

SIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

The seal of the Universidad de San Carlos de Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a person on a white horse, holding a staff. Above the figure is a golden crown. The background of the seal includes a blue sky with a golden sun, a golden castle on the left, and a golden lion on the right. The entire seal is surrounded by a grey border containing the Latin text "CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER CETERA SCRIBIS CONSPICUA".

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DE CIENTO HÍBRIDOS DE MAÍZ BLANCO (*Zea mays* L.) EN LAS
LOCALIDADES, NUEVA CONCEPCIÓN, ESCUINTLA Y SANTA CATARINA MITA,
JUTIAPA, GUATEMALA, C.A.

MARÍA ANTONIETA ARGUETA CORADO

GUATEMALA, JUNIO DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

EVALUACIÓN DE CIENTOS DE HÍBRIDOS DE MAÍZ BLANCO (*Zea mays* L.) EN LAS
LOCALIDADES, NUEVA CONCEPCIÓN, ESCUINTLA Y SANTA CATARINA MITA,
JUTIAPA, GUATEMALA, C.A.

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

MARÍA ANTONIETA ARGUETA CORADO

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERA AGRONOMA

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADA

GUATEMALA, AGOSTO DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

DR. CARLOS GUILLERMO ALVARADO CEREZO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Arg. Mario Antonio Gódinez López
VOCAL PRIMERO	Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. M. A. César Linneo García Contreras
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. MSc. Erberto Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL CUARTO	P. Agr. Milton Juan José Caná Aguilar
VOCAL QUINTO	M.E.H Rut Raquel Curruchich Cúmez
SECRETARIO	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

GUATEMALA, AGOSTO DE 2016

Guatemala, 17 de agosto 2016

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de Graduación realizado en: LA EMPRESA SEMILLAS DEL TRÓPICO, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A. como requisito previo a optar al título de Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciada.

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

Atentamente.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

MARÍA ANTONIETA ARGUETA CORADO

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS:

Por la sabiduría, por preparar mí camino y poner en él, a las mejores personas y por la bendición de un logro más en mi vida.

MIS PADRES:

Por ser mi inspiración, por ser mí fuerza en los momentos difíciles y por el apoyo incondicional a lo largo de mi formación personal y profesional.

MIS HERMANOS:

Por demostrarme, en todo momento, su amor y apoyo incondicional. Por contribuir, de todas las formas posibles, para alcanzar una meta más en mi vida.

MIS AMIGOS:

Por formar parte de una de las etapas más importantes en mi vida. Por el apoyo y los buenos momentos durante mi carrera.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

Dios

Mi familia

Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala

Empresa Semillas del Trópico

AGRADECIMIENTOS

A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala, y cuerpo de profesores de la Facultad de Agronomía, por ser parte de mi formación académica.

Empresa Semillas del Trópico, por el apoyo en la realización del presente trabajo de investigación.

Mis asesores:

Dr. Marco Tulio Aceituno Juárez, Ing. Agr. Fernando Rodríguez Bracamonte, Ing. Arg. MC. José Luis Alvarado Álvarez por su asesoría técnica en la elaboración de la presente investigación.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
1. CAPÍTULO I. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA FINCA EL “CERRITO” DE LA EMPRESA SEMILLAS DEL TRÓPICO, NUEVA CONCEPCIÓN, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.	
1.1 INTRODUCCIÓN.....	2
1.2 MARCO REFERENCIAL	3
1.2.1 Ubicación y localización.....	3
1.2.2 Microregionalización	3
1.2.3 Colindancias del municipio Nueva Concepción, Escuintla.....	4
1.2.4 Servicios	5
1.2.5 Uso actual de la finca “El Cerrito”	5
1.2.6 Condiciones climáticas	5
1.3 OBJETIVOS	6
1.3.1 Objetivo General.....	6
1.3.2 Objetivos Específicos	7
1.4 METODOLOGÍA.....	7
1.4.1 Recopilación de información primaria.....	7
1.4.2 Recopilación de información secundaria	8
1.5 RESULTADOS	8
1.5.1 Aspectos administrativos	8
1.5.2 Funciones de los puestos de trabajo	8
1.5.3 Infraestructura, maquinaria y equipo	10
1.5.4 Riego	12
1.5.5 Los cultivos	12
1.5.6 Actividades culturales que se realizan durante el ciclo del cultivo	14
1.5.7 Análisis FODA de la finca El Cerrito	20
1.5.8 Matriz de la problemática y sus posibles soluciones.	21
1.6 CONCLUSIONES.....	22
1.7 RECOMENDACIONES.....	22
1.8 BIBLIOGRAFÍA.....	23
2 CAPÍTULO II. EVALUACIÓN DE CIEN HÍBRIDOS DE MAÍZ BLANCO (<i>Zea mays</i>) EN LAS LOCALIDADES, NUEVA CONCEPCIÓN, ESCUINTLA Y SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA, GUATEMALA, C.A.	
2.1 INTRODUCCIÓN.....	26
2.2 MARCO TEÓRICO	27
2.2.1 MARCO CONCEPTUAL	27
2.2.2 MARCO REFERENCIAL	57
2.3 OBJETIVOS	62
2.3.1 Objetivo General.....	62
2.3.2 Objetivos Específicos	62
2.4 HIPÓTESIS DEL ESTUDIO.....	63
2.5 METODOLOGÍA.....	63
2.5.1 Material experimental	63

CONTEDIDO	PÁGINA
2.5.2 Diseño experimental.....	66
2.5.3 Modelo estadístico	66
2.5.4 Distribución aleatoria en campo	67
2.5.5 Manejo del experimento	73
2.5.6 Metodología para cumplir los objetivos	77
2.5.7 Análisis de la información.....	82
2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	82
2.6.1 Rendimiento	82
2.6.2 Características agronómicas.....	94
2.7 CONCLUSIONES.....	103
2.8 RECOMENDACIONES	104
2.9 BIBLIOGRAFIA	105
3 CAPÍTULO III. PROYECTOS PROFESIONALES REALIZADOS EN LA FINCA EL CERRITO, DE LA EMPRESA SEMILLAS DEL TRÓPICO, EN EL MUNICIPIO DE NUEVA CONCEPCIÓN, ESCUINTLA	
3.1 INTRODUCCIÓN	110
3.2 IMPLEMENTACIÓN DEL USO Y MANEJO RESPONSABLE DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS EN LA FINCA “EL CERRITO”.....	111
3.2.1 Objetivos	111
3.2.7 Evaluación.....	120
3.3 INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN CULTIVO DE MAÍZ EN LA FINCA “EL CERRITO”, NUEVA CONCEPCIÓN, ESCUINTLA.	121
3.3.1 Objetivo	121
3.3.2 Metodología.....	121
3.3.3 Resultados	123
3.3.4 Evaluación.....	131
3.4 ESTABLECIMIENTO DE PARCELAS DEMOSTRATIVAS DE HÍBRIDOS DE MAÍZ BLANCO EN TRES DIFERENTES LOCALIDADES.....	132
3.4.1 INTRODUCCIÓN	132
3.4.2 MARCO CONCEPTUAL.....	132
A. Nueva Concepción, Escuintla	149
B. Santa Catarina Mita, Jutiapa.....	151
C. Comayagua, Comayagua, Honduras.....	155
3.4.3 Objetivos	157
3.4.4 Hipótesis.....	157
3.4.5 Metodología.....	158
3.4.6 Resultados y discusión.....	163
3.4.7 Conclusiones.....	171
3.4.8 Recomendaciones.....	171
3.4.9 Bibliografía	172
3.5 ANEXOS	174

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1. Mapa de ubicación del Municipio de Nueva Concepción, Escuintla.....	3
Figura 2. Mapa satelital del municipio de Nueva Concepción, Escuintla.....	4
Figura 3. Climadiagrama del municipio de Nueva Concepción.	6
Figura 4. Bodegas de la finca El Cerrito.	11
Figura 5. Aplicación de insecticida en sorgo..	13
Figura 6. Sistema de riego por aspersión utilizado para el riego del cultivo de maíz..	13
Figura 7. Paso de rastra para la preparación de tierra antes de la siembra.....	14
Figura 8. Siembra mecanizada de semilla de maíz	14
Figura 9. Aplicación de fertilizante al cultivo de maíz.	16
Figura 10. Tipos de riego utilizados en la finca El Cerrito.....	16
Figura 11. Secado de mazorcas al sol utilizando nylon.....	18
Figura 12. Selección de semilla.....	18
Figura 13. Desgrane de maíz blanco para semilla.	19
Figura 14. Mapa de ubicación geográfica del municipio de Nueva Concepción.....	57
Figura 15. Ubicación geográfica del municipio de Santa Catarina Mita, Jutiapa.....	60
Figura 16. Unidad experimental	73
Figura 17. Escala diagramática para la medición de daño de <i>Puccinia sorghi</i>	81
Figura 18. Escala diagramática para daños causados por <i>Helminthosporium turcicum</i>	81
Figura 19. Escala diagramática para medir los daños causados por Tizón foliar.....	81
Figura 20. Gráfico de comparación de los valores medios (materiales del 1001 a 1020). .	86
Figura 21. Gráfico de comparación de los valores medios (materiales del 1021 a 1040). .	87
Figura 22. Gráfico de comparación de los valores medios (materiales del 1041 a 1060). .	88
Figura 23. Gráfico de comparación de los valores medios (materiales del 1061 a 1080). .	89
Figura 24. Gráfico de comparación de los valores medios (materiales del 1081 a 1100). .	90
Figura 25. Capacitación sobre el uso responsable de productos fitosanitarios.....	113
Figura 26. Función de cada una de las partes del equipo de protección.	113
Figura 27. Explicación por parte del Ingeniero capacitador.....	114
Figura 28. Personal de la finca El Cerrito capacitado sobre	114
Figura 29. Equipo de protección para la aplicación de productos fitosanitarios.	116
Figura 30. Cama biológica.....	119
Figura 31. Depósito utilizado para el almacenamiento de envases vacíos	120
Figura 32. Plano general de la parcela donde se instalará el sistema de riego.....	124
Figura 33. Promedios de evapotranspiración y precipitación diaria.	125
Figura 34. Curva de Kc para el cultivo de maíz	126
Figura 35. Sistema de bombeo y descarga para la conducción de agua.	129
Figura 36. Instalación de tubería principal y válvulas para los dos sectores de riego.	129
Figura 37. Instalación de tubería secundaria para el sistema de riego	130

FIGURA	PÁGINA
Figura 38. Instalación de mangueras de riego en la parcela de maíz.....	130
Figura 39. Funcionamiento del sistema de riego por goteo en el cultivo de maíz.....	131
Figura 40. Mapa de ubicación del municipio de Nueva Concepción, Escuintla.	150
Figura 41. Ubicación del municipio de Santa Catarina Mita, Jutiapa, Guatemala.....	152
Figura 42. Mapa de ubicación geográfica del municipio de Comayagua, Honduras.....	155
Figura 43. Unidad experimental.	162
Figura 44. Cosecha del ensayo en la localidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa.....	169
Figura 45. Exhibición de los híbridos, al momento de la cosecha.....	169
Figura 46. Peso de campo de los híbridos cosechados.....	170
Figura 47A. Análisis de suelo con fines de fertilidad, para Nueva Concepción.....	175
Figura 48A. Análisis de suelo con fines de fertilidad, para Santa Catarina Mita.	179
Figura 49A. Resultados del análisis de suelo, realizado en la finca El Cerrito.....	201

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 1. Análisis FODA de la finca El Cerrito	20
Cuadro 2. Problemática actual de la finca El Cerrito y las posibles soluciones.....	21
Cuadro 3. Clasificación taxonómica del maíz.....	30
Cuadro 4. Macronutrientes y micronutrientes necesarios para el cultivo de maíz.....	37
Cuadro 5. Principales plagas de importancia económica en maíz.	38
Cuadro 6. Principales plagas registradas en los departamentos de Escuintla y Jutiapa....	47
Cuadro 7. Producción nacional de maíz en Guatemala	53
Cuadro 8. Producción de maíz blanco (toneladas), en cada departamento	54
Cuadro 9. Importaciones de maíz blanco (toneladas métricas).....	55
Cuadro 10. Exportaciones de maíz blanco (toneladas métricas)	56
Cuadro 11. Híbridos triples de maíz blanco evaluados en dos localidades.....	64
Cuadro 12. Cuadro base para la aleatorización en campo.....	67
Cuadro 13. Aleatorización de subbloques, para la repetición 1.....	68
Cuadro 14. Aleatorización de tratamientos dentro de los sub-bloques repetición 1.....	68
Cuadro 15. Cuadro base de subbloques y tratamientos, para la aleatorización.....	69
Cuadro 16. Aleatorización de subbloques para la repetición 2.....	70
Cuadro 17. Aleatorización de tratamientos entre los subbloques en Y repetición 2.....	71
Cuadro 18. Análisis de varianza, para la variable rendimiento (t/ha) localidad 1	83
Cuadro 19. Análisis de varianza, para la variable rendimiento (t/ha), localidad 2.	84
Cuadro 20. Híbridos con los rendimientos medios más altos para las dos localidades.	93
CUADRO	PÁGINA
Cuadro 21. Los 20 materiales que presentaron los mejores rendimientos localidad 1.....	95
Cuadro 22. Los 20 materiales que presentaron los mejores rendimientos localidad 2.....	100
Cuadro 23. Promedio de las variables climáticas, estación Tuiquisate.	124
Cuadro 24. Propiedades físicas de los suelos.....	127
Cuadro 25. Características agronómicas del sistema de riego por goteo.	127
Cuadro 26. Características de la tubería	128
Cuadro 27. Clasificación taxonómica del maíz.....	134
Cuadro 28. Macronutrientes y micronutrientes necesarios para el cultivo de maíz.....	137
Cuadro 29. Principales plagas del suelo en el cultivo maíz.....	140
Cuadro 30. Principales plagas del follaje en el cultivo maíz.	141
Cuadro 31. Híbridos de maíz blanco evaluados en las tres localidades.....	158
Cuadro 32. Análisis de varianza, para la variable rendimiento (kg/ha).....	163
Cuadro 33. Prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento (kg/ha).	164
Cuadro 34. Prueba de Tukey al 5 % para la variable rendimiento (kg/ha)	165
Cuadro 35. Análisis de varianza para la variable acame de raíz en porcentaje.	166

Cuadro 36. Análisis de varianza para la variable porcentaje de acame de tallo.	167
Cuadro 37. Clasificación de medias de tukey al 5% de significancia, acame de tallo.....	168
Cuadro 38A. Datos de suelo y cultivo para elaborar el plan de fertilización.....	174
Cuadro 39A. Datos de suelo y cultivo para elaborar el plan de fertilización.....	178
Cuadro 40A.Prueba de medias de Duncan, al 5 %. Para la variable rendimiento	184
Cuadro 41A.Prueba de medias de Duncan, al 5 %. Para la variable rendimiento.	187
Cuadro 42A. Valores de las características agronómicas de los 100 híbridos.....	190
Cuadro 43A.Valores medios de las características agronómicas de los 100 híbridos.	194

RESUMEN GENERAL

El presente documento es el resultado de las actividades realizadas durante el Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía (EPSA), en el período de febrero a noviembre del año 2015; el cual se llevó a cabo en la Empresa Semillas del Trópico, dedicada a la producción de semilla mejorada de granos básicos, ubicada en el municipio de Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala.

Inicialmente se elaboró un diagnóstico, para obtener información y conocer la situación actual de la empresa; luego se llevó a cabo una investigación, con el fin de generar información y desarrollo en el ámbito agrícola y finalmente se realizaron tres servicios, para contribuir al mejoramiento de las condiciones de la finca.

El diagnóstico se llevó a cabo en la finca “El Cerrito”, el cual permitió identificar, y priorizar la problemática, analizar sus fortalezas y debilidades en lo interno y las oportunidades y amenazas a lo externo de la empresa. La información obtenida en este estudio, se utilizó para identificar la investigación de campo y los servicios que se realizaron en la finca.

En la priorización de problemas, se identificó la necesidad de la empresa de evaluar nuevos híbridos de maíz (*Zea mays*), bajo diferentes condiciones ambientales y con esto poder ofrecer mejores alternativas de semillas mejoradas a los agricultores, con las cuales obtengan altos rendimientos y mejores características agronómicas.

Por lo tanto, la investigación consistió en la evaluación de 99 híbridos de maíz blanco, frente al testigo comercial DK-390, en las localidades de Nueva Concepción, Escuintla y Santa Catarina Mita, Jutiapa. Los híbridos 1053 y 1043 presentaron el rendimiento más alto con 4.9 y 4.7 t/ha, respectivamente, en Nueva Concepción y en Santa Catarina Mita los híbridos 1054 y 1053 con 3.9 t/ha, cada uno.

Los tres servicios realizados en la finca “El Cerrito”, consistieron en:

1. El establecimiento de métodos y técnicas para el uso y manejo responsable de productos fitosanitarios, con los empleados de la finca; para lo cual se realizó una capacitación por parte de AGREQUIMICA, al personal encargado de las aplicaciones fitosanitarias. Se tuvo a disposición de los trabajadores los trajes de protección adecuado para la manipulación y aplicación de productos químicos. Se implementó una cama biológica para la preparación de mezclas de productos fitosanitarios y para la reducción de riesgos de intoxicación y contaminación se adecuó un sitio para el depósito de envases vacíos de agroquímicos.
2. La instalación de un sistema de riego por goteo en el cultivo de maíz, en un área de 3,835 metros cuadrados, con el cual se logró suministrar agua al cultivo, de una manera más eficiente y así evitar déficit de riego, en las etapas más importantes del cultivo.
3. El establecimiento de parcelas demostrativas de híbridos de maíz blanco, adaptables a los sistemas productivos de los agricultores en tres diferentes localidades, Nueva Concepción, Escuintla, Santa Catarina Mita, Jutiapa y Comayagua, Comayagua, Honduras; con el fin de lograr la transferencia de información y tecnología agrícola a pequeños agricultores. Esta investigación permitió generar información importante para la Empresa Semillas del Trópico y los agricultores, sobre el potencial de producción, las principales características agronómicas de los híbridos y el comportamiento bajo diferentes ambientes.

CAPÍTULO I

**DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA FINCA “EL CERRITO” DE LA
EMPRESA SEMILLAS DEL TRÓPICO, NUEVA CONCEPCIÓN, ESCUINTLA,
GUATEMALA, C.A.**

1.1 INTRODUCCIÓN

El Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía –EPSA- es una actividad con una duración de diez meses tiempo en el cual el estudiante realiza una serie de actividades, entre estas, un diagnóstico del lugar de trabajo, servicios y una investigación con el fin de aplicar los conocimientos adquiridos, contribuir en la generación de investigaciones para el desarrollo de la agricultura nacional y adquirir una experiencia profesional.

Semillas del Trópico es una empresa guatemalteca fundada en el año 1994; dedicada a la producción de semilla mejorada de granos básicos, con el objetivo de ofrecer un producto de alto potencial genético, con altos estándares de calidad, productividad y rentabilidad (Semillas del Trópico, 2010).

La empresa cuenta con una finca de operaciones localizada en el caserío Centro América, Nueva Concepción, Escuintla. Esta zona ofrece buenas condiciones climáticas, agua y fertilidad para obtener una semilla con altos estándares de calidad. Uno de los principales retos de la empresa es seguir generando productos para satisfacer las necesidades cambiantes de la agricultura, medio ambiente, de los productores y consumidores.

Actualmente están trabajando con tres híbridos blancos de maíz propios de la empresa Trópical-103, Trópical-103++ y Trópical-MAX, con el híbrido blanco ICTA HB-83 y sorgo forrajero T-Ganadero, además con frijol y ajonjolí y en la época lluviosa arroz. Se realizan investigaciones con cruas de maíz amarillo.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 Ubicación y localización

El Municipio de Nueva Concepción está localizado en el departamento de Escuintla, el cual forma parte de la Región Centro o Región V del País. Tiene una extensión total de 554.52 km², lo que constituye el 6.27% del territorio nacional. La cabecera municipal de Nueva Concepción está ubicada en una altitud de 55,3 metros sobre el nivel del mar (figura 1) (SEGEPLAN, 2010).



Fuente: SEGEPLAN, 2010.

Figura 1. Mapa de ubicación del Municipio de Nueva Concepción, Escuintla.

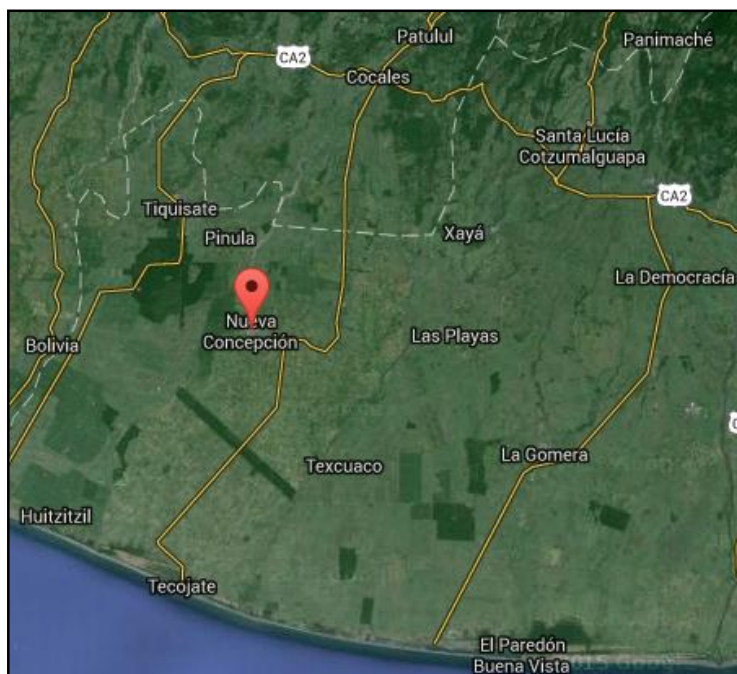
1.2.2 Microregionalización

El municipio de Nueva Concepción, se divide en cuatro microrregiones: la región I, denominada Región Central, ubicada en el eje central del municipio; la región II, denominada Región Coyolate, ubicada en la parte alta y baja del río Coyolate; región III,

denominada Región Madre Vieja, ubicada en la parte media y baja del río Madre Vieja y la región IV, denominada Región Tecojate, se localiza en la parte sur del municipio, donde se encuentra la playa de Tecojate (SEGEPLAN, 2010).

1.2.3 Colindancias del municipio Nueva Concepción, Escuintla:

- Norte: con el municipio de Patulul (Suchitepequez).
- Sur: con el Océano Pacífico
- Este: con los municipios Cotzumalguapa y la Gomera (Escuintla).
- Oeste: Tiquisate (Escuintla). Ver figura 2.



