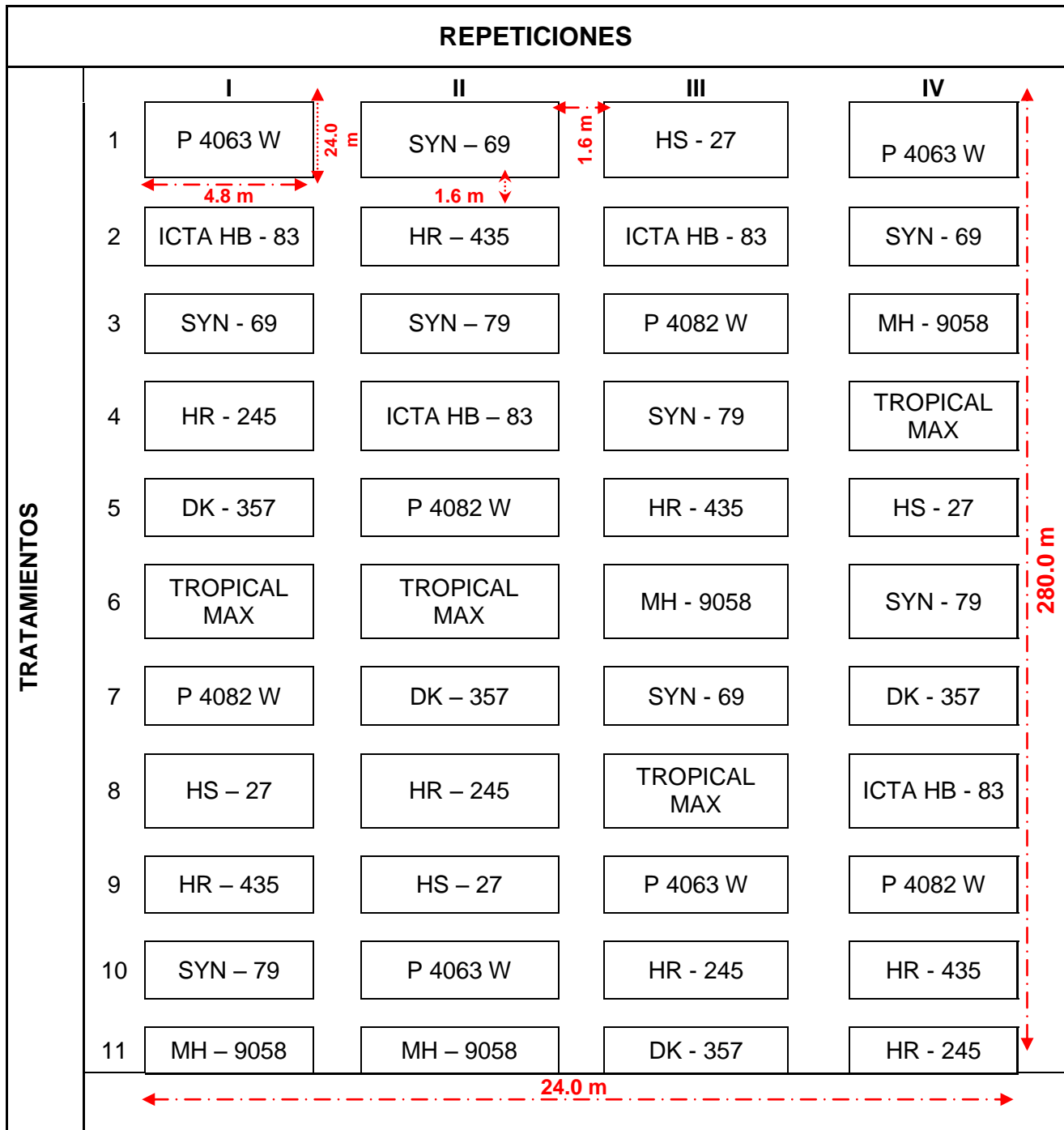


Figura 3. Croquis de campo

6.7 MANEJO DEL EXPERIMENTO

Los materiales evaluados fueron proporcionados por las diferentes casas comerciales y las actividades se realizaron en coordinación con el agricultor.

Al momento de la cosecha se tomaron dos kilogramos de muestra de maíz por cada tratamiento, dicha muestra fue utilizada para realizar el análisis de laboratorio.

Preparación del terreno

Se efectuó la labor de arado para dejar el suelo mullido, para su posterior siembra de maíz.

Trazo de parcelas y tratamientos

Se realizó un día antes de la siembra, se marco el área de investigación; se identificó cada unidad experimental con estacas de madera de 40 centímetros de longitud y se delimitó con pita plástica de color negro.

Siembra

Previo a la siembra la semilla de maíz fue tratada con el insecticida Blindage 60 FS, con dosis de 125 cc/11.34 kilogramos. La siembra se realizó manualmente, con escantillones para asegurar el distanciamiento, el cual fue de 0.8 metros entre surcos y 0.3 metros entre posturas; en cada postura se depositó 2 semillas para una densidad de 83,333 plantas por hectárea.

Control de malezas

Un día después de la siembra se aplicó el herbicida Prowl H₂O 45.5 CS en dosis de 1.7 l/ha, pre emergente mezclado con Gesaprim 90 WG en dosis de 1.6 kg/ha. A los 6 días después de siembra se aplicó el herbicida Combey SC, en dosis de 175 cc/ha mezclado con Gesaprim 90 WG, en dosis de 1.6 kg/ha, para dejar libre de competencia de malezas a la plantación de maíz; a los 30 días después de siembra se realizó una limpia manual.

Control de plagas

Se aplicó el insecticida Curyom 55 EC, en dosis de 0.2 l/ha, a los 12 días después de siembra, mezclado con fertilizante foliar Maíz A&G en dosis de 1.4 kg/ha y Nomolt SC con dosis 100 cc/ha a los 22 días después de siembra aplicando junto el fertilizante foliar.

Aplicación de Fertilizantes

Se realizaron cuatro aplicaciones de fertilizantes, la primera con la fórmula 20-20-0 en dosis de 194 kg/ha, a los 8 días después de la siembra; dicha fertilización fue incorporada, la segunda y tercera aplicación se hicieron con fertilizante foliar maíz A&G, con dosis de 1.4 kg/ha a los 12 y 22 días después de la siembra; la cuarta aplicación se realizó con fertilizante nitrogenado (46-0-0) con dosis de 194 kg/ha, a los 35 días después de siembra.