Fuente: Delgado, 2008.

Figura 2. Mapa satelital de las colindancias del municipio de Nueva Concepción, Escuintla.

Este municipio forma parte de la denominada Franja de Litoral del Pacífico, que es visualizado como una región para el desarrollo socio productivo y socio ambiental.

La finca se localiza a 6 km aproximadamente de estas entradas, la carretera que conduce a la finca es de terracería.

1.2.4 Servicios

La finca cuenta con los servicios de luz, agua y línea telefónica.

1.2.5 Uso actual de la finca “El Cerrito”

De acuerdo a la información recopilada, el actual uso de la tierra está destinada en el 90% para las actividades agrícolas y el resto 10% para actividades pecuarias y actividades varias. El modelo productivo se basa principalmente en la producción de semilla certificada de granos básicos.

1.2.6 Condiciones climáticas

Para interpretar las condiciones climáticas del lugar se elaboró un climadiagrama, en el cual se presentan los valores medios de precipitación y temperatura para cada mes; abarcando un período de 15 años, los datos fueron tomados de la estación meteorológica Tiquisate (ver figura 3).

La precipitación total anual es de 1590 mm, presentándose la precipitación máxima en el mes de junio con 325 mm y la precipitación mínima en los meses de noviembre a marzo con precipitaciones de 0.1 mm a 0 mm de lluvia. Según el total de las precipitaciones (mayor a 1000 mm), se puede señalar que estas son muy abundantes.

De acuerdo a la figura 3, atendiendo a la distribución de las precipitaciones a lo largo del año y observando que se presentan siete meses secos se indica que estas son irregulares.

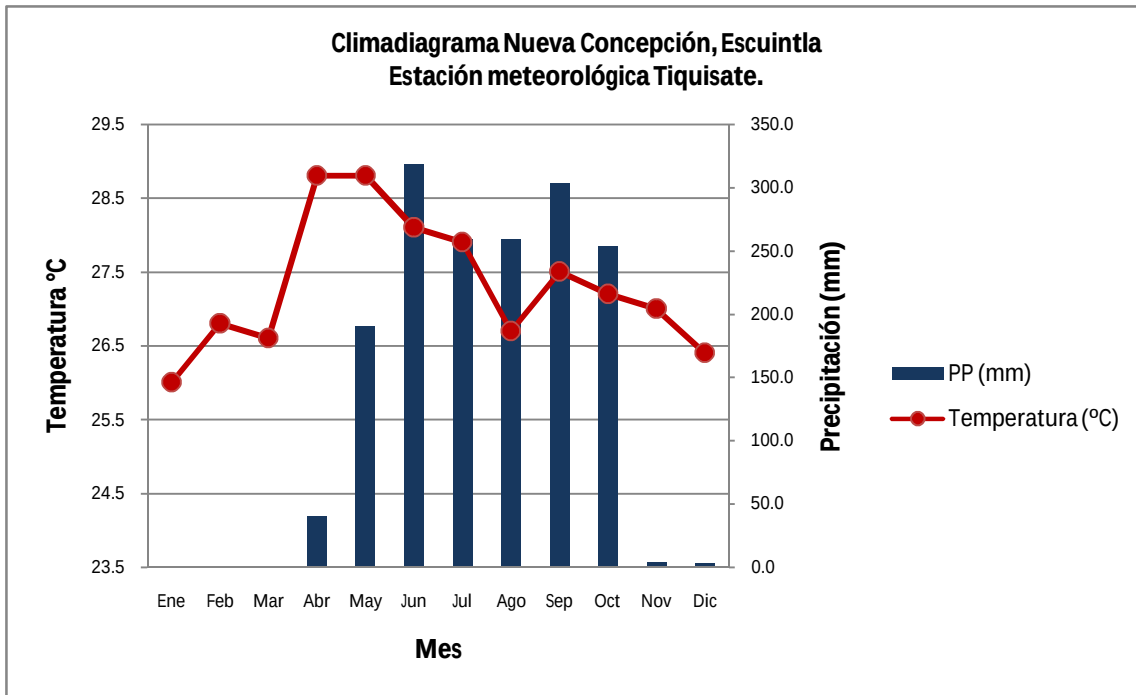


Figura 3. Climadiagrama del municipio de Nueva Concepción, Escuintla. Datos tomados del INSIVUMEH de la estación meteorológica Tiquisate.

En cuanto a la temperatura, se presenta una temperatura media máxima de 29 °C para los meses de abril y mayo y temperaturas medias mínimas entre los 26 y 26.5 °C para los meses de diciembre y enero. Se presenta una amplitud térmica muy baja (3 °C).

Como se observa en la figura 3, se presentan temperaturas medias estivales mayores a los 22 °C por lo tanto, se puede decir que el lugar presenta una época seca calurosa. Además, como la temperatura media del mes más frío es mayor a los 10 °C se puede indicar que la zona presenta una época lluviosa suave (Muñoz, 2008).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

- A. Conocer la situación actual de la Finca “El Cerrito” de la empresa Semillas del Trópico.

1.3.2 Objetivos Específicos

- A. Conocer la organización y el funcionamiento de la empresa Semillas del Trópico.
- B. Describir el área geográfica, infraestructura, maquinaria y equipo con el que cuenta la empresa.
- C. Analizar las fortalezas y debilidades de lo interno de la empresa.
- D. Analizar las oportunidades y amenazas a lo externo de la empresa.
- E. Analizar la problemática de la empresa.

1.4 METODOLOGÍA

1.4.1 Recopilación de información primaria

- 1. Se realizó una entrevista a los encargados de la finca.
- 2. Se llevaron a cabo diálogos participativos con los trabajadores de la finca sobre las diversas actividades que realizan.
- 3. Se realizó un sondeo mediante un recorrido por la finca para poder observar la infraestructura, maquinaria y área productiva y de esta manera identificar los problemas y problemática de la empresa.
- 4. Mediante diálogos con el gerente de operaciones se llevó a cabo la priorización de problemas de acuerdo a las necesidades actuales de la finca cuya solución contribuiría a lograr mejoras en los procesos productivos.

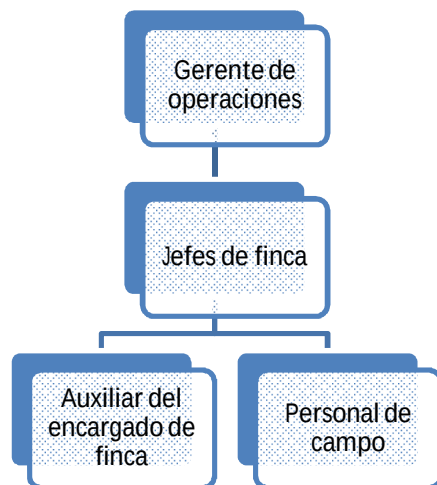
1.4.2 Recopilación de información secundaria

1. Se consultó la página web de la empresa para obtener información sobre la misión y visión de la misma.
2. Se solicitó un listado de productos agroquímicos con los que la empresa trabaja actualmente.

1.5 RESULTADOS

1.5.1 Aspectos administrativos

La finca El Cerrito sigue el siguiente orden de jerarquía:



1.5.2 Funciones de los puestos de trabajo

A. Gerente de operaciones

Es la persona encargada de velar por el mejoramiento continuo de los procesos y lograr los niveles de eficiencia productiva que permitan, entregar los productos de calidad y en

tiempo acordado con los clientes, controlando que se cumplan los ciclos tanto de sus procesos productivos como administrativos. Se encarga de coordinar las actividades de producción con los jefes de finca.

Esta bajo su responsabilidad la evaluación para la incorporación de nuevas tecnologías que faciliten las labores de producción y propicien un ambiente adecuado para la innovación y desarrollo.

B. Jefe de finca

Son las personas encargadas de coordinar y verificar la ejecución de las actividades de producción y poscosecha. Dentro de sus funciones también está el manejo de ensayos de investigación. Son los encargados de manejar el personal de campo.

Las funciones están distribuidas de la siguiente manera:

1. La persona encargada de la preparación de tierras, siembras y fertilizaciones mecanizadas y riegos.
2. La persona encargada de las actividades durante el ciclo del cultivo (fertilizaciones manuales, aplicaciones de insecticidas y herbicidas manuales y mecanizadas, desespigues, aporques, cosecha).
3. El responsable del manejo poscosecha.

C. Auxiliar de jefe de finca

Su función es coordinar a los trabajadores de campo en actividades donde no se encuentra el jefe de finca.

D. Planificación de actividades

La planificación de actividades la realiza el gerente general y los encargados de finca, regularmente se tiene una reunión semanal los días viernes para dar el informe de las actividades realizadas durante la semana y planificar las de la semana próxima.

1.5.3 Infraestructura, maquinaria y equipo

A. Bodegas

La finca cuenta con dos bodegas y un cuarto de laboratorio

- a. La bodega 1 se utiliza para almacenar productos químicos (polvo, granulado y líquido) y herramientas de trabajo.
- b. La bodega 2 almacena el equipo de aplicación, bombas de motor para riego, repuestos de la maquinaria y los sacos (ver figura 4).
- c. En el cuarto de laboratorio se encuentra el equipo para las pruebas de temperatura y humedad, las bolsas que se utilizan para realizar polinizaciones, las bolsas para las muestras de las pruebas de germinación y algunos repuestos, además, de utilizarse como bodega para almacenar semilla.
- d. Cuenta con 11 pozos de agua que emiten caudales entre los 30 y 35 galones por minuto. Estos son accionados por bombas de motor marca Honda modelo WB30XT de 5.5 caballos de fuerza.



Fuente: Fotografía del autor (2015).

Figura 4. Bodegas de la finca El Cerrito. Bodega para el almacenamiento de plaguicidas y fertilizantes (a), plaguicidas agrícolas almacenados en estantes de metal (b), bodega para almacenar equipo y herramientas (c) y equipo de aplicación, tolvas para sembradora y herramientas (d).

- e. 1 abonadora con modalidad de arrastre, con cuatro tolvas de 1 quintal de capacidad y con dosificadores de cilindro.
- f. 2 carretones de madera de 5 metros de largo y 1.5 metros de ancho, un carretón con cuatro llantas y uno con dos llantas.
- g. 1 desgranadora activada con tractor color azul, desgrana 274 quintales de maíz por hora.
- h. 1 rastra de discos, de arrastre con ruedas que sirven para el transporte y dar la profundidad de labor.
- i. 1 ventiladora eléctrica color verde, ventila 132 quintales de maíz por hora.
- j. 1 desgranadora manual color verde, desgrana 5 quintales por hora.
- k. 1 Pick-up marca ISUZU Diesel, modelo 82, color rojo.

- l. 5 motores Honda modelo WB30XT con capacidad de caudal de 7,200 litros por hora, con un diámetro de entrada y salida de 3 pulgadas y una potencia máxima de 5.5 caballos de fuerza.
- m. 6 bombas de mochila marca Jacto Pjh de 21 L de capacidad.
- n. 1 bomba de motor modelo STIHR SR 420, con 10 L de capacidad, utilizada para aplicación de insecticidas.

La finca no cuenta con un área adecuada para la preparación de mezclas de productos fitosanitarios, no cuenta el equipo de protección adecuado para la preparación y aplicación de productos a los cultivos (figura 5).

1.5.4 Riego

La finca cuenta con sistema de riego por aspersión para los cultivos de maíz, frijol y ajonjolí y por gravedad para el cultivo de sorgo cuando este ya está en floración, el agua utilizada para el riego la extraen de los pozos de la finca (9 pozos a disposición).

El mantenimiento del sistema de riego consiste únicamente en reparar llaves averiadas y pegar tubos quebrados. Durante el riego se desperdicia el agua debido al mal estado de la tubería principal por la falta de empaques, según la persona encargada del riego (figura 6).

1.5.5 Los cultivos

En la finca actualmente se están trabajando con dos híbridos de maíz blanco propios el Tropical-103 y el Tropical-Max, con un sorgo forrajero, ajonjolí y experimentos que se están realizando con maíz amarillo. También se está trabajando el híbrido blanco de maíz ICTA-HB83.



Fuente: Fotografía del autor (2015).

Figura 5. Aplicación de insecticida en sorgo. Área utilizada para la preparación de mezclas de productos fitosanitarios (a), preparación de mezclas sin ningún tipo de protección para la manipulación de los productos (b) y aplicación de productos fitosanitarios con bomba de motor sin traje de protección adecuado (c).



Fuente: Fotografía del autor (2015).

Figura 6. Sistema de riego por aspersión utilizado para el riego del cultivo de maíz. Sistema de bombeo (a), fugas en tuberías secundarias (b) y aspersores de 3 metros de altura (c).

En años anteriores en la época lluviosa se ha sembrado arroz como una rotación de cultivos. Para esto se utilizan las áreas que se inundan debido a las constantes lluvias, abarcan un área aproximada de 35 manzanas.

1.5.6 Actividades culturales que se realizan durante el ciclo del cultivo

A. Preparación del terreno: es una labor mecanizada. Primero remueven el suelo utilizando un subsolador, segundo realizan tres pasos de rastra y por ultimo preparan los surcos de 100 metros de largo y 0.75 de ancho (figura 7).



Fuente: Fotografía del autor (2015).

Figura 7. Paso de rastra para la preparación de tierra antes de la siembra de semilla de maíz.

B. Siembra: la realizan con sembradora para los lotes de producción de semilla y manual para los experimentos que se efectúan (figura 8).

C. Control de malezas: esta actividad la realizan entre los tres primeros días después de la siembra hasta los 40 días después de la siembra, para esto utilizan los productos comerciales Herbax, Harness, Basta, Paraquat y Totem, Fusilade, Basagran, Flex, Gesaprin entre otros.



Fuente: Fotografía del autor (2015).

Figura 8. Siembra mecanizada de semilla de maíz. Se utiliza una sembradora con 6 tolvas.

- D. Control de plagas:** esta actividad la realizan desde la segunda semana hasta los treinta días después de la siembra, para esto utilizan los productos comerciales: Thiodicarb, Sulfito, Metomil, Foxim, entre otros.
- E. Control de enfermedades:** para el caso del cultivo de maíz el control de enfermedades lo realizan sólo en la época lluviosa debido a que no se presentan problemas en la época seca. En el caso del sorgo es necesario realizar algunas aplicaciones durante la época seca para evitar el ataque de enfermedades. Los principales fungicidas que utilizan son: Benzimidazon, Tebuconazole, Propiconazol, Bacillus subtilis, Mancozeb y Lufenuron.
- F. Fertilización:** la fertilización la realizan dependiendo del ciclo del cultivo, en el caso del maíz se realizan cuatro fertilizaciones dos foliares las cuales aplican conjuntamente con los insecticidas y tres aplicaciones granuladas: la primera con 18-46-00 más 00-00-60 esta se lleva a cabo con una abonadora accionada con tractor antes de la siembra, aplicando 260 kilogramos por hectárea y en la segunda y tercera se aplican de 260 kilogramos por hectárea de 46-00-00, la segunda se realizada con tractor (ver figura 9) y la tercera de forma manual.
- G. Desespigue:** esta actividad la realiza en el maíz cuando inicia la floración. Se elimina la espiga de la planta hembra con el propósito de evitar la contaminación con polen proveniente de estas y así se lleve a cabo la polinización con las plantas seleccionadas para formar el híbrido.
- H. Corte del macho:** se elimina la planta macho del maíz y sorgo días después de que se haya llevado a cabo el proceso de polinización o cruces dirigidos.
- I. Descontaminación del sorgo:** en esta actividad se eliminan todas aquellas plantas que no presenten las mismas características de la población (plantas más altas de lo normal por ejemplo) y las plantas androestériles.



Fuente: Fotografía del autor (2015).

Figura 9. Aplicación de fertilizante al cultivo de maíz de 30 días, utilizando una abonadora de tres tolvas accionada por un tractor.

J. Cuidado del sorgo: esta actividad se empieza a realizar desde que empieza la formación del grano y finaliza hasta el día de la cosecha y consiste en espantar los pájaros para evitar que se coman los granos antes de ser cosechados.

K. Riego: Aplican caudales de hasta 720 galones por minuto con frecuencias de riego de 15 días durante el ciclo de cada cultivo. Utilizan riego por aspersión y riego por gravedad para el caso del sorgo cuando este ya se encuentra en floración, como se muestra en la figura 10.



Fuente: Fotografía del autor (2015).

Figura 10. Tipos de riego utilizados en la finca El Cerrito. Riego por aspersión en maíz (a) y riego por gravedad en sorgo (b).

- L. Polinización:** la polinización se realiza en las parcelas experimentales. Esta actividad inicia cuando se empieza a producir el polen y cuando inicia la floración femenina. Se cubren primero la flor femenina para evitar la llegada del polen a esta y luego se colocan bolsas en la flor masculina para la recolección del polen horas después se inicia la polinización con el polen obtenido teniendo cuidado de no contaminar con polen no deseado.
- M. Dobla de maíz:** esta actividad se realiza a los 100 días aproximadamente después de la siembra para ayudar al secado de la mazorca.
- N. Cosecha:** se realiza de 8 a 10 días después de la dobla, la mazorca no se debe dejar secar demasiado en la mata porque puede afectar la germinación de la semilla, por esta razón la dobla se realiza antes de los 120 días que es el tiempo que dura el ciclo del cultivo en el caso del maíz. La cosecha la realizan manual en el maíz, ajonjolí y para el caso del sorgo utilizan una cosechadora.
- O. Secado:** el secado de la semilla lo realizan en el patio de la finca utilizando nylon negro, es un secado al sol (ver figura 11). El tiempo de secado depende de la humedad a la que se coseche la semilla, en el caso del maíz primero realizan un secado de la mazorca y después del desgrane realizan un secado de la semilla directamente hasta llevarla a la humedad requerida para su almacenamiento que es un 12%.

El frijol lo secan en la vaina a un 11% de humedad, y en el sorgo secan la semilla después de ser cosechada hasta llevarla a un 12.5% de humedad como mínimo. Se debe de manejar con mucho cuidado el secado de la semilla por la intensidad del sol en ciertas horas del día por lo tanto deben haber personas moviendo la semilla constantemente.

El secado de las líneas lo realizan con ventiladores y en lugares con sombra para su almacenamiento se debe secar a un 10.5% de humedad.



Figura 11. Secado de mazorcas al sol utilizando nylon.

P. Selección: la selección de la semilla la realizan cuando se encuentra en mazorca para lo cual utilizan estándares ya establecidos. Otra parte de la selección la realizan utilizando zarandas especiales donde se puede seleccionar la semilla por forma y tamaño (ver figura 12).



Figura 12. Selección de semilla. A. selección de mazorcas por tipo de grano y grado de pudrición, B. selección por tamaño y forma de grano.

Q. Desgrane: en el caso del maíz para semilla lo realizan con una desgranadora activada con el tractor (figura 13), el desgrane de los experimentos lo realizan manualmente y a veces utilizan una desgranadora manual.



Figura 13. Desgrane de maíz blanco para semilla, utilizando una desgranadora impulsada por tractor.

R. Almacenaje de la semilla: la semilla la almacenan en sacos, cubierto por nylon negro sobre tarimas de madera cuidando que no ingrese agua. Antes de almacenar la semilla colocan dentro de cada saco una tableta de Quickphos para evitar y combatir plagas de *Sitophilus zeamais* en maíz y de *Acanthoscelides obtectus* en frijol. Alguna parte de la semilla es almacenada en el cuarto frío, se maneja una humedad del 10.5 a 12 % y una temperatura de 6 a 4 °C para el almacenamiento.

S. Traslado de la semilla a la planta procesadora: la semilla es trasladada en sacos debidamente identificados con el nombre del híbrido. El traslado se realiza en camión de carga.

1.5.7 Análisis FODA de la finca El Cerrito

En el cuadro 1 se analizan las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la finca El Cerrito de la empresa Semillas del Trópico.

Cuadro 1. Análisis FODA de la finca El Cerrito

	Fortalezas	Debilidades
	Productos de alto rendimiento. Investigación constante. Investigación, desarrollo y producción de nuevas semillas mejoradas. Comercialización de nuevos híbridos. Clientes en el mercado exterior. La mayor parte del área productiva pertenece a la empresa. Producción en época seca. Maquinaria para el laboreo de la tierra. Acceso a la finca. Encargados de finca con buena experiencia en la producción. Buen equipo de trabajado. Trato justo al personal de trabajo.	Muchos híbridos nuevos de la empresa no han sido evaluados. Mantenimiento anual de equipos de aplicación. No cuentan con equipos de protección para aplicación de químicos. No se realizan calibraciones periódicas del equipo de aplicación. No cuentan con camas biológicas para la preparación de mezclas de productos químicos. No cuentan con un inventario de maquinaria, equipo y herramientas. Mala utilización del recurso agua. El arrendamiento de tierras para completar la producción. La finca no cuenta con servicios sanitarios a disposición de los y las trabajadoras
Oportunidades		
Crecimiento de la demanda de semilla mejorada. Demanda en el mercado exterior. Establecimiento de alianzas para entrar a nuevos mercados. Cambio en las necesidades de los productores. Asesorías y capacitaciones a trabajadores. Mano de obra disponible.	- Evaluación de nuevos materiales en diferentes localidades para poder conocer sus características agronómicas y niveles de producción y de esta manera poder comercializar semilla de alta calidad. - Capacitar al personal nuevo de la finca. - Elaborar un inventario de maquinaria, equipo y herramientas con las que cuenta la finca. - Elaborar hojas de registro específicas para actividades agronómicas durante el ciclo del cultivo. - Talleres y capacitaciones por parte de expertos a trabajadores de la finca.	- Realizar el mantenimiento de los equipos de aplicación por lo menos cada 3 meses. - Realizar calibraciones de equipo de aplicación. - Comprar el equipo de protección adecuado para aplicaciones. - Destinar un lugar que se pueda utilizar como cama biológica (para la preparación de mezclas de químicos). - Revisar la tubería de riego para asegurar que no hayan fugas de agua.
Amenazas		
Aumento en los costos de producción. La escasez de agua en la época seca. No existen hojas de registros para diferentes actividades agrícolas en la producción. La basura regada en áreas de producción. Resistencia de plagas y patógenos a cierto productos químicos.	- Implementación de nuevos sistemas de riego. - Realizar evaluaciones periódicas sobre la frecuencia de uso de ciertos productos químicos y la resistencia que se pueda generar a estos.	- Evaluar la posibilidad de la construcción de dos sanitarios para el servicio de las y los trabajadores de la finca. - Colocación de basureros de metal en lugares específicos dentro de la finca. - Colocación de recipientes adecuados para el almacenamiento de envases de productos químicos.