Dobla

Esta práctica consistió en doblar la planta cuando la mazorca llegó a madurez fisiológica, lo cual fue a los 89 días después de la siembra.

Cosecha

La cosecha se realizó a los 136 días después de la siembra, para asegurar un mejor secado en campo y evitar que se dañara la muestra de maíz en laboratorio, los días a cosecha se tomó en base al ciclo de producción de los híbridos evaluados los cuales oscilan de 110 a 150 días después de siembra. La cosecha se re ésta actividad se hizo manual y solamente se cosechó la parcela neta, se utilizaron sacos identificados con cada tratamiento para no confundir los resultados. La actividad de desgrane se llevó a cabo con desgranadora de motor de gasolina, se pesó cada uno de los tratamientos y se obtuvo una muestra de dos kilogramos para el análisis de laboratorio.

6.8 VARIABLES DE RESPUESTA

a) Longitud de mazorca: Del total de mazorcas cosechadas en cada unidad experimental, se tomaron 10 mazorcas al azar y se midió la longitud en centímetros, anotando el promedio de dichos valores.

b) Número de hileras y número de granos por hilera por mazorca: De cada parcela neta se tomaron 10 mazorcas al azar y se contaron las hileras y granos de cada mazorca, registrándose los promedios de dichos valores.

c) Peso de 100 granos: De la muestra determinada para laboratorio (2 kg), se tomaron 100 granos de maíz al azar de cada uno de los tratamientos, se determinó el peso y se anotó el resultado en gramos.

d) Rendimiento de grano: Se registró el peso (kilogramos) del grano proveniente de todas las mazorcas cosechadas en la parcela neta. El peso se corrigió con base al porcentaje de humedad que presentó en ese momento y posteriormente se transformó a t/ha, a 14 % de humedad.

e) Costos e Ingresos: Durante el desarrollo de la investigación se llevaron registros económicos (quetzales) que permitieron tener control de los costos e ingresos que ocurrieron dentro de cada uno de los tratamientos evaluados.

6.9 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

6.9.1 Análisis estadístico

Para las variables: longitud de mazorca, número de hileras, peso de 100 granos y rendimiento de grano, se realizaron análisis de varianza; así mismo, cuando se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, se realizó una prueba de medias, utilizando Duncan (5%).

Para la variable: número de granos por hilera, se hizo una descripción grafica del comportamiento de la misma.

6.9.2 Análisis económico

De cada tratamiento se estimaron los costos variables, costos fijos, costos totales, ingresos brutos e ingresos netos, también se estimó la rentabilidad para cada uno de los mismos. Y por último, se realizó el análisis de costo/beneficio para los tratamientos.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7. 1 LONGITUD DE MAZORCA

El análisis de varianza para la variable, longitud de mazorca, se muestra en el cuadro 8.

Cuadro 8. Cuadro de análisis de varianza (ANDEVA) para la variable longitud de mazorca.

FUENTES DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	F	FT	
Bloques	2.88045455	3	0.960151515	1.68108022	4.516	NS
Tratamientos	12.9372727	10	1.293727273	2.26512097	3.526	NS
Error Exp.	17.1345455	30	0.571151515			
Total	32.9522727	43				

$$\% \text{ C.V.} = \frac{\sqrt{0.5711515}}{13.522727} = 0.0558870 * 100 = 5.588\%$$

En el análisis de varianza se observa que la F calculada es menor que la F tabulada en los bloques como en los tratamientos; por lo que no existen diferencias significativas entre bloques y tratamientos para la variable longitud de mazorca.

El promedio general en la longitud de mazorcas para los 11 tratamientos fue de 13.52 centímetros, siendo el híbrido SYN - 79 el más largo con 14.18 centímetros, seguidos por HS - 27 y DK - 357 con 14.15 centímetros, mientras que los materiales más cortos fueron: P 4082 W con 12.68 centímetros y P 4063 W con 12.66 centímetros.

Con respecto al coeficiente de variación se obtuvo 5.58%, lo que representa confianza en los resultados para ésta variable.

7.2 NÚMERO DE HILERAS POR MAZORCA Y NÚMERO DE GRANOS POR HILERA

7.2.1 Número de hileras por mazorca

El análisis de varianza para la variable, número de hileras por mazorca, se muestra en el cuadro 9.

Cuadro 9. Análisis de varianza (ANDEVA) para la variable número de hileras por mazorca.

FUENTES DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	F	FT	
Bloques	1.1881818	3	0.396060606	1.30185766	4.516	NS
Tratamientos	56.424091	10	5.642409091	18.5466906	3.526	*
Error Exp.	9.1268182	30	0.304227273			
Total	66.739091	43				

NS = No significativo.

* = Diferencia significativa.

$$\% \text{ C.V.} = \frac{\sqrt{0.30422727}}{15.10454545} = 0.0365166 * 100 = 3.65\%$$

Para el número de hileras por mazorca se realizó el análisis de varianza, encontrando que la F calculada fue menor que la tabulada para los bloques, por lo que no hubo diferencia significativa entre los bloques estudiados; sin embargo, para los 11 tratamientos en estudio, el factor calculado es mayor que el factor tabulado, por lo que sí existe diferencia significativa entre tratamientos para la variable número de hileras por mazorca, de acuerdo al resultado del análisis de varianza, se procedió a realizar la prueba de medias de Duncan al 5% (cuadro 10).

Cuadro 10. Cuadro de clasificación de medias de Duncan.

Número Tratamientos	Híbridos	Número de hileras por mazorca	Clasificación Duncan 5%
1	P 4063 W	16.65	A
2	SYN – 79	16.45	B
3	MH – 9058	16.05	C
4	P 4082 W	16.05	C
5	SYN – 69	15.85	D
6	DK – 357	15.10	E
7	HR – 245	14.88	F
8	ICTA HB – 83	14.28	G
9	HR – 435	13.90	H
10	HS – 27	13.65	I
11	TROPICAL MAX	13.30	J

Es lógico pensar que una mazorca con mayor número de hileras tiene un mejor rendimiento de producción, porque hay mayor cantidad de granos de maíz por mazorca, comparado contra una mazorca con menor número de hileras.

Según Duncan, el híbrido P 4063 W difiere del resto de tratamientos con un valor promedio de 16.65 hileras por mazorca con clasificación A, mientras que SYN-79 fue clasificado B en segunda posición, luego se encuentran los materiales MH - 9058 y P4082W en posición C con valor promedio de 16.05 hileras por mazorcas.