1.5.8 Matriz de la problemática y sus posibles soluciones.

En el cuadro 2, se analiza y prioriza la problemática actual de la finca El Cerrito.

Cuadro 2. Problemática actual de la finca El Cerrito y las posibles soluciones.

Problemática	Solución
1. Manejo inadecuado de productos agroquímicos.	- Capacitación en “El uso responsable de productos fitosanitarios”, para los trabajadores sobre el uso y manejo adecuado de agroquímicos impartido por una persona certificada de Agrequisa.
2. No utilizan un equipo de protección adecuado para la aplicación de agroquímicos.	- Compra de equipo de protección para aplicaciones (mascarillas, guantes, overoles y botas).
	- Utilizar un aplicador de pastillas para el almacenamiento de la semilla y el uso de guantes de látex.
	- Armar un kit para bombas de fumigación.
3. Uso inadecuado del agua para riego.	- Revisión de la tubería principal y empaques.
	- Implementación de un sistema de riego por goteo.
4. No se cuenta con áreas establecidas para el depósito de envases de pesticidas.	- Ubicar un sitio alejado del área de las viviendas para depositar los envases de pesticidas. Colocación de sacos azúcareros.
5. No se cuenta con un inventario de maquinaria y herramientas.	- Realizar un inventario para llevar el control de las herramientas que se encuentran en las bodegas y la maquinaria (implementos para prácticas agrícolas).
6. No se han realizado calibraciones a los equipos de aplicación.	- Realizar calibraciones de bombas para las aplicaciones de productos químicos.
7. No se han realizado análisis de suelos antes de la siembra.	- Realizar análisis químicos y físicos de suelos un mes antes de las siembras.
	- Realizar análisis foliares.
8. No existen tiempos establecidos de las diferentes actividades agronómicas durante el ciclo del cultivo.	- Establecer tiempos promedios para las diferentes actividades. Tomar los tiempos en dos momentos del día.
9. No hay un área adecuada para realizar las pruebas de germinación.	- Construcción de mesas bajo techo para la colocación de las cajas de pruebas.
10. No hay basureros dentro de las parcelas, esto provoca que se deje la basura tirada.	- Colocación de botes de basura en puntos específicos dentro de las parcelas.
11. Descontrol de las herramientas y maquinaria dentro de la bodega.	- Ordenar las dos bodegas.
	- Establecer un calendario para realizar actividades de orden y limpieza de las bodegas con una persona responsable.

1.6 CONCLUSIONES

1. La finca El Cerrito está coordinada por un Ingeniero Agrónomo quien ocupa el cargo de gerente de operaciones, tres jefes de finca dos auxiliares de jefe de finca y 27 trabajadores de campo.
2. La finca cuenta con la infraestructura y maquinaria adecuada para la producción de semilla, no cuenta con equipo completo ni en buenas condiciones para la aplicación de productos fitosanitarios.
3. La mayor fortaleza de la empresa es la producción de semilla de alto rendimiento con excelentes características agronómicas y la investigación constante para la obtención de nuevos y mejores materiales. Una de las principales debilidades de la empresa es que nuevos híbridos de maíz propios aún no han sido evaluados en campo lo que provoca una disminución de la oferta por parte de la empresa para el mercado de semillas mejoradas.
4. Una de las principales oportunidades que tiene la empresa es el crecimiento de la demanda en el mercado nacional e internacional de semilla mejorada. Además, la finca se encuentra ubicada bajo las condiciones climáticas propicias para la producción lo que contribuye a la obtención de semilla de alta calidad.
5. La problemática de la empresa se enfoca en el mal manejo de productos fitosanitarios y el uso inadecuado del agua de riego.

1.7 RECOMENDACIONES

1. Realizar el mantenimiento de los equipos de aplicación por lo menos cada tres meses, completar el equipo de aplicación, comprar el equipo de protección adecuado para la aplicación de productos fitosanitarios.

2. Llevar a cabo las evaluaciones de los nuevos híbridos de maíz de la empresa.
3. Realizar talleres participativos para los trabajadores de la finca sobre el manejo adecuado de los productos fitosanitarios.
4. Instalar sistemas de riego que ayuden a optimizar el uso del agua.

1.8 BIBLIOGRAFÍA

1. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2009. Estación meteorológica Tiquisate (en línea). Guatemala. Consultado 14 mar 2015. Disponible en <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTACIONES/ESCUINTLA/TIQUISATE%20PARAMETROS.htm>
2. Muñoz Delgado, MC. 2008. Interpretación de un climograma (en línea). Chile. Consultado 8 dic 2015. Disponible en: <https://dondeycuando.wikispaces.com/file/view/Interpretaci%C3%B3n+de+un+climograma.pdf>
3. Semillas del Trópico, GT. 2010. Información general (en línea). Guatemala. Consultado el 14 mar 2015. Disponible en <http://www.semillasdeltropico.net/home.html>
4. SEGEPLAN (Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia, GT). 2010. Plan de recuperación y reconstrucción con transformación (en línea). Consultado 08 dic 2015. Disponible en [file:///C:/Users/hp/Downloads/PDM_513%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/hp/Downloads/PDM_513%20(3).pdf)

CAPÍTULO II

EVALUACIÓN DE CIENTO CINCO HÍBRIDOS DE MAÍZ BLANCO (*Zea mays* L.) EN LAS LOCALIDADES, NUEVA CONCEPCIÓN, ESCUINTLA Y SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA, GUATEMALA, C.A.

2.1 INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays*) 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). Actualmente se cultivan 863 mil hectáreas a nivel nacional y se tiene una producción de 1.8 millones de toneladas (MAGA, 2014), lo que da un promedio de 2.08 t/ha.

Guatemala tiene un alto potencial de crecimiento en la utilización de áreas con semilla mejorada, este representa un 30% del total de siembras de maíz en el territorio nacional (Cifuentes, 2014).

Con la utilización de híbridos y variedades mejoradas de maíz se puede obtener un incremento en el rendimiento, el cual puede llegar hasta 5.18 t/ha (Charuc, 2012). Por lo tanto, la utilización de materiales mejorados se constituye en una buena alternativa para los agricultores.

Uno de los principales problemas del agricultor es no saber seleccionar la semilla que va a sembrar, lo que ocasiona que se obtengan bajos rendimientos en la cosecha y granos de mala calidad. Si el agricultor quiere obtener altos rendimientos debe iniciar por utilizar la mejor semilla posible.

Por tal razón, constantemente los fitogenetistas generan semillas mejoradas para que el agricultor trabaje materiales con mejores características agronómicas y de alto rendimiento. Sin embargo, para que estos puedan ser recomendados es necesario que sean evaluados en diferentes localidades y con esto poder determinar el comportamiento de los híbridos en diferentes ambientes.

Es por eso que a través de la empresa Semillas del Trópico y la Facultad de Agronomía de la universidad de San Carlos de Guatemala, se llevó a cabo una investigación con el fin de identificar nuevas semillas híbridas de maíz blanco que presenten un alto rendimiento y un buen comportamiento agronómico para los productores de la costa Sur y el Oriente del país.

En el presente trabajo se realizó la evaluación de 99 híbridos experimentales frente a un híbrido comercial, en las localidades de Nueva Concepción, Escuintla y Santa Catarina Mita, Jutiapa. Los híbridos 1053 y 1043 presentaron el rendimiento más alto con 4.9 4.7 t/ha, respectivamente, en Nueva Concepción y en Santa Catarina Mita los híbridos 1054 y 1053 con 3.9 t/ha, cada uno. Los resultados y análisis constan en el presente documento.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 MARCO CONCEPTUAL

A Continuación se describen los conceptos que se consideran importantes y necesarios para llevar a cabo la presente investigación.

A. Historia y centro de origen del maíz

El maíz es el cereal de los pueblos y culturas del continente americano. Las más antiguas civilizaciones de América; desde los olmecas y teotihuacanos en Mesoamérica, hasta los incas y quechuas en la región andina de Sudamérica, estuvieron acompañadas en su desarrollo por esta planta (Serrato, 2009).

Aunque no se han resuelto por completo todos los detalles que permitan explicar su origen y domesticación, los científicos tienen un consenso: el ancestro directo del maíz es el teocintle. Sin embargo, durante más de 70 años, antes de llegar a esa conclusión se generó un riquísimo debate que contribuyó al avance del conocimiento en muchas áreas del quehacer científico (Serrato, 2009).

La mejor estimación es que el maíz fue domesticado entre 6.000 y 10.000 años atrás, datos moleculares aportados por Matsuoka et al (2002), sugieren que el maíz fue domesticado hace unos 9.000 años, datos consistentes con la evidencia arqueológica (Bedoya, 2010).

El maíz es el cereal que más importancia ha tenido en varios sectores de la economía a escala mundial durante el siglo XX y en los inicios del XXI. En los países industrializados, el maíz se utiliza principalmente como forraje, materia prima para la producción de alimentos procesados y, recientemente, para la producción de etanol.

Por el contrario, en algunos países de América Latina y, cada vez más en países africanos, un gran porcentaje del maíz que se produce o importa se destina al consumo humano. En este sentido, el maíz ha sido y sigue siendo un factor de sobrevivencia para los campesinos e indígenas que habitan en la mayoría de los países del continente americano.

Según las observaciones de Vavilov, el origen del maíz junto con aproximadamente 49 especies más, está desde el centro sur de México, hasta la mitad del territorio de Centroamérica. Desde sus primeras exploraciones en México, para Vavilov fue evidente que *Euchlaena*, género en el que antiguamente se clasificó al teocintle, era el pariente silvestre más cercano del maíz (Serrato, 2009).

B. Teocintle: el antepasado silvestre del maíz

Dos importantes descubrimientos han ayudado a reformular el entendimiento de la domesticación y la dispersión temprana del maíz. El primero es la acumulación de evidencia genética que el maíz ha surgido de un teocinte anual (*Zea mays ssp. parviglumis*), que se encuentra actualmente en la región del Río Balsas al oeste de México (Matsuoka, et al., 2002).

El segundo, los resultados que se han generado por espectrometría de masas por acelerador (AMS por sus siglas en inglés), en la datación de Carbono-14 de muy pequeños fragmentos de maíz, determinando una confiable cronología para la comparecencia inicial y eventual de la dispersión del maíz (Staller, *et al*, 2006).

Después de varias décadas de estudios, la hipótesis del teocintle como el antepasado silvestre del maíz ha sido ampliamente aceptada. Algunas especies de teocintle son distintas genética y taxonómicamente a las del maíz, y no parecen haber desempeñado ningún papel en el origen del mismo. Sin embargo, con la evidencia genética disponible confirma que una especie de teocintle, *Z. mays*ssp. *parviglumis*, es el antepasado directo del maíz al compartir una relación genética muy estrecha (Matsuoka; *et al*, 2002).

A pesar de las profundas diferencias en la morfología de la mazorca y de la planta, el teocintle y el maíz son muy cercanos genéticamente; ellos pueden hibridizarse y producir híbridos viables totalmente fértiles. La herencia de las características clave que distinguen al maíz del teocintle ha sido estudiada por Doebley y colaboradores durante dos décadas.

Algunas características morfológicas están bajo el control de genes múltiples y herencia cuantitativa. Se han identificado cinco regiones del genoma que tienen efectos muy fuertes sobre las diferencias observadas entre el maíz y el teocintle (Doebley, 2004).

Sin embargo, un acontecimiento clave en la domesticación de maíz, fue la liberación del grano de la cubierta protectora que lo envuelve en el teocintle y es controlado por un solo gen (Wang; *et al*, 2005).

Se considera que el teocintle tuvo gran influencia en la alta variabilidad genética y desarrollo de las principales razas de maíz en Mesoamérica, como por ejemplo las razas Reventador, Tepecintle, Comiteco y Olotillo, donde se postula que el teocintle ha sido uno de sus progenitores directos (Bedoya, 2010).

C. Taxonomía del maíz

Doebley y USDA, citado por Cifuentes (2014), determinan que la clasificación taxonómica del maíz (*Zea mays*) es como se indica en el cuadro 3.

Cuadro 3. Clasificación taxonómica del maíz.

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

Fuente: Doebley y USDA, citado por Cifuentes, 2014.

D. Descripción botánica del maíz

a. La raíz

Las raíces son fasciculadas y robustas y su misión es, además de aportar alimento a la planta, ser un perfecto anclaje de la planta que se refuerza con la presencia de raíces adventicias (Ortas, 2008).

b. El tallo

Los tallos son ligeramente comprimidos, gruesos, verde. Tiene aspecto de caña, con los entrenudos rellenos de una médula esponjosa, erecto, sin ramificaciones y de elevada longitud pudiendo alcanzar los 4 metros de altura. El maíz tiene escasa capacidad de

ahijamiento, de hecho la aparición de algún hijo es un efecto no deseado que perjudica la capacidad productiva (Ortas, 2008).

c. Las hojas

Estas son alternas, paralelinervias y provistas de vaina que nace de cada nudo (gramínea). El número de hojas depende de la variedad y del ciclo, de la época de siembra, etc. Son de 30 a 100 cm de largo y de 3 a 12 cm de ancho, la base es redondeada, el ápice más angosto y agudo y los márgenes frecuentemente ásperos o irregulares. Son de color verde en la parte superior, finamente pilosos o glabros en ambas superficies (Ortas, 2008).

d. La flor

El maíz es una planta monoica, tiene flores masculinas y flores femeninas separadas pero en la misma planta. La flor masculina tiene forma de panícula y está situada en la parte superior de la planta. La flor femenina, la futura mazorca, se sitúa a media altura de la planta. La flor está compuesta en realidad por numerosas flores dispuestas en una ramificación lateral, cilíndrica y envuelta por falsas hojas, brácteas o espatas (Ortas, 2008).

Los estilos de cada flor sobresalen de las brácteas formando las sedas. Cada flor fecundada formará un grano que estará agrupado en torno a un eje grueso (Ortas, 2008).

e. Las semillas o frutos

Estos son ovoides con un ápice agudo obtuso redondeado y comprimido. Dependiendo del tipo pueden ser blancos, amarillo o negro. El número de granos y de filas de la mazorca dependerá de la variedad y del vigor del maíz (Ortas, 2008).

E. Etapas vegetativas del maíz

El crecimiento y desarrollo que presenta el cultivo de maíz (*Zea mays*) se divide en tres fases, la duración de cada una de estas fases va a depender del genotipo, fotoperiodo y de la temperatura (Cifuentes, 2014).

a. Fase Vegetativa

Esta fase se inicia desde el momento de la germinación de la semilla y se establecen las plántulas; se expande el follaje y se forma la capacidad fotosintética del cultivo, la cual controla la producción de biomasa. La biomasa total producida por el cultivo está altamente correlacionada con el tamaño final de la mazorca (Cifuentes, 2014).

b. Fase Reproductiva

En esta fase se forma la mazorca y el número de granos por mazorca. Las flores masculinas se producen en la inflorescencia terminal (espiga) y las flores femeninas en las axilas laterales (mazorcas), por lo que existe una distancia entre las dos.

En zonas con temperaturas altas existe un periodo de uno a dos días para la emisión del polen y la salida de los estigmas en la floración. Para condiciones con temperaturas bajas como el altiplano este periodo se puede alargar de 5 a 8 días (Cifuentes, 2014).

c. Fase de llenado de grano

Esta fase se inicia después de la polinización y es aquí donde se determina el peso final del grano y de la mazorca. El peso del grano está correlacionado con la duración y la cantidad de radiación interceptada durante esta fase, y es afectada por estrés hídrico y la falta de nutricionales. La madurez fisiológica se alcanza cuando el grano está cerca de los 32-35 % de humedad (Cifuentes, 2014).

F. Requerimientos para el crecimiento del cultivo de maíz

a. Influencia del fotoperiodo

El maíz (*Zea mays*) es una planta determinada cuantitativa de días cortos. Esto significa que el proceso hacia floración se retrasa progresivamente a medida que el foto período excede el valor mínimo.

En general, para la mayoría de germoplasma de maíz tropical el foto período crítico oscila entre 11 y 14 horas y en promedio 13.5 horas. La mayoría de los materiales tropicales tienen mucha sensibilidad al foto período que puede influir en el retraso en la iniciación de la espiga (Yzarra; *et al*, 2010).

Los cultivares para las zonas templadas tienden a ser más tempranos y también menos sensibles al fotoperiodo, lo cual les permite completar su ciclo en un tiempo relativamente más corto bajo las condiciones de días largos que caracterizan a los veranos de las zonas templadas (Yzarra; *et al*, 2010).

b. Influencia de la temperatura

La temperatura es el elemento primario que influye sobre el desarrollo del maíz. Los cultivares se clasifican como de madurez temprana o tardía en base a sus requerimientos térmicos para cumplir ciertas etapas del desarrollo. El tiempo térmico es una medida de la temperatura acumulada por encima de un mínimo y por debajo de un máximo adecuados para el desarrollo.

Las unidades de tiempo térmico son los grados-días. La floración es generalmente usada como el evento del desarrollo que caracteriza los cultivares como tempranos o tardíos (Yzarra; *et al*, 2010).

En Guatemala, la zona del trópico bajo presenta temperaturas promedio de 25 °C y que pueden manifestar extremos de 35 a 40 °C en ciertos períodos del año. Para las condiciones de altiplanicie, la temperatura promedio es de 18 °C y pueden presentarse temperaturas mínimas cercanas a 0°C en ciertas épocas del año (Cifuentes, 2014).

Localidades con menor temperatura posibilitan que el desarrollo vegetativo sea más largo y viceversa en condiciones de mayor temperatura.

Cuando las condiciones de temperatura es mayor al promedio (35°C) durante el desarrollo vegetativo y especialmente en la fase de reproducción, posibilita que la planta entre en un proceso de defensa debido al estrés que provoca este efecto y ocurra disminución de la tasa de fotosíntesis, posibilita la reducción del número de óvulos y viabilidad del polen, efecto negativo en la fase de llenado de grano y puede repercutir en pérdida de rendimiento (Yzarra; *et al*, 2010).

Lo contrario puede ocurrir al observarse bajas temperaturas que pueden causar daños a la parte vegetativa y reproductiva, por consiguiente también afectar el rendimiento (Yzarra; *et al*, 2010).

c. Requerimiento de agua

En general, el cultivo del maíz dispone de una fase crítica que demanda la mayor cantidad de agua. Este período ocurre durante la fase de pre y pos floración. La limitación de agua en esta fase puede afectar negativamente al rendimiento debido al estrés que provoca en la fisiología de la planta. También la falta de agua en las etapas iniciales (Yzarra; *et al*, 2010).

Posterior a la siembra puede afectar significativamente la población de plantas, lo que causa la muerte de plántulas y por consiguiente pérdida de población que se reflejará en disminución del rendimiento (Yzarra; *et al*, 2010).

El efecto particularmente de la sequía afecta la habilidad de la planta de maíz a producir grano en tres fases críticas del crecimiento vegetativo: a) al inicio del ciclo de cultivo, en estado de plántula puede matar a estas plantas y reducir la densidad de población; b) en fase de floración y c) en fase de llenado de grano (Yzarra; *et al*, 2010).

La reducción de agua en el cultivo del maíz durante el período de prefloración, floración y posfloración provoca pérdidas de 25%, 50% y 21%, respectivamente. Heisey y Edmeades (1999) informan que el momento crítico de estrés de sequía de maíz se ubica entre los 7 días previos al inicio de la floración y 15 días posterior a esta.

En esta etapa la reducción de rendimiento es mayor y puede ser 2 o 3 veces mayor que en otra fase de crecimiento. Se indica también que en esta fase el número de granos puede reducirse hasta en 45%. El umbral mínimo de precipitación desde el cual puede esperarse cosecha de granos es de 150 mm (Lafitte, 1994)

Según Lafitte (1994), el maíz necesita por lo menos 500 a 700 mm de precipitación bien distribuida durante el ciclo de cultivo. Sin embargo, aun esa cantidad de lluvia no es suficiente si la humedad no puede ser almacenada en el suelo debido a la poca profundidad de éste o del escurrimiento, o si la demanda evaporativa es muy grande por las temperaturas elevadas y la escasa humedad relativa.

d. Requerimiento de suelo

El cultivo de maíz se desarrolla bajo diferentes condiciones de suelo. La mayor dificultad de desarrollo del cultivo se encuentran en los suelos excesivamente pesados (arcillosos) y los muy sueltos (arenosos). Los primeros por su facilidad a inundarse y los segundos por la tendencia a secarse excesivamente (Yzarra; *et al*, 2010).

Sin embargo, las mejores condiciones se pueden encontrar en suelos que presenten buenas condiciones tales como textura media (francos), fértiles, bien drenados, profundos y con elevada capacidad de retención del agua (Yzarra; *et al*, 2010).

El maíz se puede cultivar con buenos resultados en suelos que presenten pH de 5.5 a 8.0, aunque el óptimo corresponde a una ligera acidez (pH entre 6 y 7). Un pH fuera de estos límites suele aumentar o disminuir la disponibilidad de ciertos elementos y se produce toxicidad o carencia. Con un pH inferior a 5.5, a menudo hay problemas de toxicidad por Aluminio y Manganeso, con carencias de Fósforo y Magnesio. Con un pH superior a 8 (o superior a 7 en suelos calcáreos), tiende a presentarse carencias de Hierro, Manganeso y Zinc (Lafitte, 1994).

El maíz es medianamente tolerante a los contenidos de sales en el suelo o en las aguas de riego. Las sales retrasan la nacencia de las semillas, sin afectar sus porcentajes de emergencia (un contenido de sales totales solubles de 0.5% en el suelo, o bien, 15.3 g/L. en la solución del suelo). Las plantas mueren cuando la concentración alcanza valores de 1.15% ó 43 g/L (Yzarra; *et al*, 2010).

e. Requerimientos nutricionales

El maíz es una planta con capacidad de crecimiento rápido y alta producción que requiere cantidades considerables de nutrimentos.

Nitrógeno

La demanda de Nitrógeno aumenta conforme la planta se desarrolla; cuando se aproxima el momento de la floración, la absorción de este elemento crece rápidamente, en tal forma que al aparecer las flores femeninas, la planta ha absorbido más de la mitad del total extraído durante todo el ciclo. Los híbridos de alto rendimiento en grano necesitan unos 30 kilogramos de Nitrógeno por cada tonelada de grano producida (Deras, 2009).

Fósforo

Aunque la cantidad de Fósforo en la planta de maíz es baja en comparación con el Nitrógeno y el Potasio, este es un elemento importante para la nutrición del maíz, y las mayores concentraciones se presentan en los tejidos jóvenes (Deras, 2009).