Los valores promedio de los híbridos HR - 435, HS - 27 y TROPICAL MAX fueron de 13.90, 13.65 y 13.30 hileras por mazorca y fueron clasificados H, I, J respectivamente.

Para número de hileras por mazorca, el coeficiente de variación fue 3.65%, lo que indica el buen manejo del experimento y confianza en los datos obtenidos en el estudio.

7.2.2 Número de granos por hilera por mazorca

El número de granos por hilera se representa en la figura 4.

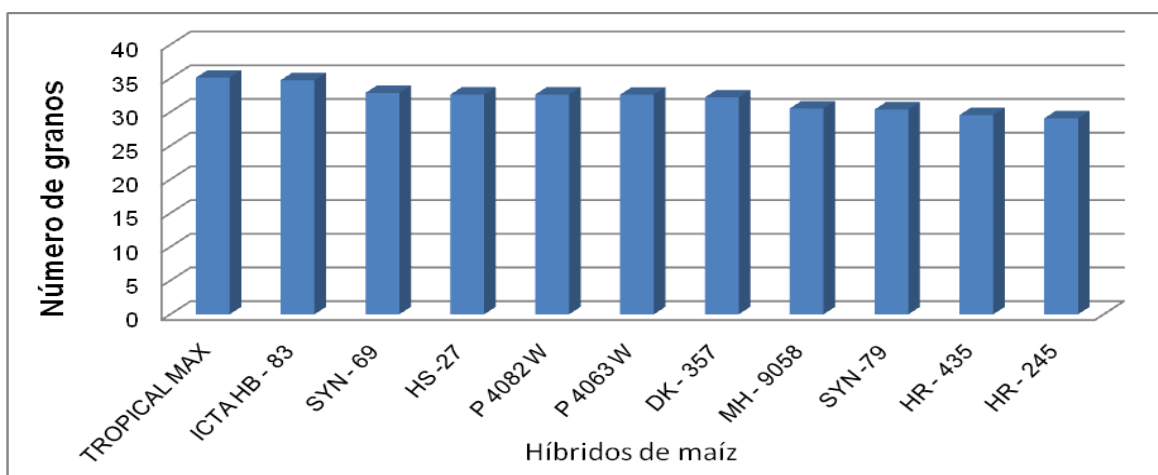


Figura 4. Número de granos por hilera en once híbridos de maíz.

Para la variable número de granos por hilera en la mazorca, el híbrido TROPICAL MAX fue el mejor tratamiento, con 35.10 granos por hilera, luego se encuentran los híbridos ICTA HB - 83 y SYN - 69 con valores de 34.73 y 32.85 granos por hilera en la mazorca respectivamente.

Los híbridos HR - 435 y HR -245 mostraron menor cantidad de granos por mazorca con valores de 29.55 y 29.08 respectivamente.

Se pretendía que a mayor longitud de mazorca se tendría mayor cantidad de granos por hilera; sin embargo, en la evaluación no se encontró relación directa entre la longitud de mazorca y la cantidad de granos por hilera. Probablemente la cantidad de granos por hilera tuvo que ver con el tamaño del grano distribuido en la mazorca.

7.3 PESO DE 100 GRANOS

El análisis de varianza para el peso de 100 granos, se presenta en el cuadro 11.

Cuadro 11. Cuadro de análisis de varianza (ANDEVA) para la variable peso de 100 granos.

FUENTES DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	F	FT	
Bloques	7.88604318	3	2.628681061	1.13600429	4.516	NS
Tratamientos	173.724214	10	17.37242136	7.50762257	3.526	*
Error Exp.	69.4191318	30	2.313971061			
Total	251.029389	43				
Coefficiente de variación	1.52117424	30.5165991	0.04984745	4.98474499		

NS = No significativo. * = Diferencia significativa.

$$\% \text{ C.V.} = \frac{\sqrt{2.313971061}}{30.51659091} = 0.04984744993 * 100 = 4.98\%$$

El análisis de varianza muestra que la F calculada fue menor que la F tabulada en los bloques; por lo que se infiere que no existe diferencia estadística entre bloques para el peso de 100 granos.

Para los tratamientos la F calculada fue mayor que la F tabulada, lo cual indica que sí existe diferencia estadística entre los tratamientos para la variable peso de 100 granos; por lo que se procedió a realizar la prueba de medias de Duncan 5% (cuadro 12).

Se obtuvo un 4.98% de coeficiente de variación, lo que representa confianza en los resultados para la variable peso de 100 granos.

Cuadro 12. Clasificación de medias de Duncan para la variable, peso de 100 granos.

Número Tratamientos	Híbridos	Peso de 100 granos (g)	Clasificación Duncan 5%
1	MH – 9058	34.48	A
2	P 4063 W	32.78	B
3	P 4082 W	31.75	C
4	DK – 357	31.44	D
5	SYN – 79	31.06	D
6	SYN – 69	30.32	E
7	HS – 27	29.86	F
8	HR – 435	29.42	G
9	HR – 245	28.99	H
10	TROPICAL MAX	28.55	I
11	ICTA HB – 83	27.05	J

Se cree que a mayor peso de los granos de maíz de un material asegura un mejor rendimiento de producción; siempre que se combine con otros factores, como mayor número de hileras, mayor cantidad de granos por hilera (Charuc, M. Administrador de Centro de Acopio de Derivados de Maiz de Guatemala S.A., entrevista personal, 23 de junio de 2014).

Según Duncan, el híbrido MH - 9058 difiere del resto de tratamientos con un valor de 34.48 g respecto a la variable peso de 100 granos. Después se encuentran los híbridos P 4063 W y P 4082 W con valores de 32.78 g y 31.75 g respectivamente.

Los híbridos de maíz que mostraron bajo peso en 100 granos se encuentran los híbridos HR - 245, TROPICAL MAX y el ICTA HB - 83 con valores de 28.99, 28.55 y 27.05 respectivamente.

7.4 RENDIMIENTO DE GRANO

El análisis de varianza para el rendimiento de grano se presenta en el cuadro 13.

Cuadro 13. Cuadro de análisis de varianza (ANDEVA) para la variable rendimiento de grano.