También este elemento es muy importante para el desarrollo radicular. La cantidad de Fósforo extraída por las plantas en condiciones normales de cultivos es aproximadamente 10 kilogramos por tonelada de grano cosechado (Deras, 2009).

Potasio

El maíz necesita grandes cantidades de Potasio y casi lo toma en los 30 primeros días de la planta (Deras, 2009).

En el cuadro 4, se presentan las necesidades de los elementos nutritivos más importantes para el maíz híbrido de alta producción.

Cuadro 4. Macronutrientes y micronutrientes necesarios y las cantidades requeridas en kilogramos/hectárea para la producción de una hectárea de maíz.

Elemento	Cantidad (kg/ha)
Nitrógeno	187
Fósforo	38
Potasio	192
Calcio	38
Magnesio	44
Azufre	22
Cobre	0.1
Zinc	0.3
Boro	0.2
Hierro	1.9
Manganeso	0.3
Molibdeno	0.01

Fuente: Deras, 2009.

G. Plagas y enfermedades

a. Principales plagas para el área de Escuintla y Jutiapa

En el cuadro 5, se presentan las principales plagas del suelo, follaje y espiga, tallo, mazorca y grano en maíz, registradas para el sur y oriente del país.

Cuadro 5. Principales plagas de importancia económica en maíz, registradas para las zonas de los departamentos de Escuintla y Jutiapa, Guatemala.

INSECTOS DEL SUELO			
Nombre común/nombre científico	Descripción	Daño	Localidad
Gusano alambre (<i>Agriote spp.</i>)	Son gusanos cilíndricos, segmentados, de color blanco y miden 10 mm de largo, al nacer; miden 40 mm de largo al estar bien desarrollados y son brillantes, lisos y flexibles de color amarillo o café. Las larvas se alimentan de semilla y raíces. Los adultos son escarabajos.	Lesionan la base de los tallos, cortan raíces y taladran las raíces de las plantas más desarrolladas. Las señales de daños provocados por estos insectos son: áreas sin plántulas, plántulas marchitas y acame de las plantas ya desarrolladas.	Escuintla Jutiapa
Larva del picudo del maíz (<i>Sitophilus zeamays</i>).	Son gusanos de aproximadamente 30 mm de largo, de color blanco, jorobado y la cabeza es de color café. La pupa es blanca y suave y el adulto es un picudo.	Las larvas se alimentan de las raíces de las plantas de maíz, como resultado estas son vulnerables al acame de raíz.	Jutiapa
Gallina ciega (<i>Phyllophaga spp.</i>)	Gusanos blancos en forma de C, miden de 2 o 3 mm hasta 3 cm de longitud. Son gruesos y semitransparentes; tienen cabeza de color café, tres pares de patas, abdomen abultado con el extremo brillante. Los adultos son escarabajos de color amarillo pálido o café oscuro.	El daño que causan se observa en las plántulas marchitas y en las zonas con baja población de plantas, en plantas inclinadas, curvas o acamadas.	Escuintla Jutiapa
Gusanos cortadores (<i>Agrotis spp.</i>)	De 4 a 5 cm de largo, de aspecto aceitoso, de color grisáceo, café o negro. Los adultos son voladores activos, miden de 2 a 3 cm y son de color café opaco.	Cortan las plántulas de maíz al nivel del suelo o poco ms abajo. Hacen pequeños agujeros en las primeras hojas. En plantas más desarrolladas, se alimentan de los tallos, justo debajo de la superficie del suelo y dejan cavidades de	Escuintla Jutiapa

		provocan la marchitez y muerte de la planta.	
INSECTOS DE HOJA Y ESIPIGA			
Chicharrita del achaparramiento (<i>Dalbulus maidis</i>).	El adulto mide 3 mm, es de color amarillo pálido e introduce sus huevecillos en la nervadura central de las hojas de las plántulas de maíz.	El daño económicamente significativo lo provocan porque son vectores del virus del achaparramiento del maíz y el virus del rayado fino del maíz. Conforme envejece la planta, las hojas antiguas se tornan morado rojizo y se manifiesta el achaparramiento.	Escuintla Jutiapa
Gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>).	Son pequeños gusanos de aproximadamente 3 cm de largo, de color verde oscuro o café grisáceo. Los adultos son palomillas de color gris oscuro que miden de 20 a 25 mm.	Causan extensos destrozos en las hojas, los cuales son evidentes cuando éstas se despliegan. Después de la eclosión comienzan a alimentarse raspando la epidermis foliar y más tarde pasan al verticilo (cogollo).	Escuintla Jutiapa
Gusano soldado (<i>Spodoptera</i> spp.).	Las larvas completamente desarrolladas miden de 4 a 5 cm de largo y son de color verde oscuro. El adulto es una palomilla color café grisáceo oscuro, con alas delanteras jaspeadas, que miden de 1.5 a 2.0 cm.	Las larvas recién nacidas, se alimentan de las hojas, raspan la superficie sin llegar a perforarla; esto produce un efecto de ventanilla. Más tarde, empiezan a alimentarse en los márgenes foliares hacia el centro y llegan a consumir hojas enteras.	Escuintla
Pulgón de la hoja del maíz (<i>Rhopalosiphum maidis</i>).	En colonias sobrepobladas se producen formas aladas que después emigran hacia otras plantas. Las mudas dan a las colonias una apariencia blancuzca.	Es el vector del virus del punteado del maíz y el virus del mosaico del enanismo del maíz. Las plantas afectadas pueden presentar manchas amarillas conspicuas y pueden achaparrarse, respectivamente. Las colonias de pulgones pueden cubrir totalmente las espigas, evitando así la liberación de polen.	Escuintla Jutiapa
INSECTOS DEL TALLO			
Barrenador del maíz (<i>Diatraea lineolata</i>).	Las larvas son de color blancuzco y cabeza negra, las larvas de verano son moteadas. Los adultos son voladores (palomillas), presentan manchas negras conspicuas en cada segmento de su cuerpo.	Hace pequeños agujeros en las hojas del verticilo. Destruyen la nervadura central de la planta, alimentándose de la sección de la hoja que envuelve el tallo. Las larvas más desarrolladas perforan el tallo. Los tallos mas infestados están llenos de túneles, se rompen con facilidad ocasionando el acame de tallo.	Escuintla
INSECTOS DE LA MAZORCA Y GRANO			
Gusano elotero (<i>Heliothis zea</i>).	Las larvas presentan una coloración variada, desde café o rojo hasta verde o una combinación de estos. Las larvas completamente desarrolladas miden de 4 a 5 cm de largo.	Se concentran en el canal de los estigmas y empiezan a alimentarse poco después de su emergencia. En ocasiones suelen alimentarse del cogollo y la espiga tierna. Además de	Escuintla Jutiapa

		dar entrada a patógenos que pudren la mazorca, como un daño secundario.	
Chinche apestosa (<i>Dichelops furcatus</i>).	Los huevecillos son de color verde claro. Las ninfas son de color café rojizo a verde, las glándulas odoríferas emiten olor desagradable. Los adultos son voladores activos de color verde o café.	El mayor daño lo producen las ninfas. El síntoma característico del daño que provoca mazorcas torcidas. Las brácteas se separan y descubren las mazorcas.	Escuintla Jutiapa

Fuente: Ortega, 2006

H. Principales enfermedades de importancia económica en maíz

A continuación se describen las principales características de las enfermedades más importantes en maíz registradas para Guatemala.

a. Enfermedades causadas por hongos

Roya común (*Puccinia sorghi*)

La roya común es causada por el hongo *Puccinia sorghi*, es más conspicua en las variedades susceptibles de maíz, en el momento de la floración masculina cuando es posible ver pequeñas pústulas pulverulentas de color marrón en ambos lados de las hojas. Las pústulas toman un color marrón oscuro a medida que la planta madura (Calderón, 2012).

Está ampliamente distribuida por todo el mundo, en climas subtropicales y templados y en tierras altas donde hay bastante humedad (cerca del 100%), estas condiciones favorecen su desarrollo y difusión.

Es un hongo heteróico, es decir que para realizar su ciclo completo necesita parasitar a un hospedante alternativo, así se cumplen dos estadios de *Puccinia sorghi* sobre maíz y tres en el hospedante alternativo, que en este caso son plantas del género (González, 2010).

Reduce los rendimientos en híbridos susceptibles y moderadamente susceptibles. La reducción de los rendimientos se produce no solo por disminución del área fotosintéticamente activa, sino por la competencia por fotoasimilados entre dos destinos constituidos por los granos en el momento de llenado y las pústulas que generan esporas (González, 2010).

Las royas del maíz tienen una mayor importancia para la producción de maíz en Guatemala según (Monterroso, 2011).

La resistencia genética constituye, entre las medidas de manejo de la roya del maíz la principal estrategia para limitar el desarrollo de la enfermedad y por consiguiente sus efectos sobre la producción (González, 2010).

Tizón foliar por *maydis* (*Bipolaris maydis*)

Es causado por el hongo *Bipolaris maydis*, este afecta al maíz, al teosinte y al sorgo. Esta registrado en zonas maiceras cálidas y húmedas y afecta los cultivos de maíz en época seca, tanto en las tierras bajas tropicales como en las tierras altas; también afecta al maíz al final de la temporada de invierno cuando la temperatura comienza a aumentar (González, 2010).

B. maydis, ataca principalmente a las hojas del maíz, en las cuales ocasiona unas manchas paralelas color castaño claro o tostado, o color "paja", de forma, por lo general, rectangular, alargada, delimitada por dos nervaduras; de una longitud de 3 hasta 25 mm (promedio 13,4) y un ancho de 1-3,5 mm. Los bordes longitudinales de la mancha son casi siempre rectos, bien definidos, a veces de color castaño-rojizo, mientras que los límites transversales son, frecuentemente irregulares, no bien definidos y con un halo amarillento (Malaguti, 2008).

A veces las manchas son elípticas, ovaladas, con los o un límite longitudinal irregular, no recto; pudiéndose observar frecuentemente esta condición en la fase inicial de la mancha.

Cuando las manchas confluyen, dan lugar a amplias áreas necróticas que doblan o secan las hojas (Malaguti, 2008).

La enfermedad se encuentra principalmente en las hojas bajas e intermedias de las plantas jóvenes.

El tizón de las hojas del maíz causado por (*Helminthosporium maydis*)

Se han identificado tres razas: la raza “O”, que presenta los síntomas anteriormente descritos y se encuentra solo en las hojas, la raza “T” está asociado con el citoplasma T, está a la vez involucrado con las líneas masculinas estériles y la raza “C”, fue identificada en 1987 en china y está estrechamente relacionada con la raza “T” (CIMMYT, 2006).

Tizón foliar por *turcicum* (*Helminthosporium turcicum*)

El tizón por *turcicum* (o tizón norteño de la hoja) se encuentra distribuido por todo el mundo y ocurre particularmente en zonas donde hay mucha humedad y temperaturas moderadas durante el periodo de crecimiento. Cuando la infección se produce antes o durante la aparición de los estigmas, y si las condiciones son óptimas, ésta puede ocasionar daños económicos considerables (CIMMYT, 2006).

Las lesiones causadas en las hojas de maíz por *H. turcicum* son comparadas con las descritas para *H. maydis* elípticas, ovaladas, puntiagudas, de un color castaño gris-ceniza, con bordes definidos; son muy alargadas, llegando a medir hasta 350 mm de longitud y unos 10 a 35 mm de ancho. A veces bastan unas pocas manchas para cubrir toda la lámina foliar, secándola (Malaguti, 2008).

Frecuentemente el tejido adentro de la mancha, se raja longitudinalmente y se quiebra. Comúnmente, en la parte inferior de las manchas, es visible a simple vista, una eflorescencia, como un aterciopelado de puntitos negros que son los conidióforos y conidios del hongo, dispuestos en zonas concéntricas o en líneas paralelas (Malaguti, 2008).

Mancha de asfalto

Se considera a la mancha de asfalto como un “complejo” al involucrar tres hongos. *Phyllachora maydis* Maublanc, *Monographella maydis* Müller & Samuels y *Coniothyrium phyllachorae* Maublanc, este último se considera hiperparásito de los dos anteriores (Monterroso, 2011).

La enfermedad se origina con la penetración de *Phyllachora maydis*, produciendo una manchita negra con apariencia de asfalto, esta es seguida por la penetración del hongo *Monographella maydis*, produciendo, alrededor de la mancha de asfalto, otra de color marrón, causando lo que algunos patólogos llaman ojo de pescado (Monterroso, 2011).

Algunos materiales de maíz presentan hipersensibilidad, al manifestar una muy alta susceptibilidad mediante la oxidación brusca del tejido circundante a la lesión y que se amplía de acuerdo a la conformación de las venas de la hoja del maíz (Monterroso, 2011).

Eventualmente, la mancha de asfalto se presenta en las brácteas de la mazorca y llegar a invadir los granos provocando pudrición y germinación prematura.

Para Guatemala la pandemia de mancha de asfalto se oficializa con las muestras que llegan al Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), según registro del Laboratorio de Fitopatología. En el libro de recepción de muestras del ICTA, se encuentra como primer registro de muestras con mancha de asfalto, las ingresadas en octubre 5 de 2007, dos muestras, procedentes de Jalapa.

Esta información registrada, evidencia al complejo Mancha de asfalto afectando al maíz y expandiéndose pandémicamente a las diferentes zonas maiceras en las cuales se dan las condiciones climáticas que favorecen el desarrollo de la enfermedad, desde Jalapa hasta la Franja Transversal del Norte (Quiché, Alta Verapaz, Izabal, Petén) (Monterroso, 2011).

Antracnosis (Anamorfo: *Colletotrichum graminicola*. Teleomorfo: *Glomerella graminicola*).

La pudrición por antracnosis es una enfermedad fúngica que afecta al maíz y al sorgo. El hongo inverna en restos de hojas y tallos infectados, y produce esporas en el verano cuando las temperaturas aumentan. La producción de esporas se ve favorecida por humedades relativas altas y temperaturas que oscilan entre 21 y 27 °C. Estas se dispersan por el viento y las lluvias (Butzen, 2000).

En el maíz, la antracnosis puede infectar dos lugares de la planta: el tallo y las hojas. La infección se puede propagar desde las hojas hacia los tallos o el tallo se puede infectar a través de las raíces. No se ha reportado que la infección foliar cause daños económicos significativos en el maíz, el daño más grave lo causa la pudrición del tallo (CIMMYT, 2006).

La marchitez de las hojas por antracnosis es común en etapas tempranas cuando quedaron residuos de cultivo de maíz de años anteriores. La infección ocurre cuando la lluvia salpica las esporas sobre las plántulas. Sobre la infección, se presentan puntos redondos irregulares de apariencia turbia que después se vuelven de color amarillento. Más tarde se tornan color café con contornos rojizos-café. Los puntos se elongan y terminan uniéndose (Butzen, 2000).

Las lesiones en los tallos aparecen de forma ovalada o áreas estrechas y verticales con apariencia turbia que empiezan de color rojizo-café y después se tornan negras. Una característica que distingue a esta enfermedad es que las manchas negras brillantes se unen dando un aspecto de manchas apetroladas (Butzen, 2000).

Mancha foliar por *curvularia* (*Curvularia lunata*, *C. pallescens* y *C. maculans*).

Estos hongos producen manchas pequeñas necróticas o cloróticas con una aureola de color claro. El diámetro de las lesiones, cuando están completamente desarrolladas, es de aproximadamente 0.5 cm (CIMMYT, 2006).

La enfermedad está generalizada en las zonas maiceras cálidas y húmedas, donde puede causar daños considerables a los cultivos (CIMMYT, 2006).

El control más viable y que no causa daños al medio ambiente contra casi cualquier patógeno, es a través de la resistencia genética de la planta hospedante es decir, mediante el mejoramiento genético y utilización de variedades resistentes (Garcés, 2011).

Carbón común (*Ustilago maydis*)

El carbón común ocurre en todas las regiones productoras de maíz, pero puede ser más grave en climas húmedos y templados que en las tierras bajas tropicales con clima caluroso y húmedo (CIMMYT, 2006).

El hongo ataca las mazorcas, los tallos, las hojas y las espigas. Unas agallas blancas cerradas muy conspicuas sustituyen a los granos individuales. Con el tiempo las agallas se rompen y liberan masas negras de esporas que infectarán las plantas de maíz del siguiente ciclo de cultivo. La enfermedad causa daños más graves en plantas jóvenes en estado activo de crecimiento y puede producirles enanismo o matarlas (CIMMYT, 2006).

El carbón común se distingue fácilmente del carbón de la espiga por la ausencia de tejidos vasculares que aparecen en forma de fibras en las mazorcas infectadas por este patógeno (CIMMYT, 2006).

b. Enfermedades causadas por bacterias

Marchitez de Stewart (*Erwinia stewartii*)

El patógeno es transmitido por coleópteros (*Chaetocnema pulicaria*) del maíz y en contadas ocasiones también por medio de la semilla. Cuando comienza la infección, las lesiones son alargadas y acuosas, y adquieren un color amarillo claro, con márgenes irregulares a lo largo de las hojas. La infección puede llegar al tallo y provocar achaparramiento, marchitez y muerte de la planta (CIMMYT, 2006).

Las plantas gravemente infectadas que forman semilla producen mazorcas pequeñas con poco grano. Una infección al final del ciclo de cultivo puede causar necrosis foliar grave pero no marchitez (CIMMYT, 2006).

Las heridas causadas por los insectos vectores al alimentarse sirven como puntos de entrada para el patógeno, que es transportado de un ciclo de cultivo a otro por los coleópteros (CIMMYT, 2006).

c. Enfermedades transmitidas por virus

Moteado clorótico del maíz (Maize chlorotic mottle virus, MCMV)

El virus es transmitido principalmente por varios coleópteros crisomélidos, como *Chaetocnema pulicaria* y *Diabrotica spp.*, durante un breve periodo. Los datos disponibles sobre el virus indican que su transmisión por medio de la semilla ocurre muy pocas veces (CIMMYT, 2006).

En las primeras etapas de la infección, las hojas más jóvenes muestran pequeñas manchas cloróticas que se fusionan y forman bandas cloróticas anchas a lo largo de las nervaduras. Las bandas cloróticas contrastan con el tejido verde oscuro normal cuando se observan contra la luz. Las hojas con clorosis finalmente mueren (CIMMYT, 2006).

Las plantas infectadas presentan enanismo a causa del acortamiento de los entrenudos y producen un menor número de mazorcas pequeñas. En la mayoría de los casos la espiga se deforma (CIMMYT, 2006).

Cuando el virus aparece junto con el mosaico del enanismo del maíz (MDMV) o con el mosaico rayado del trigo (WSMV), provoca una reacción aguda conocida como necrosis letal del maíz (MLN) (CIMMYT, 2006).

I. Enfermedades registradas en las dos localidades

De acuerdo a la información, de las enfermedades registradas para las dos zonas, en el cuadro 6, se presentan las que se encuentran en los departamentos de Escuintla y Jutiapa.

Cuadro 6. Principales enfermedades de maíz registradas para los departamentos de Escuintla y Jutiapa, además de ser de importancia económica para el cultivo.

	Localidad 1 Escuintla	Localidad 2 Jutiapa
Enfermedad	Roya común (<i>Puccinia sorghi</i>)	Roya común (<i>Puccinia sorghi</i>)
	Tizón por <i>maydis</i> (<i>Bipolaris maydis</i>)	Tizón por <i>maydis</i> (<i>Bipolaris maydis</i>)
	Tizón por <i>turcicum</i> (<i>Helminthosporium turcicum</i>)	Tizón por <i>turcicum</i> (<i>Helminthosporium turcicum</i>)

Fuente: Calderón, E. 2012; CIMMYT 2006 y González, M. 2010

J. Mejoramiento genético del maíz

Según Oscanoa y Sevilla (2011), los métodos de mejoramiento aplicados en las razas nativas de maíz son aquellos que garantizan una máxima recombinación de las muestras representativas de cada raza, que eliminan y cancelan la endocria; que mantengan la variancia genética principalmente la aditiva, que permitan mejorar la heredabilidad de los caracteres adaptativos y del rendimiento; y lograr generar semilla mejorada que los agricultores prueben en sus campos validando el mejoramiento de las razas.

Bajo estos conceptos, los métodos de mejoramiento genético tienen como función acumular la frecuencia de caracteres de valor en poblaciones de maíz; estos caracteres de valor están definidos por el entorno en el cual se desarrolla La agricultura (Oscanoa y Sevilla, 2011).

a. Selección

El aumento de la productividad de las variedades, de sus caracteres de valor de los caracteres adaptativos como resistencias a enfermedades, plagas y tolerancia a factores adversos de clima, como la sequía, el frío y los suelos de baja fertilidad se consigue con técnicas de la selección (Oscanoa y Sevilla, 2011).

Los individuos seleccionados que conforman las variedades mejoradas aseguran que cada vez que se coseche semilla de esas variedades, la semilla llevara en sus genes los caracteres seleccionados que mejor desempeño tendrán en el ambiente para el cual fue desarrollada; por lo tanto, será una buena semilla. Sólo se necesitara semilla de esa variedad para conseguir una buena producción cuando el ambiente es favorable (Oscanoa y Sevilla, 2011).

b. Introducción

Este método consiste en introducir materiales a una región o país, traídos de otras regiones comprados o por peticiones a bancos de germoplasma. Estos se siembran utilizando o no un diseño experimental y se estudia su grado de adaptabilidad a la región. Si se logra identificar un buen material genético que simplemente se adapta a las condiciones se convierte en un nuevo material para el lugar donde se introdujo (Vásquez, 2013).

c. Mejoramiento de poblaciones

Los esquemas de selección usados para mejorar características agronómicas, hace que las poblaciones hereden caracteres cuantitativos y/o cualitativos. La selección recurrente tiene tres pasos: (a) muestreo y desarrollo de progenies; (b) evaluación y selección de progenies y (c) recombinación de progenies (Oscanoa y Sevilla, 2011).

La selección recurrente es repetitiva hasta lograr la variedad esperada; mejora las poblaciones en forma gradual y continua, elimina genotipos de las fracciones inferiores en cada ciclo; y selecciona plantas de la fracción superior; estas se cruzan entre ellas para producir una nueva generación (Oscanoa y Sevilla, 2011).

El cruzamiento regenera la variabilidad genética de progenies seleccionadas, lo cual incrementa gradualmente la frecuencia de los genes deseables y las combinaciones de genes. Esto mejora el comportamiento de la población para caracteres sobre los cuales se pone mayor presión de selección (Oscanoa y Sevilla, 2011).