FUENTES DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	F	FT	
Bloques	284.988412	3	94.99613732	1.06815456	4.526	NS
Tratamientos	4734.53519	10	473.4535185	5.32360104	3.522	*
Error Exp.	2668.0447	30	88.9348234			
Total	7687.5683	43				

NS = No significativo. * = Diferencia significativa.

$$\% \text{ C.V.} = \frac{\sqrt{88.9348234}}{79.48649717} = 0.118643121 * 100 = 11.86\%$$

De acuerdo con el análisis de varianza, no existe diferencia estadística entre bloques. Con respecto a los tratamientos sí existe diferencia estadísticamente para el rendimiento; por lo que se procedió a realizar la prueba de medias Duncan 5% (cuadro 14). El coeficiente de variación fue de 11.86%, lo que representa confianza en los resultados obtenidos para la variable rendimiento.

Cuadro 14. Cuadro de clasificación de medias de Duncan, para la variable rendimiento de grano.

Número Tratamientos	Híbridos	Media Rendimiento (t/ha)	Clasificación Duncan 5%
1	MH – 9058	6.33	A
2	P 4063 W	5.97	B
3	SYN – 79	5.84	B
4	HR – 245	5.60	C
5	SYN – 69	5.21	D
6	DK – 357	5.02	E
7	P 4082 W	4.87	E
8	HS – 27	4.78	F
9	ICTA HB – 83	4.41	G
10	HR – 435	4.31	G
11	TROPICAL MAX	4.30	G

La variable rendimiento es la que le interesa al agricultor, porque de ésta variable depende en gran parte la rentabilidad y el ingreso económico de las familias que dependen del cultivo; sin embargo, el rendimiento de producción depende en gran parte de las características agronómicas y genéticas de los híbridos de maíz, porque es lógico pensar que a mayor cantidad de mazorcas por área, más hileras por mazorcas y mazorcas más largas, tendrán más cantidad de granos por mazorcas y mejor peso por grano significa mejor rendimiento de producción por área (Charuc, M. Administrador de Centro de Acopio de Derivados de Maiz de Guatemala S.A., entrevista personal, 23 de junio de 2014).

Según Duncan, el híbrido MH - 9058 fue el mejor de los tratamientos, con un rendimiento de 6.33 t/ha. Luego se ubicaron los híbridos P 4063 W y SYN - 79 con valores de 5.97 y 5.84 t/ha, respectivamente. Los híbridos ICTA HB - 83, HR - 435 y TROPICAL MAX mostraron bajo rendimiento, con valores de 4.41, 4.31 y 4.30 t/ha, respectivamente.

Cuadro 15. Clasificación de tratamientos por la suma de sus características agronómicas en valores porcentuales.

Valores Absolutos de Características Agronómicas						Valores Relativos de Características Agronómicas					
TRATAMIENTOS	Longitud Mazorca	Número Hileras Mazorca	Número Granos Hilera	Peso 100 granos	Rendimiento	Longitud Mazorca	Número Hileras Mazorca	Número Granos Hilera	Peso 100 granos	Rendimiento	Total Valores Relativos
	Cm	Cantidad	Cantidad	g	t/ha	Expresado en %					
MH 9058	13.80	16.05	30.53	34.48	6.33	9.27%	9.66%	8.67%	10.27%	11.18%	49.05%
P 4063 W	12.39	16.65	32.58	32.78	5.97	8.32%	10.02%	9.25%	9.76%	10.54%	47.90%
SYN - 79	14.19	16.45	30.38	31.06	5.84	9.53%	9.90%	8.63%	9.25%	10.31%	47.62%
SYN - 69	13.70	15.85	32.85	30.32	5.21	9.21%	9.54%	9.33%	9.03%	9.20%	46.30%
DK - 357	14.15	15.10	32.18	31.44	5.02	9.51%	9.09%	9.14%	9.37%	8.86%	45.96%
P 4082 W	12.68	16.05	32.60	31.75	4.87	8.52%	9.66%	9.26%	9.46%	8.60%	45.49%
HR - 245	13.20	14.88	29.08	28.99	5.6	8.87%	8.95%	8.26%	8.64%	9.89%	44.60%
HS - 27	14.15	13.65	32.60	29.86	4.78	9.51%	8.22%	9.26%	8.89%	8.44%	44.32%
ICTA HB - 83	13.72	14.28	34.73	27.05	4.41	9.22%	8.59%	9.86%	8.06%	7.79%	43.52%
Tropical Max	13.84	13.30	35.10	28.55	4.3	9.30%	8.00%	9.97%	8.50%	7.59%	43.37%
HR - 435	13.00	13.90	29.55	29.42	4.31	8.74%	8.37%	8.39%	8.76%	7.61%	41.87%
	148.8	166.1	352.1	335.7	56.64	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	
R²	0.005	0.639	0.234	0.577							
Coefficiente correlación	-0.075	0.799	-0.484	0.760							

En la evaluación se observa que de las cuatro características agronómicas evaluadas, los tratamientos MH - 9058 y P 4063 W, se vieron afectados en el rendimiento de producción por el número de hileras por mazorca, con valores promedio de 16.05 y 16.65 respectivamente, también por el peso de 100 granos, con datos promedio de 34.48 gramos en 100 granos para MH - 9058 y 32.78 gramos en 100 granos para P 4063 W; más no se vieron afectados por la longitud de mazorca, debido a que no existe diferencia estadística entre los tratamientos para ésta variable y tampoco se vieron afectados por la cantidad de granos por hilera.

Al utilizar el rendimiento como variable dependiente y las características agronómicas (número de hileras por mazorca, número de granos por hilera, longitud de mazorca y peso de 100 granos) como variables independientes, se observa que independientemente de los materiales evaluados, el rendimiento está siendo expresado en 63.9% por el número de hileras por mazorca y en 57.7% por el peso de 100 granos, mientras que el coeficiente de correlación indica que existe un 79.9% de correlación entre los datos de número de hileras por mazorca y 76.0% de correlación entre los datos de peso de 100 granos y el rendimiento.

El rendimiento es un carácter complejo y su expresión depende del funcionamiento y la interacción de varios componentes fisiológicos, cuyo límite varía con el genotipo (De la Cruz, 2007).

7.5 COSTOS E INGRESOS

Para cada tratamiento se establecieron los costos para el manejo de la investigación, tal como se estableció previamente.

Para determinar la rentabilidad se tomaron como base los costos totales provenientes de cada tratamiento, con sus respectivos ingresos netos; por lo que se utilizó la siguiente fórmula: $R = (\text{Ingreso Neto} / \text{Costo Total}) * 100$

En el cuadro 16 se presenta los costos variables, costos fijos, costos totales, ingresos brutos e ingresos netos y la relación beneficio/costo para cada uno de los tratamientos evaluados.