Como el proceso de selección se repite a través de varios ciclos, es importante mantener variabilidad genética adecuada en las generaciones seleccionadas para que el proceso de mejoramiento sea efectivo (Oscanoa y Sevilla, 2011).

d. Mejoramiento intrapoblacional

Selección masal

Se llama selección masal cuando la semilla de todos los progenitores o plantas escogidas para producir semilla en la siguiente campaña se junta y se mezclan. La selección masal se basa en la selección fenotípica entre plantas y mazorcas individuales en un campo de maíz; generalmente es efectiva para mejorar caracteres altamente heredables y características individuales (Oscanoa y Sevilla, 2011).

La selección masal es efectiva para caracteres como precocidad, adaptación, prolificidad, contenido de aceite, proteínas y rendimiento. Se obtienen buenos resultados cuando la selección se lleva en varios ambientes (Oscanoa y Sevilla, 2011).

Selección familiar

En el caso del maíz, la progenie de una mazorca es una familia de medios hermanos porque todas las plantas de esa progenie tienen una madre en común y diferentes padres.

Según Oscanoa y Sevilla (2011), la principal ventaja de este sistema es que la selección se basa en el comportamiento de las familias en los surcos y de los medios hermanos dentro del surco (planta individual).

Este sistema de selección permite eliminar surcos con familias indeseables en las etapas tempranas antes de la emergencia de la flor masculina; a la cosecha la selección se realiza solamente en las mejores mazorcas de los surcos seleccionados (Oscanoa y Sevilla, 2011).

Selección recurrente

El objetivo de este método es el incremento de las frecuencias génicas de los alelos deseables de características cuantitativas, mediante ciclos repetidos de selección (Rivas, 2000).

Generación de híbridos

Un híbrido en sentido amplio es la progenie producida por el cruzamiento de dos progenitores genéticamente diferentes. Esta progenie llamada F1 puede obtenerse por un cruzamiento de clones, variedades de polinización libre o líneas puras u otras poblaciones genéticamente diferentes (Vásquez, 2013).

Según Allard, citado por Vásquez (2013), la obtención de un híbrido, depende de tres pasos fundamentales:

- 1) Seleccionar plantas de una población de polinización libre;
- 2) Autofecundar las plantas seleccionadas durante varias generaciones para generar líneas puras homocigotas y
- 3) El cruzamiento de las líneas seleccionadas.

K. Situación actual del maíz en Guatemala

Guatemala constituye uno de los centros de origen y variación del maíz (*Zea mays*) a nivel mundial, donde la población necesita suficiente maíz para su alimentación ya que su dieta depende principalmente de este cultivo (MAGA, 2014).

Así mismo, desde un punto de vista estratégico, debe destacarse el hecho de que una población creciente se combina con un aumento de la superficie cultivada en menor proporción y un incremento de la importación, lo que aumenta la dependencia alimentaria externa. Sin duda, el efecto inverso de esta regla impulsa a implementar mejores técnicas en condiciones de aumentar la producción por área determinada y consecuentemente, reducir los niveles de escasez en el mercado interno (MAGA, 2014).

Para el año agrícola 2014/2015 (de mayo a abril) se estimó una producción de maíz de 40.7 millones de quintales, de los cuales 36.7 millones corresponden a maíz blanco. El objetivo primario del cultivo de maíz blanco en Guatemala es satisfacer las necesidades nacionales con la producción interna (MAGA 2014).

L. El consumo del maíz en Guatemala

En cuanto al comercio exterior el maíz (*Zea mays*) blanco se encuentra protegido para el mercado interno por lo que el precio internacional no debería impactarle directamente, aunque se ve afectado indirectamente por los precios de maíz amarillo, ya que la industria

al incrementarse el precio de éste demanda maíz blanco. Los precios internacionales para el maíz blanco en los últimos 10 años casi se han triplicado (MAGA, 2014).

Guatemala importa principalmente este grano de México y Estados Unidos, y lo exporta en bajos volúmenes a El Salvador y Nicaragua (MAGA, 2014).

De acuerdo a COSUDE citado por Cifuentes (2014), 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, teniendo un consumo de 115 kg/persona/año, lo que equivale a más de 1.2 millones de toneladas métricas anuales.

M. Producción nacional del 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 citado por Cifuentes 2014, el cultivo de maíz durante el año 2010, se realizó en una superficie de 840 mil hectáreas, lo que significó la producción de un millón seiscientos veinticinco mil toneladas, siendo los rendimientos de 1.9t/ha.

Estos rendimientos se encuentran por debajo de los rendimientos obtenidos por países como El Salvador y Panamá durante ese mismo año los cuales fueron de 3 t/ha y 3.5 t/ha respectivamente (FAO, 2013).

De acuerdo con el IV Censo Nacional Agropecuario (2003), el 62.3% del área sembrada a nivel nacional se encuentra concentrada en 7 departamentos: Petén (18.4%). Alta Verapaz (13.1%), Quiché (8.1%), Huehuetenango (7.5%), Jutiapa (6.6%), San Marcos (4.7%) e Izabal (4%).

La siembra del maíz en las zonas cálidas del país, se establece en dos ciclos la primera se realiza de mayo a junio, obteniéndose la cosecha entre agosto y septiembre. La segunda, en agosto y septiembre, se cosecha de noviembre a diciembre (MAGA, 2014).

Para el año agrícola 2014/2015 se estima una producción de maíz de 1,847,233 toneladas de los cuales el 90% corresponde a maíz blanco. La producción del grano se incrementó en un 2.9% en relación al año agrícola 2013/2014. El área cosechada aumentó en 1.1% y los rendimientos, en 1.9%, durante ese período. (MAGA, 2014).

En el cuadro 7, se muestra la producción nacional de maíz por año para los periodos del 2007/2008 al 2014/2015.

Cuadro 7. Producción nacional de maíz en Guatemala para los años agrícolas del 2007/2008 al 2014/2015

Año agrícola *	Área cosechada (hectáreas)	Producción (toneladas)	Rendimiento (toneladas/hectárea)
2007/2008	689,500	1,598,449	2.32
2008/2009	857,200	1,721,626	2.00
2009/2010	822,469	1,625,827	1.98
2010/2011	822,679	1,638,266	1.99
2011/2012	839,930	1,675,252	1.99
2012/2013	848,330	1,723,483	2.03
2013/2014 p/	863,310	1,795,178	2.08
2014/2015 e/	872,970	1,847,233	2.12

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 7, se puede observar que la producción nacional de maíz blanco para el año agrícola 2013/2014 se incrementó en 3.1% en relación al año 2012/2013, debido al aumento del área cosechada y de los rendimientos, los cuales se incrementaron en 1.2% y 1.8%, respectivamente (MAGA, 2014).

Aunque se muestra un crecimiento continuo de la producción, todavía es necesario importar maíz blanco para cubrir la demanda interna total. Estacionalmente las cosechas se ven disminuidas, de mediados de marzo a mediados de agosto, acentuándose una escasez de maíz en el período de mayo a julio. Durante estos meses los mercados se

abastecen de reservas de maíz almacenado y de las importaciones. En ésta época los hogares son más vulnerables a la inseguridad alimentaria por la limitante de recursos para la compra de maíz (MAGA, 2014).

N. Producción de maíz blanco por departamento a nivel nacional

En el cuadro 8, se presenta la producción de maíz blanco para el año agrícola 2014/2015 distribuidos por departamento.

Cuadro 8. Producción de maíz blanco (toneladas), en cada departamento, para el año agrícola 2014/2015

No.	Departamento	1ª Cosecha (toneladas)	2ª Cosecha (toneladas)	Total (toneladas)
1	Petén	198,639.48	143,037.51	341,676.95
2	Alta Verapaz	101,254.69	72,912.09	174,166.74
3	Jutiapa	78,369.86	56,433.05	134,802.91
4	Quiché	55,833.44	40,204.84	96,038.28
5	Retalhuleu	53,536.70	38,551.03	92,087.73
6	Santa Rosa	51,666.06	37,204.03	88,870.09
7	Huehuetenango	43,886.15	31,601.79	75,487.93
8	San Marcos	42,233.60	30,411.82	72,645.47
9	Escuintla	41,476.78	29,866.82	71,343.60
10	Suchitepéquez	37,440.67	26,960.54	64,401.21
11	Chimaltenango	35,524.90	25,580.97	61,105.87
12	Izabal	35,512.66	25,572.17	61,084.82
13	Chiquimula	31,974.69	23,024.54	54,999.18
14	Quetzaltenango	30,783.54	22,166.79	52,950.33
15	Jalapa	28,983.90	20,870.91	49,854.80
16	Guatemala	20,356.75	14,658.62	35,015.33
17	Baja Verapaz	19,821.46	14,273.16	34,094.62
18	Zacapa	17,727.71	12,765.44	30,493.15
19	Toticapán	13,174.73	9,486.94	22,661.66
20	Sololá	11,861.65	8,541.41	20,403.07
21	El Progreso	10,289.44	7,409.28	17,698.72
22	Sacatepéquez	6,178.35	4,448.97	10,627.32
TOTAL		966,527.22	695,982.72	1,662,509.80

Fuente: Elaboración DIPLAN-MAGA con base a las cifras del IV Censo Nacional Agropecuario y de las estimaciones del Banco de Guatemala (MAGA, 2014).

En el cuadro 8, se observa que el departamento de Petén es el mayor productor y son los municipios de La Libertad y San Luis y Sayaxché, los mayores productores con 8.4%, 4.3% y 3.5% del total nacional, respectivamente.

Después, en orden de importancia, están los municipios de San Pedro Carchá, Alta Verapaz; Ixcán, Quiché, y San Andrés Villa Seca, Retalhuleu, con 2.1% cada uno. Seguidamente, Chisec, Alta Verapaz, con 1.9%; Retalhuleu con 1.8%; Nueva Concepción, en Escuintla, y Cobán con 1.5% cada uno; el municipio de Jutiapa y San Andrés, Petén, con 1.3% cada uno; Morales, Izabal, con 1.2%; Santo Domingo, Suchitepéquez; Panzós, Alta Verapaz, y Chiquimulilla, en Santa Rosa, con 1.1% cada uno; y por último, Fray Bartolomé de las Casas, Alta Verapaz, y Poptún, Petén, con 1.0% cada uno. (MAGA 2014).

O. Importaciones de maíz blanco en Guatemala

El maíz (*Zea mays*) blanco tiene derechos arancelarios a la importación de: 0% dentro de contingente y 20% fuera de contingente sobre el valor CIF.

En el cuadro 9, se presentan las importaciones de maíz blanco en Guatemala para el periodo 2007-2014.

Cuadro 9. Importaciones de maíz blanco (toneladas métricas), para el periodo 2007 al 2014.

Años	Volumen (t)	Valor (US\$)
2007	58,143.62	14,280,914.00
2008	19,558.90	6,337,491.00
2009	39,092.91	10,661,570.00
2010	24,745.31	9,913,228.00
2011	41,547.83	15,508,903.00
2012	36,393.62	13,387,669.00
2013	18,422.06	5,866,619.00
2014	62,336.89	16,264,352.00

Fuente: Banco de Guatemala citado por MAGA, 2014.

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.

De las importaciones registradas en el 2013, el 73% provienen de los Estados Unidos de Norteamérica y el 27%, de México. En el año 2014, el 89% de las importaciones de maíz blanco provino de Estados Unidos de Norteamérica, el 10% de El Salvador y el resto (1%) de México. Las importaciones se realizan mayoritariamente en marzo, abril, julio, agosto y septiembre (MAGA, 2014).

P. Exportaciones de maíz blanco para Guatemala

En el cuadro 10, se muestran las exportaciones de maíz blanco para los años 2007 a 2014.

Cuadro 10. Exportaciones de maíz blanco (toneladas métricas), para el período 2007 a 2014

Años	Volumen (t)	Valor (US\$)
2007	4,094.29	1,120,682.00
2008	11,977.73	3,074,409.00
2009	2,153.46	490,675.00
2010	2,127.54	615,932.00
2011	14,164.00	3,649,547.00
2012	2,568.63	841,108.00
2013	8,214.93	2,915,975.00
2014	2,085.85	665,952.00

Fuente: Banco de Guatemala citado por MAGA, 2014.

En el cuadro 10 se muestra que, en el 2013, las exportaciones se incrementaron en relación con el año 2012, debido al aumento en la producción interna; las que fueron enviadas, en el cien por ciento, hacia El Salvador. Durante el período enero a noviembre de 2014, las exportaciones de maíz blanco se destinaron en el 99% a El Salvador, y el resto (1%) a Costa Rica y Estados Unidos de Norteamérica (MAGA, 2014).

2.2.2 MARCO REFERENCIAL

A continuación se describen las características generales de las dos localidades donde se llevó a cabo la investigación.

A. Nueva Concepción, Escuintla

El municipio de Nueva Concepción, Escuintla presenta la siguiente ubicación (figura 14).



Fuente: SEGEPLAN, 2010.

Figura 14. Mapa de ubicación geográfica del municipio de Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala.

a. Localización

Se localiza a una distancia de 147 km de la ciudad Capital y a 90 km de la cabecera departamental Escuintla (De León, 2013).

Colinda al Norte con el municipio de Patulul del departamento de Suchitepéquez, al Este con los municipios de Santa Lucía Cotzumalguapa y La Gomera del departamento de Escuintla, al Sur con el Océano Pacífico, al Oeste con Tiquisate también del departamento de Escuintla (De León, 2013).

De conformidad con el Diccionario Geográfico Nacional, la cabecera municipal de Nueva Concepción está ubicada en una altitud de 55,3 msnm.

b. Clima y zona de vida

Según el mapa de zonas de vida de reconocimiento de la República de Guatemala, elaborado por el Proyecto de Asistencia Técnica y Generación de Información (CATIE), a escala 1:2,000,000; con base al mapa de zonas de vida publicado por el Instituto Nacional Forestal en 1983, el municipio de Nueva Concepción, Escuintla se encuentra dentro de la zona de vida: Bosque húmedo subtropical cálido (bh-sc) (CATIE, 2002).

Según el INSIVUMEH 2010 y datos registrados por la estación meteorológica Tiquisate, las condiciones climáticas para el lugar son:

Temperatura:

- Mínima anual: 21.6 °C
- Media anual: 30.55
- Máxima anual: 39.5 °C

Humedad relativa media (HR): 78%

Precipitación Pluvia anual (PP): 1,500 a 2,200 mm

c. Suelos

De acuerdo a Saj citado por Segura (2008), el mayor porcentaje de las tierras del municipio son de topografía plana sin áreas montañosas así como planicies entre 0 y 5 por ciento, el suelo es de una franja plana a lo largo y ancho del municipio.

De acuerdo a la clasificación de suelo hecha por Simmons, Tarano y Pinto, los suelos del municipio de Nueva Concepción corresponden a los del litoral pacífico.

De acuerdo al documento de clasificación de suelos de la República de Guatemala de Simmons, Tarano y Pinto, en el municipio de Nueva Concepción se encuentran las series: Tiquisita Franco, Bucul, Tiquisate Franco-arenoso, Tecojate, Coyolate, Cutzán, Suelos Aluviales, y Arena playa de mar.

B. Santa Catarina Mita, Jutiapa

En la figura 15, se muestra la ubicación geografía del municipio de Santa Catarina Mita, Jutiapa.

a. Localización

Santa Catarina Mita tiene una extensión territorial de 132 kilómetros cuadrados aproximadamente, colinda al Norte con San Manuel Chaparrón, Jalapa; al Este con Agua Blanca, al Sur con Asunción Mita, Jutiapa y el Progreso; al Oeste con el Progreso y Monjas.

De conformidad con el Diccionario Geográfico Nacional, la cabecera municipal de Santa Catarina Mita está ubicada en una altitud de 700 msnm.



Fuente: SEGEPLAN, 2010.

Figura 15. Ubicación geográfica del municipio de Santa Catarina Mita, Jutiapa, Guatemala.

b. Clima y zona de vida

Según el mapa de zonas de vida de reconocimiento de la República de Guatemala, elaborado por el Proyecto de Asistencia Técnica y Generación de Información (CATIE), a escala 1:2,000,000; con base al mapa de zonas de vida publicado por el Instituto Nacional Forestal en 1983, el municipio de Santa Catarina Mita se identifican dos zonas de vida predominantes una es el bosque húmedo subtropical templado, bh-S(t), este se encuentra principalmente en el área del volcán Suchitán y su entorno y el bosque seco subtropical bs-S.

Se dan algunos microclimas extremos en las cercanías del cono del volcán Suchitán y en áreas más bajas cercanas al río Ostúa, principalmente donde se encuentra un bosque premontano en el primer caso y un bosque seco tropical en el segundo.

Según el INSIVUMEH 2010 y datos registrados por la estación meteorológica Asunción Mita, las condiciones climáticas para el lugar son:

Temperatura

- Mínima anual: 22 °C
- Media anual: 27 °C
- Máxima anual: 33 °C

Humedad relativa: 68 %

Precipitación pluvial: 900 mm a 1400 mm anuales

c. Suelos

El mapa de identificación de suelos a nivel de reconocimiento de Simmons, Tarano y Pinto, identifica las siguientes clases de suelo:

Serie de suelos Jalapa (JI)

Formados de material original, ceniza volcánica o toba, en relieves inclinados, con excesivo drenaje interno de suelo, color superficial del suelo gris a gris oscuro, textura superficial franco-arenosa fina, una profundidad efectiva de 30 cm, pH ácido de 5 y alto riesgo a la erosión. Las características de fertilidad potencial de la serie se clasifican de regulares a bajas (Holdridge citado por Osorio, 2008).

Serie de suelos Suchitán (SUI)

Formados de ceniza volcánica en relieves muy inclinados, suelos con excesivo drenaje interno de color café a café oscuro, textura superficial franco arenosa con una profundidad efectiva de 50 cm, un pH de 6.4 y con alto riesgo a la erosión. Las características de fertilidad potencial de la serie es alto (Holdridge citado por Osorio, 2008).

Serie de suelo de los valles (Sv)

Tiene la característica de haberse formado por acumulaciones sedimentarias, principalmente aluviales (Ptcarl citado por Osorio, 2008).

Serie de suelos Pínula (Pi)

Formados de material original de toba volcánica o brecha de toba de color claro, en declives inclinados, suelos con buen drenaje interno, de color superficial de color café oscuro, textura superficial franco-limosa, suelos profundos de 100 cm, pH ácido de 5.5 y alto riesgo a la erosión. Las características de fertilidad potencial de la serie son de regular a alto (Ptcarl citado por Osorio, 2008).

Serie de suelos Mongoy (Mg)

Son suelos formados de lava o toba volcánica con relieve en declives muy inclinados, buen drenaje interno, color superficial café oscuro a café muy claro, con textura arcillosa, profundidad efectiva de 75 cm, pH neutro, presenta limitaciones de fosforo y un alto potencial de fertilidad (Ptcarl citado por Osorio, 2008).

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 Objetivo General

Evaluar el comportamiento de cien híbridos de maíz blanco en dos localidades de Guatemala, C.A.

2.3.2 Objetivos Específicos

- A. Determinar el potencial de rendimiento de cien híbridos de maíz blanco en dos diferentes localidades.

- B. Estudiar las características agronómicas de cien híbridos de maíz blanco en dos localidades.

2.4 HIPÓTESIS DEL ESTUDIO

Al menos un híbrido de maíz blanco presentará un potencial de rendimiento diferente a los demás.

Al menos un híbrido de maíz blanco presentará diferentes características agronómicas que los demás.

2.5 METODOLOGÍA

A continuación se describe la metodología que se utilizó para llevar a cabo la investigación.

2.5.1 Material experimental

Se evaluaron 99 híbridos de maíz blanco, no comerciales, contra el testigo comercial DK-390, para un total de 100 híbridos evaluados.

En el cuadro 11, se muestra el código de identificación de cada uno de los materiales evaluados y el testigo.

Cuadro 11. Híbridos triples de maíz blanco evaluados en dos localidades, Nueva Concepción, Escuintla y Santa Catarina Mita, Jutiapa.

No.	Tratamientos (Híbridos)	Casa Comercial
1	1001	Semillas del Trópico
2	1002	Semillas del Trópico
3	1003	Semillas del Trópico
4	1004	Semillas del Trópico
5	1005	Semillas del Trópico
6	1006	Semillas del Trópico
7	1007	Semillas del Trópico
8	1008	Semillas del Trópico
9	1009	Semillas del Trópico
10	1010	Semillas del Trópico
11	1011	Semillas del Trópico
12	1012	Semillas del Trópico
13	1013	Semillas del Trópico
14	1014	Semillas del Trópico
15	1015	Semillas del Trópico
16	1016	Semillas del Trópico
17	1017	Semillas del Trópico
18	1018	Semillas del Trópico
19	1019	Semillas del Trópico
20	1020	Semillas del Trópico
21	1021	Semillas del Trópico
22	1022	Semillas del Trópico
23	1023	Semillas del Trópico
24	1024	Semillas del Trópico
25	1025	Semillas del Trópico
26	1026	Semillas del Trópico
27	1027	Semillas del Trópico
28	1028	Semillas del Trópico
29	1029	Semillas del Trópico
30	1030	Semillas del Trópico
31	1031	Semillas del Trópico
32	1032	Semillas del Trópico
33	1033	Semillas del Trópico
34	1034	Semillas del Trópico
35	1035	Semillas del Trópico
36	1036	Semillas del Trópico
37	1037	Semillas del Trópico
38	1038	Semillas del Trópico
39	1039	Semillas del Trópico
40	1040	Semillas del Trópico

41	1041	Semillas del Trópico
42	1042	Semillas del Trópico
43	1043	Semillas del Trópico
44	1044	Semillas del Trópico
45	1045	Semillas del Trópico
46	1046	Semillas del Trópico
47	1047	Semillas del Trópico
48	1048	Semillas del Trópico
49	1049	Semillas del Trópico
50	1050	Semillas del Trópico
51	1051	Semillas del Trópico
52	1052	Semillas del Trópico
53	1053	Semillas del Trópico
54	1054	Semillas del Trópico
55	1055	Semillas del Trópico
56	1056	Semillas del Trópico
57	1057	Semillas del Trópico
58	1058	Semillas del Trópico
59	1059	Semillas del Trópico
60	1060	Semillas del Trópico
61	1061	Semillas del Trópico
62	1062	Semillas del Trópico
63	1063	Semillas del Trópico
64	1064	Semillas del Trópico
65	1065	Semillas del Trópico
66	1066	Semillas del Trópico
67	1067	Semillas del Trópico
68	1068	Semillas del Trópico
69	1069	Semillas del Trópico
70	1070	Semillas del Trópico
71	1071	Semillas del Trópico
72	1072	Semillas del Trópico
73	1073	Semillas del Trópico
74	1074	Semillas del Trópico
75	1075	Semillas del Trópico
76	1076	Semillas del Trópico
77	1077	Semillas del Trópico
78	1078	Semillas del Trópico
79	1079	Semillas del Trópico
80	1080	Semillas del Trópico
81	1081	Semillas del Trópico
82	1082	Semillas del Trópico
83	1083	Semillas del Trópico
84	1084	Semillas del Trópico

85	1085	Semillas del Trópico
86	1086	Semillas del Trópico
87	1087	Semillas del Trópico
88	1088	Semillas del Trópico
89	1089	Semillas del Trópico
90	1090	Semillas del Trópico
91	Testigo	Monsanto
92	1092	Semillas del Trópico
93	1093	Semillas del Trópico
94	1094	Semillas del Trópico
95	1095	Semillas del Trópico
96	1096	Semillas del Trópico
97	1097	Semillas del Trópico
98	1098	Semillas del Trópico
99	1099	Semillas del Trópico
100	1100	Semillas del Trópico

2.5.2 Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental de látice simple de 10x10 tratamientos y dos repeticiones.

2.5.3 Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + B_j(R_i) + T_k + E_{ijk}$$

De donde:

Y_{ijk} = Variable de respuesta

μ = Efecto de la media general

R_i = Efecto de la i...ésima repetición

$B_j(R_i)$ = Efecto de la j...ésimo bloque anidado en la i...ésima repetición.

T_k = Efecto del k...ésimo tratamiento

E_{ijk} = Error experimental

2.5.4 Distribución aleatoria en campo

Se realizó una aleatorización de subbloques y luego la aleatorización entre tratamientos. Para la repetición 1, se hizo una aleatorización en X (entre filas) y para la segunda repetición una aleatorización en Y (entre columnas).

En el cuadro 12, se presentan los materiales distribuidos en filas, para la aleatorización de tratamientos.

Cuadro 12. Cuadro base para la aleatorización en campo de los subbloques y tratamientos, distribuyendo los 100 tratamientos en subbloques de 10, en filas.

subbloque	Tratamientos									
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
3	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
4	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
5	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
6	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
7	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
8	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
9	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
10	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

En el cuadro 13, se presenta la aleatorización entre los subbloques, para la primera repetición.

Cuadro 13. Aleatorización de subbloques, para la repetición 1.

subbloque	Tratamientos									
7	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
3	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
10	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
9	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
4	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
2	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
8	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
6	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50

Para la primera repetición la aleatorización de tratamientos se realizó entre los subbloques, como se muestra en el cuadro 14.

Cuadro 14. Aleatorización de tratamientos dentro de los sub-bloques en X (entre filas), para la repetición 1.

Subbloque	Tratamientos									
7	69	63	67	61	70	65	68	64	62	66
3	27	30	22	29	24	23	25	26	28	21
10	91	96	100	99	97	94	98	92	95	93
9	89	82	86	90	84	87	83	81	88	85
4	35	31	38	40	32	36	32	39	37	34
2	20	15	18	11	16	12	19	17	13	14
8	79	72	78	76	73	77	75	80	74	71
6	55	60	58	51	53	57	54	52	59	56
1	6	5	3	1	10	8	7	4	2	9
5	43	50	41	47	42	49	46	44	48	45

En el cuadro 15, se presenta la aleatorización realizada para la segunda repetición.

Cuadro 15. Cuadro base de subbloques y tratamientos, para la aleatorización de la repetición 2, distribuyendo los 100 materiales en subbloques de 10, en columnas.

Subbloque	Tratamientos									
11	1	11	21	31	41	51	61	71	81	91
12	2	12	22	32	42	52	62	72	82	92
13	3	13	23	33	43	53	63	73	83	93
14	4	14	24	34	44	54	64	74	84	94
15	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95
16	6	16	26	36	46	56	66	76	86	96
17	7	17	27	37	47	57	67	77	87	97
18	8	18	28	38	48	58	68	78	88	98
19	9	19	29	39	49	59	69	79	89	99
20	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

La aleatorización de subbloques para la segunda repetición se presenta en el cuadro 16.

Cuadro 16. Aleatorización de subbloques para la repetición 2.

Subbloque	Tratamientos									
16	6	16	26	36	46	56	66	76	86	96
19	9	19	29	39	49	59	69	79	89	99
20	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
12	2	12	22	32	42	52	62	72	82	92
18	8	18	28	38	48	58	68	78	88	98
14	4	14	24	34	44	54	64	74	84	94
13	3	13	23	33	43	53	63	73	83	93
11	1	11	21	31	41	51	61	71	81	91
15	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95
17	7	17	27	37	47	57	67	77	87	97

La aleatorización de tratamientos para la segunda repetición se realizó en Y, como se presenta en el cuadro 17.

Cuadro 17. Aleatorización de tratamientos entre los subbloques en Y (entre columnas), para la repetición 2.

Subbloque	Tratamientos									
16	26	16	56	6	66	96	76	46	86	36
19	99	39	69	89	49	29	19	59	9	79
20	80	20	10	30	60	90	100	70	40	50
12	12	42	92	22	52	82	62	2	72	32
18	98	58	58	78	68	78	18	38	48	8
14	44	64	14	4	94	84	94	74	34	54
13	33	13	3	23	83	93	63	53	73	43
11	91	21	81	71	61	31	11	1	41	51
15	55	25	65	85	35	5	95	45	15	75
17	17	87	57	97	7	77	47	37	67	27

A. Unidad experimental

La unidad experimental fue de 5 metros de largo por 1.5 metros de ancho (2 surcos), para un total de 7.5 metros cuadrados. Con un distanciamiento de 0.75 metros entre surco y 0.40 metros entre postura (13 posturas), se sembraron dos plantas por postura, por lo tanto, el número de plantas por unidad experimental fue de 52 (figura 16).

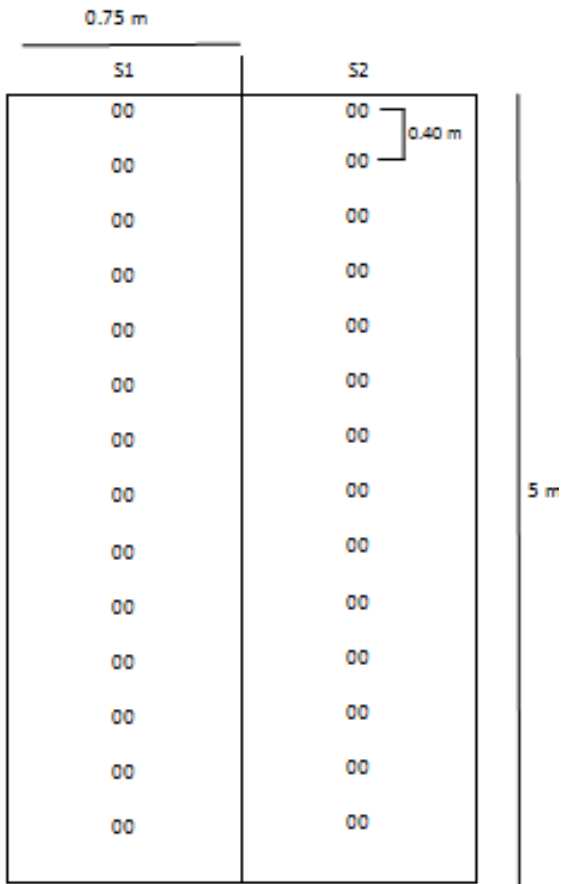


Figura 16. Unidad experimental. Dos surcos de 5 m de largo por 0.75 metros de ancho, distanciamientos de 0.75 m entre surco y 0.40 m entre plantas, 52 plantas por unidad experimental.

Se establecieron bordes de 2 metros (2 surcos). Entre cada subbloque se manejaron frentes de un metro y calles de 1.5 metros. El área total del experimento fue de 2,244 metros cuadrados, equivalente a 0.22 ha.

2.5.5 Manejo del experimento

A continuación se describe el manejo agronómico realizado en las dos localidades.

A. Preparación del terreno

Se realizó un paso de arado y tres pasos de rastra a 30 cm de profundidad, cinco días antes de la siembra.

B. Trazo de bloques

El trazo de bloques y subbloques se realizó un día antes de la siembra, delimitando con estacas y rafia de color amarillo.

C. Siembra

Ocho días antes de la siembra la semilla se trató con el insecticida y nematicida Carbosulfan a una dosis de 25 gramos del producto para 1 kilogramo de semilla. La siembra se realizó manualmente con un distanciamiento de 0.75 metros entre surco y 0.40 metros entre postura, se sembraron 3 semillas por postura y a los 10 días después de la siembra se realizó un raleo para dejar dos plantas por postura.

D. Control de malezas

A los dos días después de la siembra se realizó la aplicación del herbicida preemergente no selectivo Thiencazone-metil a una dosis de 150 ml/bomba de 21 litros.

A los 14 días después de la siembra se realizó la segunda aplicación de herbicida para lo cual se utilizó Atrazina como herbicida selectivo para el control de hoja ancha a una dosis de 17gramos/bomba de 21 litros.

La tercera aplicación para el control de malezas se realizó a los 54 días después de la siembra con el herbicida posemergente no selectivo Glufosinato de amonio a una dosis de 60 ml/bomba de 21 litros.

E. Control de plagas

La primera aplicación de insecticida se realizó a los siete días después de la siembra para el control de *Phyllophaga sp.*, Se utilizó Clorpirifos a una dosis de 37.5 ml/bomba de 21 litro, la aplicación se realizó a la base del tallo.

Para el control de *Agrotis* y *Spodoptera*, se realizaron dos aplicaciones de los insecticidas Cypermctrina más Metomil a una dosis de 17.5 ml/bomba de 21 litros y 25 gramos/bomba de 21 litros a los 15 y 22 días después de la siembra respectivamente.

La última aplicación de insecticida se realizó a los 30 días después de la siembra, se utilizó Clorpirifos a una dosis de 150 ml del producto por 50 libras de arena, para el control de *Spodoptera frugiperda*, la aplicación se realizó al cogollo de forma granulada.

F. Fertilización

Se elaboró un plan de fertilización para cada localidad, para esto, se realizó un análisis químico de suelo con fines de fertilidad en el laboratorio de Suelo-Planta-Agua “Salvador Castillo Orellana”, de la Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Con base a los datos del análisis de suelo y a los requerimientos nutricionales del cultivo, se realizó el programa de fertilización (ver anexo 1), para obtener las dosis necesarias para satisfacer los requerimientos del cultivo.

Se realizaron 2 aplicaciones de Urea durante el ciclo del cultivo. La primera fertilización se realizó a los 15 días después de la siembra, aplicando 8.8 g Urea por postura y la segunda

se realizó a los 30 días después de la siembra, se aplicó el resto de fertilizante (8.8 g de Urea/postura).

De acuerdo al plan de fertilización, no fue necesario realizar aplicaciones de Fósforo y Potasio, el suelo contenía las cantidades requeridas por el cultivo.

G. Riego

Para la localidad de Nueva Concepción se realizó un riego por aspersión a los 40 días después de la siembra.

En la localidad de Santa Catarina Mita se realizaron dos riegos por aspersión el primero a los 15 días después de la siembra y el segundo una semana antes de la floración.

H. Dobra

Para el área de Nueva concepción la dobra se realizó a los 100 días después de la siembra.

En el área de Santa Catarina Mita la dobra se realizó a los 120 días después de la siembra.

I. Cosecha

Para la cosecha se basó en el ciclo del cultivo para cada una de las localidades. La cosecha para Nueva Concepción se realizó a los 120 días después de la siembra y para la localidad de Santa Catarina Mita a los 140 días después de la siembra.

Se realizó de forma manual, utilizando sacos debidamente identificados con cada uno de los tratamientos y repeticiones.

J. Desgrane

Para el desgrane se utilizó una desgranadora manual y se realizó al finalizar la toma de datos.

2.5.6 Metodología para cumplir los objetivos

A. Determinar el potencial de rendimiento de cien híbridos blancos de maíz en dos diferentes localidades.

Para determinar el potencial de rendimiento se tomó el peso de semilla en campo en kg, se tomaron las humedades de grano de cada uno de los materiales y se realizó un ajuste de humedades al 12 por ciento, para poder determinar el rendimiento en toneladas por hectárea.

Para realizar los ajustes de peso a la humedad al 12 por ciento se utilizó la fórmula siguiente:

$$\text{Porcentaje de humedad al 12\%} = \text{Peso campo} * \left(\frac{(100 - \text{porcentaje de humedad de campo})}{(100 - 12)} \right)$$

Ver ejemplo de ajuste de humedad al 12 %, en anexo 2.

B. Indicadores utilizados para estudiar las características agronómicas de 100 híbridos blancos de maíz en dos localidades.

Para el cumplimiento del objetivo se tomaron en cuenta los siguientes indicadores.

a. Días a floración masculina

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta la fecha en la cual el 50% de las plantas de la parcela tienen antesis.

b. Días a floración femenina

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta la fecha en la cual el 50% de las plantas de la parcela tienen estambres de 2 a 3 centímetros de largo.

c. Altura de planta

Se midió la longitud en centímetros desde la base de la planta hasta el nudo de la hoja bandera. Se realizó una semana después de la floración.

d. Altura de mazorca

Se midió la longitud en centímetros desde la base de la planta hasta el punto donde se inserta la base de la mazorca en el tallo. Se realizó una semana después de la floración.

e. Acame de raíz

Se realizó un conteo del total de plantas que formaron en la parte más baja del tallo un ángulo de 45° o menos con la superficie del suelo. Este dato se tomó 20 días después de la floración.

f. Acame de tallo

Se realizó un conteo del total de plantas que se quebraron de la parte del tallo por debajo de la mazorca y la porción quebrada formaba un ángulo de 45° o menos con el suelo. Este dato se tomó 20 días después de la floración.

g. Aspecto de la planta

Mediante la observación se calificaron características de la planta tales como: tamaño, diámetro de tallo y uniformidad de las plantas, utilizando la escala de 1 a 5 donde: 1 es óptimo, 2 es bueno, 3 es regular, 4 es deficiente y 5 muy deficiente. Este dato se tomó a los 80 días después de la siembra para el área de Nueva concepción Escuintla y a los 100 en el área de Santa Catarina Mita.

h. Número de mazorcas mal cubiertas

Se contó el número total de mazorcas de cada parcela que presentó alguna parte expuesta o mal cubierta. El dato se tomó cuando la mazorca estaba completamente desarrollada y se empezaba a secarse las brácteas.

i. Número de plantas cosechadas

Se contó el número de plantas cosechadas de cada unidad experimental, sin importar que la planta tuviera una, dos o ninguna mazorca.

j. Número de mazorcas cosechadas

Se contó el número total de mazorcas cosechadas por unidad experimental, sin importar el tamaño de las mazorcas.

k. Número de mazorcas podridas

Se consideró la cantidad de grano perdido como consecuencia de la pudrición de mazorca. Pérdidas parciales de grano en cada mazorca se acumulan hasta completar el número total de mazorcas podridas.

I. Aspecto de mazorca

Mediante la observación se calificaron características como: daños por enfermedades e insectos, tamaño de la mazorca, llenado de grano y uniformidad de la mazorca. Se utilizó una escala de 1 a 5 donde: 1 es óptimo, 2 es bueno, 3 es regular, 4 es deficiente y 5 muy deficiente.

m. Porcentaje de humedad

Se desgranó dos hileras de cada mazorca para obtener una muestra de cada parcela y luego calcular el porcentaje de humedad de grano al momento de la cosecha.

n. Daño por enfermedades

Se tomaron en cuenta tres enfermedades, las cuales se encuentran distribuidas en todas las zonas maiceras del país y se consideran de importancia económica para el cultivo. Se utilizaron escalas diagramáticas para calificar cada una de estas enfermedades, se señalan a continuación:

Roya común (*Puccinia sorghi*)

Se calificó el daño de la roya utilizando la escala de calificación del CIMMYT de 1 a 5 donde: 1 es sano, 2 es regular, 3 es semi-enfermo, 4 es enfermo y 5 es muy enfermo (figura 17).

Tizón foliar por turcicum (*Helminthosporium turcicum*)

Se calificó el daño de la *H. turcicum* utilizando la escala de CIMMYT de 1 a 5 donde: 1 es sano, 2 es regular, 3 es semi-enfermo, 4 es enfermo y 5 es muy enfermo (figura 18).

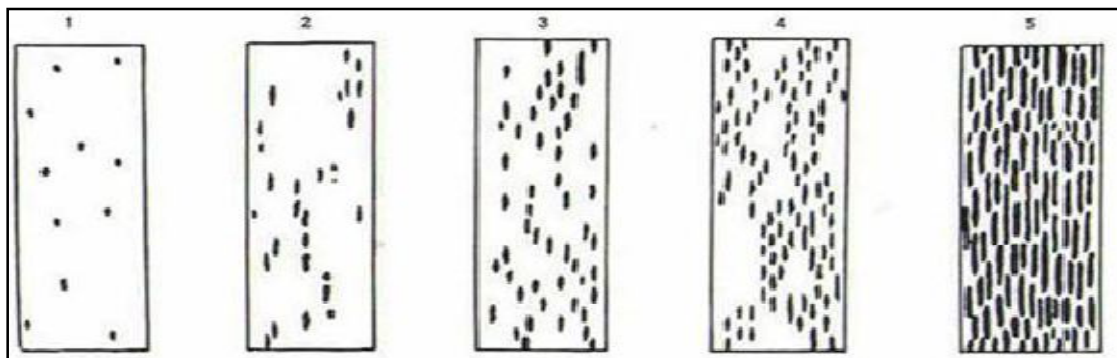


Figura 17. Escala diagramática para la medición de daño de *Puccinia sorghi* en el cultivo de maíz.

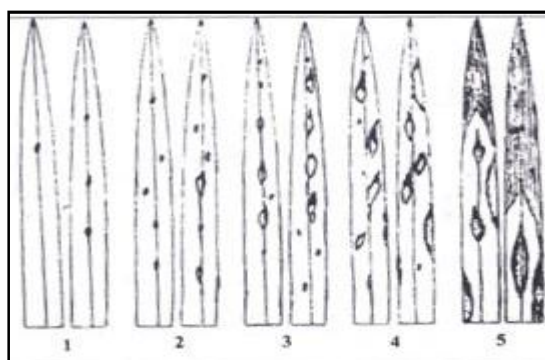


Figura 18. Escala diagramática para daños causados por *Helminthosporium turcicum* en el cultivo de maíz.

Tizón foliar por *maydis* (*Bipolaris maydis*)

Se calificó el daño de la *B. maydis* utilizando una escala de 1 a 5 donde: 1 es sano, 2 es regular, 3 es semi-enfermo, 4 es enfermo y 5 es muy enfermo (figura 19).

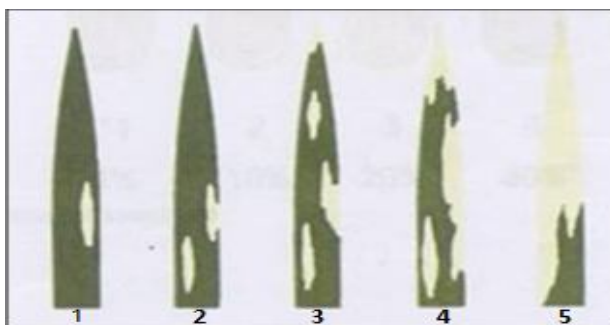


Figura 19. Escala diagramática para medir los daños causados por Tizón foliar, en el cultivo de maíz.

2.5.7 Análisis de la información

La variable rendimiento, se analizó utilizando un ANDEVA, al encontrarse diferencia significativa entre los tratamientos, se utilizó la prueba de medias de Duncan al 5 % de significancia.

Se realizó una descripción gráfica para describir el comportamiento de los materiales en cuanto a rendimiento, en las dos localidades. Considerando la desviación estándar de cada material.

Para las características agronómicas, se realizó un análisis descriptivo, tomando en cuenta los 20 materiales (híbridos) que presentaron para la variable rendimiento en t/ha, el valor medio más alto.

2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación.

2.6.1 Rendimiento

Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) para la variable rendimiento, para cada localidad.

A. Localidad de Nueva Concepción, Escuintla

En el cuadro 18, se muestra el análisis de varianza para la variable rendimiento, en la localidad Nueva Concepción, Escuintla.

Cuadro 18. Análisis de varianza, para la variable rendimiento (t/ha), en la localidad de Nueva Concepción, Escuintla

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIGNIFICANCIA
REP	1	2.73	2.73		
BLOQUE (REP)	18	19.48	1.08		
TRAT	99	131.44	1.33	2.96	0.0001
ERROR	81	36.40	0.45		
TOTAL	199	190.05			

Según los resultados presentados en el cuadro 18, la significancia es menor al 0.05, por lo que existe diferencia significativa entre los tratamientos para la variable rendimiento.

Por lo tanto, se procedió a realizar la prueba de medias de Duncan al 5 % de significancia (ver cuadro 40A).

Según Duncan, no existe diferencia significativa entre los tratamientos 1053 con 4.9 t/ha, 1043 con 4.7 t/ha, 1051 con 4.5 t/ha, 1069 con 4.5 t/ha, 1039, 1057 con 4.4 t/ha y el TESTIGO DK-390 con 4.4, 1014 y 1036 con 4.3 t/ha, 1055, 1016, 1042 y 1088 con 4.2 t/ha, 1032 y 1013 con 4.1 t/ha, 1075, 1048, 1054, 1020, 1008, 1044, 1085 y 1047 con 4.0 t/ha, 1084, 1007, 1090 y 1026 con 3.8 t/ha, 1024, 1018, 1021, 1038, 1098, 1028, 1023 y 1004 con 3.7 t/ha, 1029, 1010, 1046 y 1002 con 3.6 t/ha, 1015 y 1027 con 3.5 t/ha, 1073, 1050, 1006, 1099, 1087, 1031 y 1041 con 3.4 t/ha, 1025, 1009, 1019 y 1035 con 3.3 t/ha, y 1100 y 1072 con 3.2 t/ha, pero sí entre el resto de tratamientos.

Por lo tanto, estos 53 tratamientos pueden llegar a ser tan buenos como el testigo comercial DK-390.

En el segundo grupo se encuentran los híbridos 1037 con 3.2 t/ha, 1086, 1034, 1060, 1052 y 1011 con 3.1 t/ha y 1049, 1067, 1017 y 1082 con 3.0 t/ha. No presentan diferencias estadísticas entre ellos pero si, entre el resto de tratamientos.