Cuadro 16. Costos variables, costos fijos, costos totales e ingresos brutos y netos, rentabilidad en Quetzales y relación beneficio/costo.

No.	Tratamientos (Híbridos)	Costos Variables (Q)	Costos Fijos (Q)	Costos Totales (Q)	Ingreso Bruto (Q)	Ingreso Neto (Q)	Rentabilidad (%)	Relación Beneficio/costo (%)
1	MH – 9058	9,200.23	3,934.21	13,134.44	15,368.10	2,233.66	17.00	0.170
2	P 4063 W	8,983.89	3,934.21	12,918.10	14,481.50	1,563.40	12.10	0.121
3	SYN – 79	8,857.46	3,934.21	12,791.67	14,166.90	1,375.23	10.75	0.107
4	HR 245	8,345.79	3,934.21	12,280.00	13,580.60	1,300.60	10.59	0.105
5	SYN – 69	8,610.46	3,934.21	12,544.67	12,633.50	88.83	0.70	0.007
6	DK – 357	8,588.17	3,934.21	12,522.38	12,188.00	-334.38	- 2.67	-0.026
7	P 4082 W	8,565.89	3,934.21	12,500.10	11,809.60	-690.40	- 5.52	-0.055
8	HS – 27	8,250.12	3,934.21	12,184.33	11,596.20	-588.13	- 4.82	-0.048
9	ICTA HB – 83	7,681.46	3,934.21	11,615.67	10,687.60	-928.07	- 7.98	-0.079
10	HR – 435	7,850.83	3,934.21	11,785.04	10,446.70	- 1,338.34	- 11.35	-0.113
11	TROPICAL MAX	7,921.23	3,934.21	11,855.44	10,444.50	- 1,410.94	- 11.90	-0.119

El híbrido MH - 9058 mostró mayor rentabilidad, con 17.00 %, en segundo lugar correspondió al híbrido P 4063 W, con una rentabilidad de 12.10%. Así también el híbrido MH - 9058 mostró mayor relación beneficio costo, Q 0.170, es decir, que por cada quetzal invertido genera Q 0.170 quetzales de ganancia.

Los costos variables, varían en función al precio de la semilla híbrida de las diferentes casas comerciales; así también por las actividades de tapizca y desgrane en base a la producción de cada híbrido evaluado.

VIII. CONCLUSIONES

- ❖ El genotipo que presentó mayor rendimiento de acuerdo al análisis estadístico fue el híbrido MH – 9058 (DK-390) con un valor medio de 6.33 t/ha, siendo el mejor tratamiento dentro de los evaluados.
- ❖ De acuerdo a la evaluación realizada, el tratamiento que presentó mejores características agronómicas respecto a la suma de los valores relativos de las variables: longitud de mazorca, número de hileras y número de granos por hilera por mazorca, y peso de 100 granos, fue el híbrido MH – 9058 (DK-390), con 49.05% en la suma de sus características agronómicas.
- ❖ El genotipo que presentó mayor rentabilidad y beneficio/costo para la producción de grano en el Sector La Montaña, Caballo Blanco, en el municipio y departamento de Retalhuleu, fue el híbrido MH – 9058 (DK-390), con una rentabilidad de 17.00% y con un beneficio/costo de Q 0.170, es decir, que por cada quetzal invertido se generan Q 0.170 quetzales adicionales.

IX. RECOMENDACIONES

- ❖ Se recomienda seguir evaluando en el Sector La Montaña, Caballo Blanco, municipio y departamento de Retalhuleu, y zonas con condiciones agroecológicas similares al experimento, utilizando los híbridos MH-9058 (DK-390), P4063W, SYN-79 (Lucino) y HR-245, los cuales sobresalieron del resto de híbridos evaluados, presentando alto rendimiento con 6.33 t/ha, 5.97 t/ha, 5.84 t/ha, 5.6 t/ha, mejores características agronómicas con 49.05%, 47.90%, 47.62% y 44.60%, y con mejor rentabilidad de 17.00%, 12.10%, 10.75% y 10.59% respectivamente, para siembras de mayo a octubre.

- ❖ Se recomienda también evaluar híbridos nuevos que salgan al mercado para zona tropical, con el objeto de validar sus características agronómicas, su potencial de rendimiento y rentabilidad; la cual será de utilidad para los agricultores y técnicos interesados en mejorar la productividad del cultivo de maíz grano blanco.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azurdia, O. (2010). Evaluación de cuatro densidades de siembra y tres genotipos de maíz blanco (*Zea mays*, L. Poaceae) para la producción de grano, en la finca la Suiza en San Lucas Sacatepéquez. Tesis de grado Universidad Rafael Landivar. 9 p.
- Allard, R. W. (1980). Principios de la mejora genética de plantas (Trad. L. Montoya) Barcelona, Omega, S. A.
- Charuc, W. (2012). Evaluación de diez híbridos de maíz (*Zea mays*, Poaceae) grano blanco, en producción y calidad de grano, para la industria de harinas, en Aldea Playitas, Chisec, Alta Verapaz. Tesis de grado Universidad Rafael Landivar.
- Cristiani Burkard (2012). Panfleto de promoción de semillas de la casa comercial de Cristiani Burkard/Monsanto 2012. Autor
- De la Cruz, M. (2007). Efecto de diferentes niveles de N-P-K y dos densidades de siembra sobre el rendimiento y características agronómicas de las cuatro líneas parentales endogámicas del híbrido de maíz HB-83 mejorado, en Guatemala. Tesis de grado Universidad Rafael Landivar.
- FAO. (1993). Colección FAO, Alimentación y Nutrición, No. 25 ISBN 92-5-303013-5. Roma 1993. Autor.
- FAO. (2012). Informe anual sobre la reserva, precio y mercado del maíz y frijol con familias de las comunidades donde se ejecuta los proyectos apoyados por FAO-Guatemala, 16.

FAO. (sf). Fisiología del maíz tropical. Recuperado el 23 de junio de 2014, de:
<http://www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s05.htm>

Fuentes, L. (2002). El cultivo de maíz en Guatemala, una guía para su manejo agronómico, Instituto de ciencias y Tecnología Agrícolas. Recuperado el 05 de agosto de 2012, de:
<http://www.icta.gob.gt/granosBasicos/cultivoMaizManejoAgronomico.pdf>

Fuentes, L. Van, E. Ortega, A. & Vivero, P. (2005). Maíz para Guatemala. Propuesta para la reactivación de la cadena agroalimentaria del maíz blanco y amarillo. Serie PESA, Investigación No. 1, FAO Guatemala, Guatemala, C.A.

ILSI. (2006). Maíz y Nutrición. Serie de informes especiales volumen II, octubre Argentina 2006. 80 p.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2012) *Mapeo de actores de la innovación tecnológica en las cadenas de valor del maíz y frijol en Guatemala*, 11. Proyecto Red de Innovación Agrícola & Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación COSUDE. Recuperado el 23 de noviembre de 2013, de:
[http://www.iica.int/Esp/regiones/central/guatemala/Documents/Informe%20final-CADENAS%20DE%20VALOR%20MAIZ%20Y%20FRIJOL_Corregido02112012%20\(1\).pdf](http://www.iica.int/Esp/regiones/central/guatemala/Documents/Informe%20final-CADENAS%20DE%20VALOR%20MAIZ%20Y%20FRIJOL_Corregido02112012%20(1).pdf)

Kato, T.A.; Mapes, C.; Mera, L.M.; Serratos, J.A. y Bye, R.A. (2009). Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica. Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 116 pp.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. (2012). *Informe actualizado de maíz blanco junio 2012*, 5 y 10. Dirección de Planeamiento. Recuperado el 03 de agosto de 2012, de: <http://www.maga.gob.gt/portal.maga.gob.gt/portal/page/portal/2010/2012/DIPLAN/informe%20Maiz%20Blanco.pdf>

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. (2013). *Informe de situación del maíz blanco agosto 2013*, Dirección de Planeamiento. Recuperado el 23 de noviembre de 2013, de: http://web.maga.gob.gt/wp-content/uploads/pdf/home/diplan/maiz/informe_situacion_maiz_blanco.pdf

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. (2013). Precios de maíz blanco a nivel nacional con datos de sedes departamentales, Dirección de Planeamiento.

Monsanto (2012). Panfleto de promoción de híbrido de la casa Comercial de semilla de maíz. Autor.

Monsanto (2013). Panfleto de promoción de híbrido de la casa Comercial de semilla de maíz. Autor.

Orellana, A, & Dardon, D. (s.f.). *Aspectos generales y guía para el manejo agronómico del maíz en Guatemala*. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Investigación para el desarrollo agrícola.

Pioneer. (2012). Panfleto de promoción de semillas de la casa comercial de Duwest. 2012. Autor.

Poehlman, J. M. (1981). *Mejoramiento genético de las cosechas*. México: Limusa.

Prosemillas. (2012). Panfleto de promoción de semillas de la casa comercial de Productora de Semillas S.A. 2012. Autor.

Remolca. (2012). Panfleto de promoción de híbridos de la casa comercial de Remolca 2012. Autor

Robutti, J. (s.f.). Cereales. *Revista de información sobre investigación y desarrollo agropecuario del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina*, Edición No. 6 Año IV IDIA XXI. Recuperado el 25 de junio de 2014, de: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/210719.pdf>

Semillas del Trópico. (2012). Panfleto de promoción de híbridos de la casa comercial de Semillas del Trópico 2012. Autor

Syngenta. (2013). Panfleto de promoción de híbridos de la casa comercial de Syngenta 2013. Autor

Wellhausen, E; Fuentes O. and Hernandez, C. (1957). (In collaboration with P.C Mangelsdorf). Races of maize in central America. Natl. Res. Council Publ. 511.

XI. ANEXOS

Anexo 1. Longitud de mazorcas (cm) en once híbridos de maíz.

No.	Tratamientos (Híbridos)	Repeticiones				Media
		I	II	III	IV	
1	SYN - 79	14.55	14.15	14.80	13.20	14.18
2	HS - 27	14.25	13.80	14.90	13.65	14.15
3	DK - 357	14.30	13.85	15.45	13.00	14.15
4	TROPICAL MAX	14.30	13.20	13.45	14.40	13.84
5	ICTA HB - 83	13.20	14.60	13.75	13.35	13.73
6	SYN - 69	15.50	13.25	13.25	12.80	13.70
7	MH - 9058	13.75	12.75	13.50	13.95	13.49
8	HR - 245	12.55	14.15	13.60	12.50	13.20
9	HR - 435	13.10	11.95	14.00	12.90	12.99
10	P 4082 W	13.20	12.70	12.60	12.20	12.68
11	P 4063 W	11.40	13.40	13.05	12.80	12.66

Anexo 2. Número de hileras por mazorca en once híbridos de maíz.

No.	Tratamientos (Híbridos)	Repeticiones				Media
		I	II	III	IV	
1	P 4063 W	16.20	16.80	17.20	16.40	16.65
2	SYN - 79	15.80	16.20	17.20	16.60	16.45
3	MH - 9058	16.60	16.80	15.60	15.20	16.05
4	P 4082 W	16.80	15.80	16.20	15.40	16.05
5	SYN - 69	16.00	16.00	15.60	15.80	15.85
6	DK - 357	15.20	15.80	14.60	14.80	15.10
7	HR - 245	14.30	15.20	14.40	15.60	14.88
8	ICTA HB - 83	14.70	14.40	14.80	13.20	14.28
9	HR - 435	13.40	14.60	13.80	13.80	13.90
10	HS -27	13.00	13.80	14.20	13.60	13.65
11	TROPICAL MAX	12.80	13.40	13.20	13.80	13.30

Anexo 3. Número de granos por hilera en once híbridos de maíz.

No.	Tratamientos (Híbridos)	Repeticiones				Media
		I	II	III	IV	
1	TROPICAL MAX	35.40	32.50	35.10	37.40	35.10
2	ICTA HB - 83	33.10	37.00	36.30	32.50	34.73
3	SYN – 69	36.70	32.00	31.40	31.30	32.85
4	HS – 27	32.50	32.80	34.60	30.50	32.60
5	P 4082 W	34.20	32.10	33.20	30.90	32.60
6	P 4063 W	31.10	32.80	33.90	32.50	32.58
7	DK – 357	32.90	31.70	34.30	29.80	32.18
8	MH - 9058	30.40	30.30	29.70	31.70	30.53
9	SYN -79	31.40	30.40	31.20	28.50	30.38
10	HR – 435	30.00	27.80	32.80	27.60	29.55
11	HR – 245	28.00	31.00	29.30	28.00	29.08

Anexo 4. Peso de 100 granos en once híbridos de maíz.