En el tercer grupo se encuentran los híbridos 1001 y 1022 con 2.9 t/ha, 1003, 1092, 1094, 1064 y 1095 con 2.7 t/ha, 1058, 1081, 1097, 1096 y 1089 con 2.6 t/ha, 1012, 1076, 1077, 1083 y 1040 con 2.5 t/ha, 1043, 1045 y 1078 con 2.4 t/ha, 1074, 1079, 1062, 1066 y 1005

con 2.3 t/ha, 1063 y 1070 con 2.2 t/ha, 1071 con 2.0, 1080 con 1.8 t/ha, 1061 y 1033 con 1.7 t/ha, 1065 con 1.6 t/ha, 1059 con 1.5 t/ha, 1068 y 1030 con 1.3 t/ha y 1056 con 1.2 t/ha. No se encontró diferencia entre ellos, se clasificaron como los híbridos que presentaron los rendimientos más bajos.

B. Localidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa

En el cuadro 19, se muestran los resultados del análisis de varianza para la localidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa.

Cuadro 19. Análisis de varianza, para la variable rendimiento (t/ha), en la localidad de Santa Catarina Mita.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIGNIFICANCIA
REP	1	3.38	3.38		
BLOQUE (REP)	18	119.88	6.66		
TRAT	99	98.82	0.99	1.62	0.0118
ERROR	81	49.60	0.61		
TOTAL	199	271.68			

Según los resultados presentados en el cuadro 19, la significancia es menor al 0.05, por lo que existe diferencia significativa entre los tratamientos para la variable rendimiento. Por lo tanto, se procedió a realizar la prueba de medias de Duncan al 5 % de significancia (ver cuadro 41A).

Según Duncan, no existe diferencia significativa entre los tratamientos 1054 y 1053 con 3.9 t/ha, 1048 con 3.7 t/ha, 1042, 1034, 1038 y 1073 con 3.5 t/ha, 1028 con 3.4 t/ha, 1050, 1044, 1057, 1015 y 1036 con 3.3 t/ha, 1032 con 3.0 t/ha, 1001 con 2.8 t/ha, 1043, 1071, 1039, 1055 y el TESTIGO DK-390 con 2.7 t/ha, 1031, 1051, 1087, 1046 y 1058 con 2.6 t/ha, y 1012 y 1005 con 2.5 t/ha. Pero, si existe diferencia significativa entre el resto de tratamientos.

Por lo tanto, estos 26 híbridos pueden llegar a ser tan buenos como el testigo comercial DK-390 y se clasificaron entre los materiales que presentaron el mayor rendimiento en toneladas por hectáreas.

En el segundo grupo se clasificaron los híbridos que presentaron rendimientos intermedios, el 1011, 1086, 1021 y 1081 con 2.4 t/ha, 1008, 1099, 1047, 1041, 1040 y 1037 con 2.3 t/ha, 1007, 1075 y 1097 con 2.2 t/ha, 1003, 1061 y 1010 con 2.1 t/ha, 1084, 1023 y 1083 con 2.0 t/ha, 1025, 1002 y 1045 con 1.9 t/ha, 1013, 1078, 1098, 1033 y 1063 con 1.8 t/ha, 1017, 1016, 1095 y 1004 con 1.7 t/ha, 1060, 1094, 1014, 1006, 120, 1026 y 1069 con 1.6 t/ha, 1077, 1064, 1074, 1018 y 1019 con 1.5 t/ha, 1093, 1049, 1010 y 1082 con 1.4 t/ha, 1089, 1068, 1079 y 1092 con 1.3 t/ha, 1090, 1076 y 1022 con 1.2 t/ha, 1072, 1056, 1067 y 1024 con 1.1 t/ha y 1070 y 1009 con 1.0 t/ha. No presentaron diferencias entre ellos pero si, entre el resto de tratamientos.

El tercer grupo identificado, sin encontrar diferencias significativas entre ellos, pero si, entre los demás tratamientos se encuentran los híbridos 1052 y 1059 con 1.0 t/ha, 1080 con 0.9 t/ha, 1030, 1027 y 1035 con 0.8 t/ha, 1062 y 1065 con 0.7 t/ha, 1096, 1088 y 1029 con 0.6 t/ha y 1066 y 1085 con 0.5 t/ha. Presentaron los valores medios de rendimiento más bajos en relación al resto de los tratamientos.

C. Comparación del comportamiento de la variable rendimiento en las dos localidades.

A continuación se presentan las gráficas de los valores medios de la variable rendimiento, para los 100 híbridos evaluados en las dos localidades (figuras 20, 21, 22, 23 y 24).

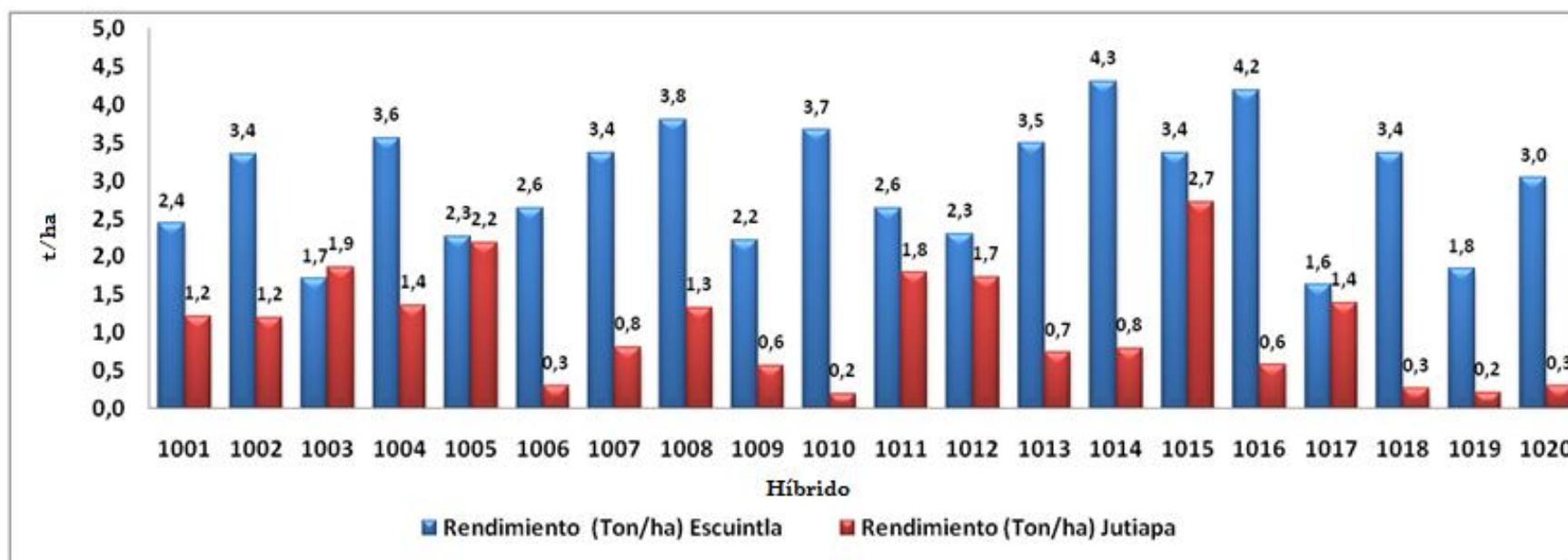


Figura 20. Gráfico de comparación de los valores medios de rendimiento en las dos localidades (materiales del 1001 a 1020).

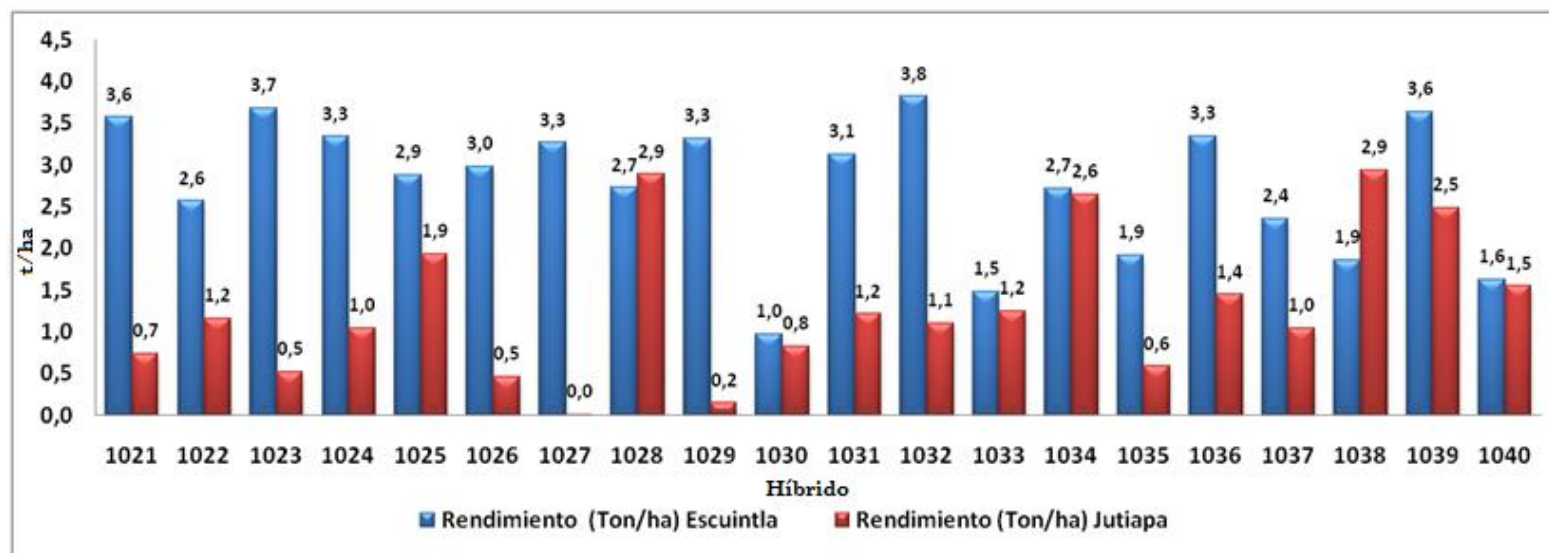


Figura 21. Gráfico de comparación de los valores medios de rendimiento en las dos localidades (materiales del 1021 a 1040).

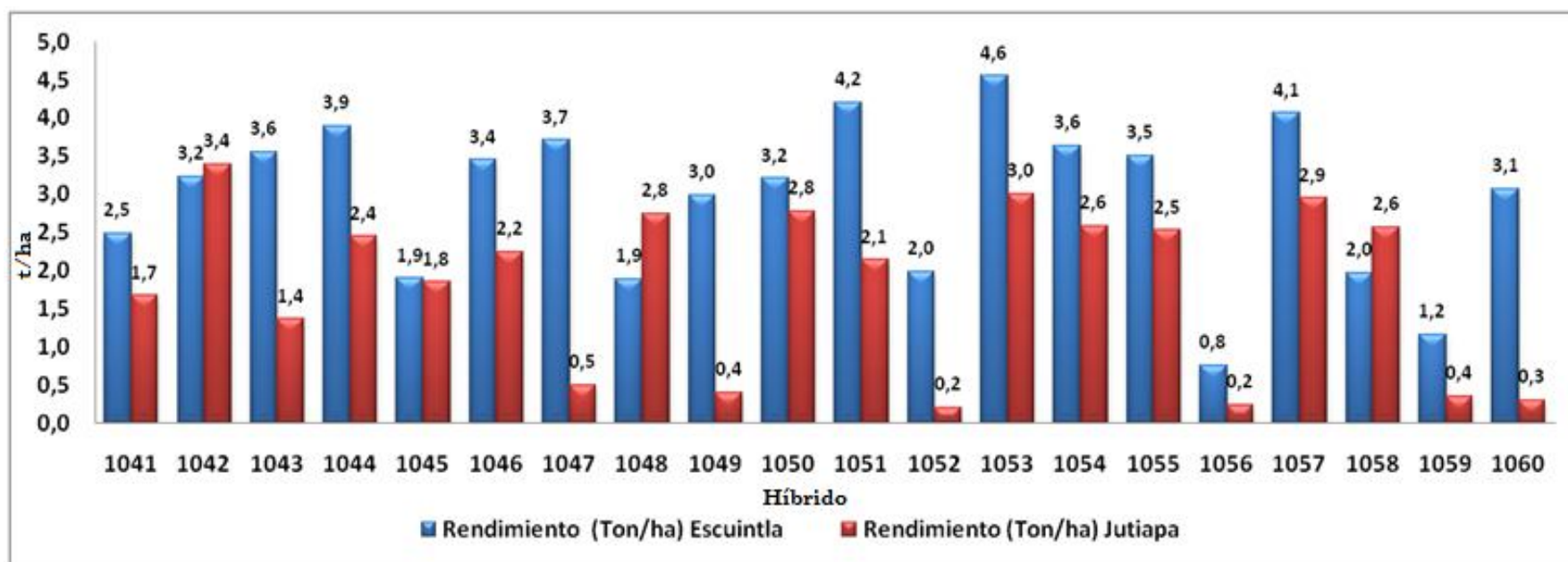


Figura 22. Gráfico de comparación de los valores medios de rendimiento en las dos localidades (materiales del 1041 a 1060).

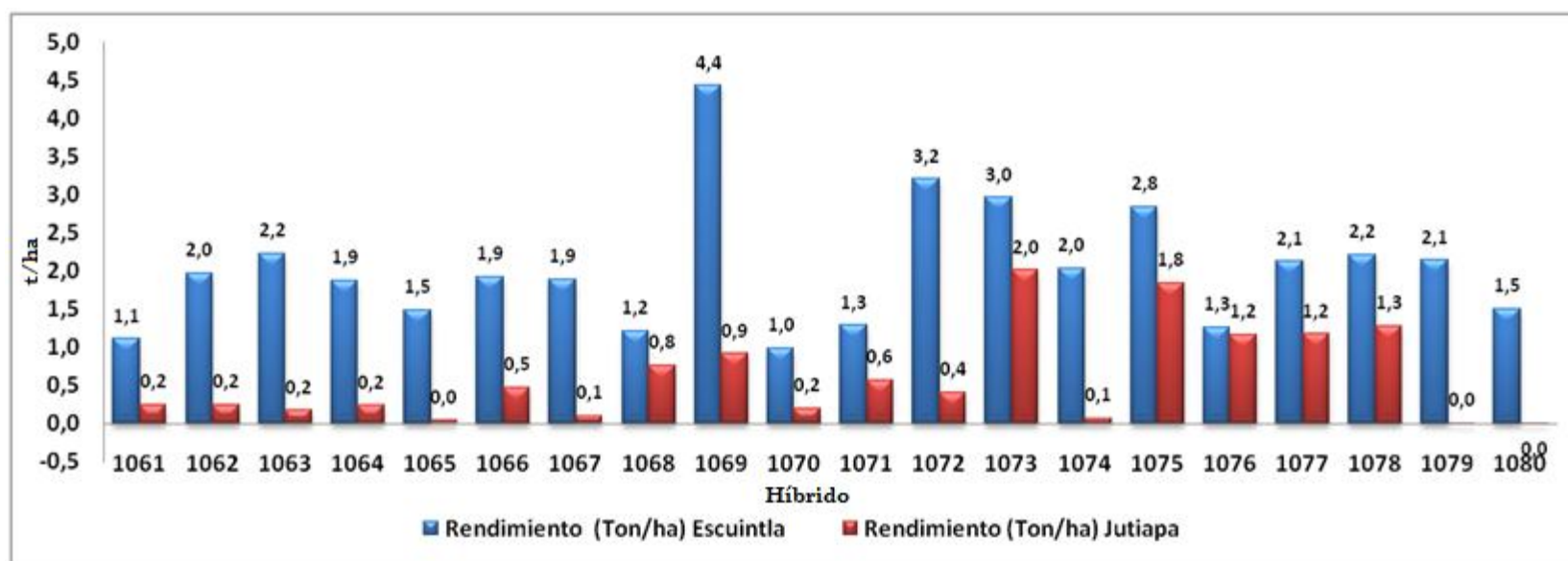


Figura 23. Gráfico de comparación de los valores medios de rendimiento en las dos localidades (materiales del 1061 a 1080).

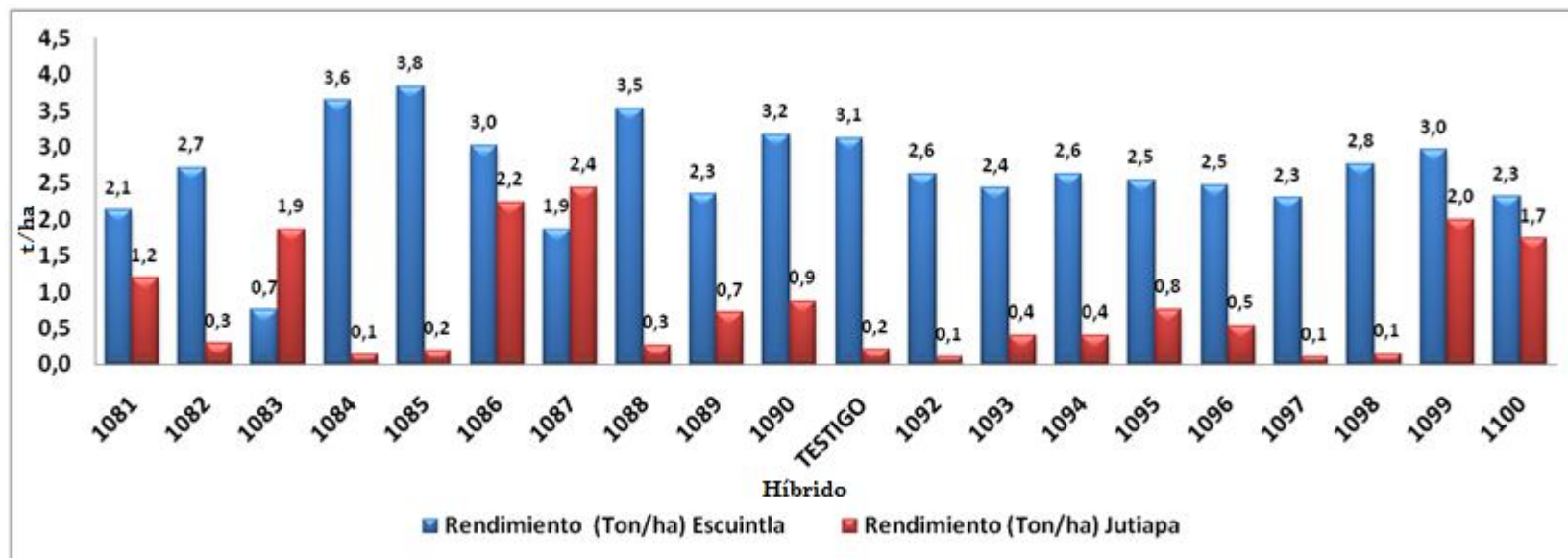


Figura 24. Gráfico de comparación de los valores medios de rendimiento en las dos localidades(materials del 1081 a 1100).

Como se observa en la figura 20, los híbridos 1003 y 1005 obtuvieron rendimientos similares en las dos localidades. El híbrido 1014 y 1016 presentaron una diferencia en rendimiento bastante alta en las dos localidades, con 3.5 y 3.6 t/ha respectivamente, siendo mayor en la localidad de Escuintla.

En la figura 21, los híbridos 1034 y 1040 presentaron rendimientos similares en las dos localidades, los híbridos 1027 y 1029 presentaron rendimientos bajos en la localidad de Jutiapa con 0.0 y 0.2 t/ha, en comparación con los rendimientos obtenidos en la localidad de Escuintla, con 3.3 t/ha cada uno.

Como se observa en la figura 22, el híbrido 1045 presentó un rendimiento similar en las dos localidades. En este grupo de materiales, el híbrido que presentó la mayor variación en rendimiento es el 1047 con 3.7 t/ha en la localidad de Escuintla y 0.5 t/ha en la localidad de Jutiapa, presentando una diferencia de 3.2 t/ha.

Como se observa en la figura 23, el híbrido 1076 presenta rendimientos similares en las dos localidades con 1.3 y 1.2 t/ha. El híbrido 1069 presenta la mayor variación en este grupo, con un rendimiento de 0.9 t/ha en Jutiapa y 4.4 t/ha en Escuintla, mostrando una diferencia bastante alta, 3.5 t/ha. Los híbridos 1065, 1079 y 1080 presentaron los rendimientos más bajos en Jutiapa, con 0.0 t/ha, cada material.

En la figura 24, el último grupo de materiales (1081 a 1100), ningún híbrido se comportó de manera similar en las dos localidades. El híbrido 1085 es el que presentó la mayor diferencia entre las dos localidades, con 0.2 t/ha en Jutiapa y 3.8 t/ha en Escuintla, mostrando una diferencia en el rendimiento de 3.6 t/ha y el híbrido 1084 con una diferencia en rendimiento de 3.5 t/ha, presentando un mayor rendimiento en Escuintla, con 3.6 t/ha. Los híbridos 1082, 1088, 1089, el testigo, 1092, 1093, 1094, 1097 y 1098 presentaron diferencias altas en rendimiento en las dos localidades.

Al comparar los resultados estadísticos para la variable rendimiento en las dos localidades, se observa que hubo una variación en el comportamiento de los híbridos en cuanto a rendimiento.

Para la Nueva Concepción, Escuintla se obtuvieron rendimientos más altos (4.9 t/ha el más alto) en relación a los obtenidos en Santa Catarina Mita, Jutiapa (3.9 t/ha el más alto), presentándose los rendimientos más altos en diferentes materiales; el híbrido 1053 para Nueva Concepción y el híbrido 1054 para Santa Catarina Mita, Jutiapa.

Esta diferencia, en el rendimiento de los híbridos, pudo estar influenciada por las características edafoclimáticas de cada una de las localidades, tomando en cuenta que existen diferencias en las condiciones de clima y suelo para cada ambiente.

En maíz, en particular, el rendimiento está ligado íntimamente, en la interacción que se da entre el genotipo con el ambiente (Andrade, 1996).

El crecimiento y desarrollo de las plantas depende de su constitución genética, de las condiciones de suelo y clima donde se establece el cultivo. Los genotipos responden diferentemente a los factores del ambiente (plagas, enfermedades, temperaturas principalmente), que se manifiestan en diversos grados a lo largo de la estación del crecimiento y que impactan en el rendimiento (Ramírez; *et al*, 2010).

De acuerdo a Nakasone (1996), los maíces híbridos deben ser evaluados en diferentes localidades, fechas de siembra, densidades, niveles de riego, etc., debido a que los materiales pueden variar con diferentes manejos y ambientes.