No.	Tratamientos (Híbridos)	Repeticiones				Media (g)
		I	II	III	IV	
1	MH - 9058	33.10	36.10	34.62	34.10	34.48
2	P 4063 W	30.80	32.30	33.65	34.38	32.78
3	P 4082 W	33.43	34.52	29.15	29.88	31.75
4	DK - 357	29.98	29.57	33.87	32.35	31.44
5	SYN - 79	29.90	30.71	32.22	31.39	31.06
6	SYN - 69	31.66	30.77	29.65	29.19	30.32
7	HS - 27	29.66	28.75	30.33	30.69	29.86
8	HR - 435	30.02	29.65	28.88	29.13	29.42
9	HR - 245	26.65	29.79	28.18	31.32	28.99
10	TROPICAL MAX	26.45	28.91	29.30	29.55	28.55
11	ICTA HB - 83	25.97	27.51	28.48	26.22	27.05

Anexo 5. Conversión de datos a 14% humedad en once híbridos de maíz.

Rep.	Trat	Lbs/16 m2	Kg/area muestreada/Base Humeda.	Kg/Ha base humeda	Kg/Mz base humeda	qq/Mz/ base humeda	Rend 14% qq B.H/factor	Rend X 14%	Factor (%h-14)/100)+1	HUM	X humed
1	TROPICAL MAX	17.5	7.93794793	4961.22	3472.85	76.56	75.65		1.01	15.2	
2		12.5	5.66996281	3543.73	2480.61	54.69	54.15		1.01	15	
3		14	6.35035834	3968.97	2778.28	61.25	60.46		1.01	15.3	
4		17.5	7.93794793	4961.22	3472.85	76.56	75.58	66.46	1.01	15.3	15.20
1	HS - 27	14.5	6.57715685	4110.72303	2877.50612	63.44	63.37		1.00	14.1	
2		17	7.71114941	4819.46838	3373.62787	74.38	74.45		1.00	13.9	
3		17.5	7.93794793	4961.21745	3472.85222	76.56	76.56		1.00	14	
4		18.5	8.39154495	5244.71559	3671.30092	80.94	80.78	73.79	1.00	14.2	14.05
1	HR - 245	16	7.25755239	4535.97024	3175.17917	70.00	68.76		1.02	15.8	
2		22.5	10.205933	6378.70816	4465.09571	98.44	96.60		1.02	15.9	
3		22	9.97913454	6236.95909	4365.87136	96.25	94.36		1.02	16	
4		20	9.07194049	5669.96281	3968.97396	87.50	85.95	86.42	1.02	15.8	15.88
1	HS - 435	14.5	6.5771568	4110.72303	2877.50612	63.44	63.69		1.00	13.6	
2		19.5	7.4843509	4677.71931	3274.40352	72.19	72.62		0.99	13.4	
3		20.5	6.12355982	3827.22489	2679.05742	59.06	59.24		1.00	13.7	
4		21	7.25755239	4535.97024	3175.17917	70.00	70.35	66.48	1.00	13.5	13.55
1	SYN - 79	22.5	10.205933	6378.70816	4465.09571	98.44	97.17		1.01	15.3	
2		19.5	8.84514198	5528.21373	3869.74961	85.31	84.47		1.01	15	
3		20.5	9.298739	5811.71188	4068.19831	89.69	88.36		1.02	15.5	
4		21	9.52553751	5953.46095	4167.42266	91.88	90.61	90.15	1.01	15.4	15.30
1	MH - 9058	19.5	8.84514198	5528.21373	3869.74961	85.31	85.66		1.00	13.6	
2		25.5	11.5667241	7229.20258	5060.4418	111.56	112.24		0.99	13.4	
3		21	9.52553751	5953.46095	4167.42266	91.88	92.34		1.00	13.5	
4		23	10.4327316	6520.45723	4564.32006	100.63	100.93	97.79	1.00	13.7	13.55
1	P 4082 W	17.5	7.93794793	4961.21745	3472.85222	76.56	76.26		1.00	14.4	
2		19.5	8.84514198	5528.21373	3869.74961	85.31	85.06		1.00	14.3	
3		17.5	7.93794793	4961.21745	3472.85222	76.56	76.11		1.01	14.6	
4		14.5	6.57715685	4110.72303	2877.50612	63.44	63.18	75.15	1.00	14.4	14.43

1		20	9.07194049	5669.96281	3968.97396	87.50	86.12		1.02	15.6	
2	DK - 357	19.5	8.84514198	5528.21373	3869.74961	85.31	84.13		1.01	15.4	
3		18.5	8.39154495	5244.71559	3671.30092	80.94	79.74		1.02	15.5	
4		14	6.35035834	3968.97396	2778.28177	61.25	60.23	77.56	1.02	15.7	15.55
1		14.5	6.57715685	4110.72303	2877.50612	63.44	61.77		1.03	16.7	
2	SYN - 69	22	9.97913454	6236.95909	4365.87136	96.25	93.90		1.03	16.5	
3		18	8.16474644	5102.96652	3572.07657	78.75	76.61		1.03	16.8	
4		21	9.52553751	5953.46095	4167.42266	91.88	89.29	80.39	1.03	16.9	16.73
1		21.5	9.75233602	6095.21002	4266.64701	94.06	94.44		1.00	13.6	
2	P 4063 W	20	9.07194049	5669.96281	3968.97396	87.50	87.76		1.00	13.7	
3		20.5	9.298739	5811.71188	4068.19831	89.69	89.87		1.00	13.8	
4		22	9.97913454	6236.95909	4365.87136	96.25	96.54	92.15	1.00	13.7	13.70
1		15	6.80395537	4252.4721	2976.73047	65.63	64.09		1.02	16.4	
2	ICTA HB - 83	16	7.25755239	4535.97024	3175.17917	70.00	68.69		1.02	15.9	
3		16.5	7.4843509	4677.71931	3274.40352	72.19	70.63		1.02	16.2	
4		16	7.25755239	4535.97024	3175.17917	70.00	68.63	68.01	1.02	16	16.13

Anexo 6. Rendimiento (t/ha) al 14% de humedad.

No.	Tratamientos (Híbridos)	Repeticiones				Media (t/ha)
		I	II	III	IV	
1	MH - 9058	85.7	112.2	92.3	100.9	6.33
2	P 4063 W	94.4	87.8	89.9	96.5	5.97
3	SYN - 79	97.2	84.5	88.4	90.6	5.84
4	HR - 245	68.8	96.6	94.4	86.0	5.60
5	SYN - 69	61.8	93.9	76.6	89.3	5.21
6	DK - 357	86.1	84.1	79.7	60.2	5.02
7	P 4082 W	76.3	85.1	76.1	63.2	4.87
8	HS - 27	63.4	74.4	76.6	80.8	4.78
9	ICTA HB - 83	64.1	68.7	70.6	68.6	4.41
10	HR - 435	63.7	72.6	59.2	70.4	4.31
11	TROPICAL MAX	75.7	54.1	60.5	75.6	4.30

Anexo 7. Costos variables de híbridos de maíz.

No.	Tratamientos (Híbridos)	Unidad de medida	Número de semillas de 20 kg	Valor Unitario (Q)	Densidad (plantas/ha)	Total (Q)
1	MH – 9058	20 kg	60,000 semillas	1,010.00	83,333	1,402.77
2	P 4063 W	20 kg	60,000 semillas	950.00	83,333	1,319.43
3	SYN – 79	20 kg	60,000 semillas	900.00	83,333	1,250.00
4	HR – 245	20 kg	60,000 semillas	600.00	83,333	833.33
5	SYN – 69	20 kg	60,000 semillas	900.00	83,333	1,250.00
6	DK – 357	20 kg	60,000 semillas	925.00	83,333	1,284.71
7	P 4082 W	20 kg	60,000 semillas	950.00	83,333	1,319.43
8	HS – 27	20 kg	60,000 semillas	750.00	83,333	1,041.66
9	ICTA HB - 83	20 kg	60,000 semillas	450.00	83,333	625.00
10	HR – 435	20 kg	60,000 semillas	600.00	83,333	833.33
11	TROPICAL MAX	20 kg	60,000 semillas	650.00	83,333	902.77

Anexo 8. Costos variables pesticidas.

Producto	Unidad de medida	Precio (Q)	Cantidad	Total (Q)
Blindage 60 FS	Litro	950.00	0.28	266.00
Curyom 55 EC	Litro	360.00	0.25	90.00
Nomolt SC	Litro	625.00	0.10	62.50
Prowl 45 CS	Litro	155.00	1.70	263.50
Gesaprin 90 WG	0.8 kg	35.00	3.40	297.50
Combey SC	100 ml	420.00	100.00	420.00
TS 34	Litro	188.00	0.42	78.96
TOTAL				1,478.46

Anexo 9. Costos variables de fertilizantes (Q).

Producto	Unidad de medida	Precio (Q)	Cantidad	Total (Q)
Fertilizante 20-20-00	Quintal	255	4.27	1,088.85
Fertilizante (46-00-00)	Quintal	245	3	1,046.15
Fertilizante foliar maíz A&G	0.8 kg	60.00	2.28	171.00
TOTAL				2,306.00

Anexo 10. Costos variables de mano de obra (Q).

No.	Tratamientos	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Valor Unitario (Q)	Sub total (Q)	Total (Q)
1	MH - 9058	Manejo agronómico	Jornal	32	50.00	1,600.00	4,013.00
		Tapizca	Sacos	127	13.00	1,651.00	
		Desgrane	Sacos	127	6.00	762.00	
2	P 4063 W	Manejo agronómico	Jornal	32	50.00	1,600.00	3,880.00
		Tapizca	Sacos	120	13.00	1560.00	
		Desgrane	Sacos	120	6.00	720.00	
3	SYN - 79	Manejo agronómico	Jornal	32	50.00	1,600.00	3,823.00
		Tapizca	Sacos	117	13.00	1,521.00	
		Desgrane	Sacos	117	6.00	702.00	
4	HR - 245	Manejo agronómico	Jornal	32	50.00	1,600.00	3,728.00
		Tapizca	Sacos	112	13.00	1,456	
		Desgrane	Sacos	112	6.00	672.00	
5	SYN - 69	Manejo agronómico	Jornal	32	50.00	1,600.00	3,576.00
		Tapizca	Sacos	104	13.00	1,352.00	
		Desgrane	Sacos	104	6.00	624.00	
6	DK - 357	Manejo agronómico	Jornal	32	50.00	1,600.00	3,519.00
		Tapizca	Sacos	101	13.00	1,313.00	
		Desgrane	Sacos	101	6.00	606	
7	P 4082 W	Manejo agronómico	Jornal	32	50.00	1,600.00	3,462.00
		Tapizca	Sacos	98	13.00	1,274.00	
		Desgrane	Sacos	98	6.00	588.00	
8	HS - 27	Manejo agronómico	Jornal	32	50.00	1,600.00	3,424.00
		Tapizca	Sacos	96	13.00	1,248.00	
		Desgrane	Sacos	96	6.00	576.00	
9	ICTA HB - 83	Manejo agronómico	Jornal	32	50.00	1,600.00	3,272.00
		Tapizca	Sacos	88	13.00	1,144.00	
		Desgrane	Sacos	88	6.00	528.00	
10	HR - 435	Manejo agronómico	Jornal	32	50.00	1,600.00	3,234.00
		Tapizca	Sacos	86	13.00	1,118.00	
		Desgrane	Sacos	86	6.00	516.00	
11	TROPICAL MAX	Manejo agronómico	Jornal	32	50.00	1,600.00	3,234.00
		Tapizca	Sacos	86	13.00	1,118.00	
		Desgrane	Sacos	86	6.00	516.00	

Anexo 11. Costos variables por tratamiento (Q).

No.	Tratamientos (Híbridos)	Semilla	Pesticida	Fertilizante	Mano de obra	TOTAL
1	MH – 9058	1,402.77	1,478.46	2,306.00	4,013.00	9,200.23
2	P 4063 W	1,319.43	1,478.46	2,306.00	3,880.00	8,983.89
3	SYN – 79	1,250.00	1,478.46	2,306.00	3,823.00	8,857.46
4	HR – 245	833.33	1,478.46	2,306.00	3,728.00	8,345.79
5	SYN – 69	1,250.00	1,478.46	2,306.00	3,576.00	8,610.46
6	DK – 357	1,284.71	1,478.46	2,306.00	3,519.00	8,588.17
7	P 4082 W	1,319.43	1,478.46	2,306.00	3,462.00	8,565.89
8	HS – 27	1,041.66	1,478.46	2,306.00	3,424.00	8,250.12
9	ICTA HB – 83	625.00	1,478.46	2,306.00	3,272.00	7,681.46
10	HR – 435	833.33	1,478.46	2,306.00	3,234.00	7,850.83
11	TROPICAL MAX	902.77	1,478.46	2,306.00	3,234.00	7,921.23