D. Híbridos que presentaron los rendimientos medios más altos en las dos localidades.

En el cuadro 20, se presentan los híbridos con los rendimientos más altos.

Cuadro 20. Híbridos con los rendimientos medios más altos para las dos localidades.

Nueva Concepción, Escuintla		Santa Catarina Mita, Jutiapa	
Híbrido	Rendimiento (t/ha)	Híbrido	Rendimiento (t/ha)
1053	4.9	1054	3.9
1043	4.7	1053	3.9
1051	4.4	1048	3.7
1069	4.4	1042	3.5
TESTIGO	4.4	1034	3.5
1039	4.3	1038	3.5
1057	4.3	1073	3.5
1014	4.3	1028	3.4
1036	4.3	1050	3.3
1055	4.2	1044	3.3
1016	4.2	1057	3.3
1042	4.2	1015	3.3
1088	4.1	1036	3.3
1032	4.1	1032	3.0
1013	4.1	1001	2.8
1075	4.0	1043	2.7
1048	4.0	1071	2.7
1054	4.0	TESTIGO	2.7
1020	4.0	1039	2.7
1008	4.0	1055	2.7

De acuerdo a lo datos mostrados en el cuadro 20, de los 20 materiales que presentaron los rendimientos más altos, solo los híbridos 1053, 1043, 1039, 1057, 1036, 1055, 1042, 1032, 1048 y 1054 se repitieron entre los mejores, para las dos localidades. Un dato muy importante para la selección de híbridos.

Dos aspectos muy importantes para la selección de híbridos es la adaptabilidad de estos en diferentes ambientes, la cual está influenciada por maduración satisfactoria para el área de producción, la respuesta al grado de fertilidad del suelo, resistencia al calor y sequía, resistencia al frío y resistencia a plagas y enfermedades y la estabilidad del híbrido, esto

quiere decir que el material mantendrá sus características agronómicas y de rendimiento en diferentes ambientes.

2.6.2 Características agronómicas.

El rendimiento es un carácter complejo y su expresión depende del funcionamiento y la interacción de varios componentes y características tales como: altura, precocidad, acame, buen aspecto de planta y mazorca, tolerancia a plagas y enfermedades, entre otros. (De la Cruz, 2007).

Las características agronómicas de cada uno de los híbridos se tomaron en base a los indicadores establecidos.

A continuación se presenta el análisis descriptivo de las características agronómicas de los 20 materiales que mostraron los rendimientos más altos, en cada localidad.

A. Características agronómicas de los 20 materiales que presentaron los rendimientos medios más altos, en la localidad de Nueva Concepción, Escuintla.

En el cuadro 21, se resumen las características agronómicas de 20 híbridos, los cuales presentaron el rendimiento más alto, de los 100 materiales.

Cuadro 21. Valores medios de las características agronómicas de los 20 materiales que presentaron los valores más altos de rendimiento (t/ha). Nueva Concepción, Escuintla.

Material	Rend. (t/ha)	Días flor. Masc	Días flor. Fem	Alt. Plt. (cm)	Alt. Maz. (cm)	% Acam Raíz	% Acam Tallo	% Maz desc.	No. Plts. Csch	No. Maz Csch	No. Maz Pod	Asp. Plt. (1-5)	Asp. Maz (1-5)	B. may. (1-5)	Hemil. (1-5)	Roya (1-5)
1053	4.9	55	55	225	125	42	9	1	52	51	2	4	3	4	3	3
1043	4.7	55	56	230	115	19	23	5	51	49	10	4	4	3	3	3
1051	4.4	54	54	250	145	36	23	4	52	55	4	4	4	3	3	4
1069	4.4	50	51	225	120	47	6	3	51	53	5	4	3	4	3	3
TESTIGO	4.4	50	50	238	140	30	25	2	50	50	5	4	3	4	3	3
1039	4.3	54	54	225	118	24	10	6	52	50	4	4	3	3	3	3
1057	4.3	54	54	235	118	37	11	5	51	52	11	4	4	3	3	3
1014	4.3	53	52	228	120	44	27	3	51	50	6	4	3	3	3	4
1036	4.3	57	57	250	128	32	6	2	51	49	12	4	3	3	3	3
1055	4.2	51	52	215	118	56	6	1	52	53	3	4	4	3	3	4
1016	4.2	53	53	228	115	40	12	2	52	54	5	4	3	3	4	4
1042	4.2	56	56	218	110	18	17	2	52	52	3	3	3	3	3	4
1088	4.1	56	57	218	118	34	19	3	50	49	5	4	3	3	3	3
1032	4.1	54	55	238	128	43	7	1	51	55	7	4	3	3	3	3
1013	4.1	52	53	213	123	36	13	3	52	56	4	4	3	4	3	4
1075	4.0	55	56	250	113	29	5	4	52	49	7	4	4	3	3	4
1048	4.0	55	58	223	113	17	4	1	52	46	9	3	4	3	3	3
1054	4.0	52	52	240	128	56	6	1	50	53	4	4	3	3	4	4
1020	4.0	54	53	223	110	47	9	6	51	53	3	4	3	3	3	3
1008	4.0	54	55	235	133	44	19	3	51	52	5	4	3	3	3	4

Según los datos del cuadro 21, el híbrido 1069 es el más precoz, con 50 y 51 días a floración masculina y femenina, respectivamente. El tratamiento más tardío es el 1036 con 57 días a floración, con una diferencia de 7 días entre ellos. El resto de materiales se encuentran en un rango de 51 a 56 días.

Para esta localidad (Escuintla), las diferencias de tiempo registrado para los indicadores de floración, se debe exclusivamente a las características genéticas de los híbridos; pues los tratamientos se encontraban bajo el mismo manejo agronómico y en las mismas condiciones de clima y suelo.

El rango de floración entre la masculina y la femenina está entre 0 a 3 días, un tiempo adecuado para la polinización.

Genéticamente, se busca a través de los cruzamientos, acortar el ciclo de los híbridos, debido principalmente a que existen zonas secas con periodos de lluvias muy cortos, donde los híbridos precoces producen mejor (Nole, 2012).

El híbrido 1013, presentó la menor altura de planta con 213 centímetros, seguido por el híbrido 1055 con 115 centímetros. Los híbridos 1051, 1036 y 1075 presentaron la mayor altura de planta con 250 cm.

El sistema de producción requiere híbridos de portes más bajos, los híbridos que expresan una menor altura de planta, permiten aumentar la densidad de siembra; por lo tanto, a mayor número de plantas por hectárea, mayor producción y rentabilidad (Nole, 2012).

El valor de longitud de mazorca más bajo lo presentaron los híbridos 1042 y 1020 con 110 cm. El resto de materiales presentaron valores intermedios que van de 133 a 113 cm de longitud.

La altura de la mazorca en la planta es un tema muy importante dentro de un programa de selección, una mazorca situada en la parte alta de la planta facilita el acame de tallo o quiebre de esta, además, complica la cosecha manual y es inadecuada para la cosecha mecanizada.

Los híbridos 1048 y 1042 presentaron los porcentajes de acame de raíz más bajos, con 17 y 18 % respectivamente. Los porcentajes de acame de tallo más bajo lo presentaron los híbridos 1048 con 4 % y el 1075 con 5 %.

Los híbridos 1069, 1020, 1008, 1014, 1032, 1053 y 1016 presentaron porcentajes de acame de raíz entre el 40 y 47 por ciento y acame de tallo de 6%, 19%, 27%, y 7%

respectivamente. El testigo DK-390 se encuentra en el rango de 37 a 30 por ciento de acame de raíz y un 25% de acama de tallo.

El acame en los híbridos, para esta localidad, pudo estar influenciado por las características climáticas del lugar; debido a que, durante el desarrollo de la investigación se reportaron fuertes vientos, después de la etapa de la floración, lo que provocó (sobre todo en aquellos materiales que presentaron las mayores alturas de planta y mazorca), el quiebre de tallos.

El menor porcentaje de mazorcas mal cubiertas lo presentaron los híbridos 1054, 1032, 1055, 1048 y 1053 con un 1%, los híbridos 1020 y 1039 presentaron el mayor porcentaje, con un 6%. El resto de materiales estuvo en un rango de 2 a 5 por ciento.

La cobertura de mazorca es muy importante en el maíz, una mala cobertura permite la penetración de plagas, hongos y bacterias, las cuales dañan la mazorca y afecta directamente la producción.

El número de plantas cosechadas se presentó de una manera muy similar en todos los materiales. En este caso los híbridos 1053, 1051, 1039, 1055, 1016, 1042, 1013, 1075 y 1048 presentaron el mayor número, con 52 plantas de 52 sembradas, en el segundo lugar están los híbridos 1043, 1069, 1057, 1014, 1036, 1032, 1020 y 1008 con 51 plantas cosechadas, en el tercer grupo los híbridos 1051, 1088, 1055y el testigo DK-390 con 50 plantas cosechadas.

El híbrido 1013, presentó el mayor número de mazorcas cosechadas con 56 mazorcas, seguido por los híbridos 1051 y 1016 con 55 y 54 mazorcas, respectivamente. El resto de tratamientos se encuentran en un rango de 46 a 50 mazorcas.

El rendimiento está estrechamente relacionado con la cantidad y calidad de las mazorcas, a mayor cantidad de mazorcas cosechas aumenta la posibilidad de obtener altos rendimientos.

El menor número de mazorcas podridas lo presentó el híbrido 1053 con 2 mazorcas podridas de 52 mazorcas cosechadas. El testigo DK-390 presentó 5 mazorcas podridas de 50 mazorcas cosechadas. El resto de tratamientos se encuentran en un rango de 3 a 10 mazorcas podridas.

Se consideró podrida a todas las mazorcas que en el momento de la cosecha se encontraron dentro de la calificación 2 y 5 (del 10 % al 40 % de grano podrido).

Las mazorcas podridas es un dato que se debe tomar muy en cuenta al momento de la selección de materiales, debido a que una gran pérdida en las cosechas es producida por la pudrición de la mazorca.

Los aspectos de planta y mazorca fueron muy similares en todos los híbridos, éstos estuvieron en una escala de 3 y 4, lo que indica que presentaron características de uniformidad de regular a deficiente.

Este dato también estuvo influenciado por el número de acame de tallo y raíz y el número de mazorcas mal cubiertas de cada material, para el aspecto de planta, principalmente. El híbrido 1053 que tiene el mayor rendimiento en t/ha, presentó un aspecto de planta y mazorca deficiente y regular, respectivamente. El testigo comercial DK-390, presentó un aspecto de planta deficiente y un aspecto de mazorca regular.

Según Guerra citado por Nole (2012), dentro del mejoramiento del maíz híbrido, existe la selección de caracteres identificables, que permiten aceptar o descartar dichos aspectos que no van acorde con el material en estudio.

El maíz es atacado por un gran número de patógenos que causan importantes daños económicos en su producción. Por lo tanto, se tomaron en cuenta las que más se presentan en la localidad (Escuintla).

Los 20 materiales que presentaron el mayor rendimiento, fueron susceptibles a las tres enfermedades estudiadas durante la investigación y que se encuentran distribuidas en la zona de producción; además, de ser de importancia económica para el maíz.

Para el patógeno *B. maydis* la escala de enfermedad estuvo entre 3 y 4 en todos los híbridos, por lo tanto, se les considera semi-enfermas a enfermas.

La enfermedad de tizón por *Helminthosporium*, afectó a todos los híbridos en una menor escala que la de tizón por *B. maydis*, ya que se presentó en una escala de 3 lo que califica a los materiales como semi-enfermos.

La roya afectó en una misma escala que *B. maydis* con calificaciones de 3 y 4 clasificando los materiales como semi-enfermos y enfermos, respectivamente.

B. Características agronómicas de los 20 materiales que presentaron los rendimientos medios más altos, en la localidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa.

En el cuadro 22, se resumen las características agronómicas de 20 híbridos, los cuales presentaron el rendimiento más alto, de los 100 materiales evaluados en Santa Catarina Mita, Jutiapa.

Los rendimientos de los híbridos en la localidad de Jutiapa son más bajos en relación a los rendimientos obtenidos en la localidad de Escuintla; pudieron interferir diferentes factores ambientales, tratándose de localidades con diferentes características climáticas y diferentes condiciones de suelo.

Cuadro 22. Valores de las características agronómicas de los materiales que presentaron los valores de rendimiento más altos en la localidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa.

Material	Rend. (t/ha)	Días flor. Masc	Días flor. Fem	Alt. Plt. (cm)	Alt. Maz (cm)	% Acam Raíz	% Acam Tallo	% Maz desc	No. Plts. Csch	No. Maz Csch	No. Maz Pod	Asp. Plt. (1-5)	Asp. Maz (1-5)	B. may. (1-5)	Helmi. (1-5)	Roya (1-5)
1054	4.0	63	67	145	75	2	0	3	43	37	4	3	3	3	3	3
1053	4.0	67	68	158	90	2	0	5	48	37	8	4	4	3	3	3
1048	3.7	63	68	148	83	4	0	2	48	43	13	4	4	3	4	3
1042	3.6	63	66	155	85	0	0	7	52	46	15	4	4	3	4	3
1034	3.6	62	65	155	95	4	0	13	48	38	15	3	4	3	3	3
1038	3.6	63	65	148	90	2	2	0	52	40	2	4	3	3	3	3
1073	3.5	64	65	130	83	0	0	10	44	39	11	4	4	3	3	3
1028	3.4	65	68	165	90	2	2	0	48	42	8	4	3	3	3	3
1050	3.4	64	67	158	103	0	0	9	49	44	9	4	4	3	4	3
1044	3.4	65	67	148	78	4	0	5	50	39	13	4	4	3	3	3
1057	3.4	64	67	148	83	6	0	10	51	39	9	4	4	3	3	3
1015	3.4	65	67	128	80	2	2	5	49	41	9	4	4	3	3	3
1036	3.3	64	66	143	78	2	0	10	49	42	16	4	4	3	4	3
1032	3.0	68	69	150	73	0	0	0	48	39	11	4	4	3	4	3
1001	2.9	66	69	133	83	2	0	8	44	36	7	4	3	3	3	3
1043	2.8	67	70	148	83	4	0	11	48	36	9	3	4	3	4	3
1071	2.8	63	66	130	75	0	3	11	39	28	7	4	4	3	3	3
TESTIGO	2.7	69	67	160	100	2	9	7	45	29	3	4	4	3	4	3
1039	2.7	63	68	148	88	0	0	16	51	44	7	4	4	3	3	3
1055	2.7	66	64	135	83	3	0	3	40	31	4	3	3	3	3	3

Según los datos del cuadro 22, los híbridos 1034, 1042, 1071, 1054 1048, 1038 y 1039 fueron los más precoces con 62 y 63 días a floración masculina. El híbrido más tardío es el testigo DK-390 con 69 días, con una diferencia de 6 y 7 días entre ellos. El resto de materiales se encuentran en un rango de 64 a 68 días.

Si se compara con la localidad de Escuintla el rango es más amplio para la localidad de Jutiapa.

Al realizar la comparación entre las dos localidades se marca una diferencia de 12 y 11 días en la floración masculina y femenina, respectivamente; en el área de Escuintla el ciclo es más corto y en Jutiapa el ciclo del cultivo es más largo; esto se debe, a los factores climáticos que caracterizan a cada localidad; se aprecia una mínima diferencia en la

temperatura, pero hay una diferencia considerable en la altitud en la que se encuentran (Nueva Concepción a 55 msnm y Sta. Catarina Mita a 900 msnm), esta es un factor determinante en la precocidad.

El híbrido 1015 presentó la menor altura de planta, con 128 cm. El resto de tratamientos se encuentran en rangos de 130 a 160 cm de altura. El valor más bajo, de altura de mazorca lo presentó el híbrido 1032 con 73 centímetros.

Los valores de altura de planta y mazorca variaron significativamente en las dos localidades, presentándose valores más altos en Nueva Concepción, Escuintla. Factor que pudo interferir en que se presentara un menor porcentaje de acame en la localidad de Santa Catarina Mita, como se verá adelante.

Como se muestra en el cuadro 20, los híbridos que presentaron el menor porcentaje de acame de raíz son 1042, 1073, 1050, 1032, 1071 y 1039 con 0% y el híbrido que presentó el mayor porcentaje es el 1057 con un 6%, el resto de materiales se encuentran en un rango de 2 a 4 por ciento de acame de raíz.

El porcentaje de acame de tallo más bajo lo presentaron los híbridos 1054, 1053, 1048, 1042, 1034, 1073, 1050, 1044, 1057, 1036, 1032, 1001 1043, 1049 y 1055 con 0% de acame, el testigo DK-390 presentó en valor más alto de acame de tallo con 9%.

Con base a lo anterior y haciendo una comparación entre las dos localidades, en Santa Catarina Mita hubo menor quiebre de plantas por acame de raíz y tallo siendo menor en la última; esto pudo estar influenciado por la altura de las plantas, la cual fue menor para esta localidad.

El porcentaje más bajo de mazorcas mal cubiertas lo presentaron los híbridos, 1038, 1028 y 1032 con un 0% y el híbrido 1039, presentó el porcentaje más alto con un 16. Los demás materiales están en un rango de 2 a 13 por ciento.

Los híbridos 1042 y 1038 presentaron el mayor número de plantas cosechadas con 52 plantas de 52 plantas sembradas, seguido por los híbridos 1057 y 1039 con 51 plantas. Los híbridos 1055 y 1071 presentaron el menor número de plantas cosechadas con valores de 40 y 39, respectivamente.

El híbrido 1042 presentó el mayor número con 46 mazorcas cosechadas de 52 plantas cosechadas, los híbridos DK-390 y el 1071 presentaron los valores más bajos con 29 y 28 mazorcas de 45 y 39 plantas cosechadas.

Haciendo una comparación, el híbrido que presenta el mayor rendimiento (1054 con 4.0 t/ha), no presentó el mayor número de plantas y mazorcas cosechadas, esto nos indica que el rendimiento no solo depende de estos dos factores, sino que también de la calidad de la mazorca, como se mencionaba anteriormente.

El híbrido 1039 y el testigo DK-390 presentaron los valores más bajos de mazorcas podridas con 2 y 3 de 40 y 29 mazorcas cosechadas, respectivamente. El híbrido que presentó mayor número de mazorcas podridas es el 1036 con 16 de 42 mazorcas cosechadas. El resto de tratamientos está en el rango de 4 a 15 mazorcas podridas. Se consideró podrida a todas las mazorcas que en el momento de la cosecha se encontraron dentro de la calificación 2 y 5 (del 10 % al 40 % de grano podrido).

Para los aspectos de mazorca y planta, los valores medios estuvieron entre 3 y 4, regular y malo respectivamente. Basados en las características de uniformidad de la planta a los 80 días después de la siembra y la mazorca al momento de la cosecha.

En esta localidad, se estudiaron las mismas enfermedades que en la localidad de Escuintla debido a que se encuentran distribuidas en las dos regiones del país.

Al igual que en la localidad de Nueva Concepción en Santa. Catarina Mita, los 20 híbridos que presentaron el mayor rendimiento, fueron susceptibles a las tres enfermedades. Aunque dos de estas en un grado menor.

Para el patógeno *B. maydis* la escala de la enfermedad estuvo en 3 en todos los híbridos, se consideran, según la escala como semi-enfermo. A diferencia de la otra localidad que hubo híbridos en una escala de 4 (enfermos).

El comportamiento de los híbridos en relación a la enfermedad de tizón por *Helminthosporium*, fue muy parecida al de la otra localidad con escalas de 3; semi-enfermos y 4; enfermos y en esta localidad afectó a todos los híbridos en una escala mayor que la de tizón por *B. maydis*.

La roya afectó en una misma escala que *B. maydis* con calificaciones de 3 clasificando los materiales como semi-enfermo. En la localidad de Nueva Concepción, la roya afectó en una escala mayor clasificando algunos materiales como enfermos, según la escala de CIMMYT.

2.7 CONCLUSIONES

1. Para la localidad de Nueva Concepción, dentro del primer grupo, que no presentaron diferencias significativas entre ellos, los híbridos 1053 y 1043 presentaron los rendimientos más altos, con 4.9 y 4.7 t/ha, respectivamente, estos híbridos pueden llegar a ser tan buenos como el testigo comercial DK-390, el cual obtuvo un rendimiento de 4.4 t/ha.
2. En la localidad de Santa Catarina Mita, dentro del primer grupo, que no presentaron diferencias significativas entre ellos, los híbrido 1054 y 1053 presentaron el rendimiento más alto, con 3.9 t/ha, cada uno; estos pueden llegar a ser tan buenos como el testigo comercial DK-390, este presentó un rendimiento de 2.7 t/ha.
3. En la localidad de Nueva Concepción, Escuintla, el híbrido 1069 fue el más precoz, con 50 y 51 días a floración masculina y femenina, respectivamente.

4. La menor altura la presentó el híbrido 1013, con 213 cm de altura de planta y 118 cm de altura de mazorca. El híbrido 1048 presentó los menores porcentajes de acame de raíz y tallo, con 17 y 4 %.
5. Los híbridos 1048, 1054, 1053 y 1055, presentaron el menor porcentaje de mazorcas descubiertas, con un 1 %. El híbrido 1051 presentó la mayor cantidad de plantas y mazorcas, con 52 plantas y 56 mazorcas cosechadas y el menor número de mazorcas podridas, 2 de las 56 cosechadas.
6. El híbrido 1042, presentó el mejor aspecto de planta y mazorca, clasificado como regular. Todos los híbridos fueron susceptibles a las tres enfermedades.
7. En la localidad de Santa Catarina Mita, el híbrido 1034 fue el más precoz, con 62 y 65 días a floración masculina y femenina, respectivamente.
8. La menor altura la presentó el híbrido 1015, con 128 cm de altura de planta y 80 cm de altura de mazorca. Los híbridos 1042, 1073, 1050, 1032, 1071 y 1039, presentaron los menores porcentajes de acame, con un 0 %.
9. Los híbridos 1038, 1028 y 1032, presentaron el menor porcentaje de mazorcas descubiertas, con un 0 %. El híbrido 1042 presentó la mayor cantidad de plantas y mazorcas, con 52 plantas y 45 mazorcas cosechadas. El híbrido 1038, obtuvo el menor número de mazorcas podridas, con 2 mazorcas de 40 cosechadas.
10. El híbrido 1054, presentó el mejor aspecto de planta y mazorca, clasificado como regular. Todos los híbridos fueron susceptibles a las tres enfermedades.

2.8 RECOMENDACIONES

1. Realizar evaluaciones a nivel de campo, mediante parcelas de prueba para validar los híbridos superiores.

2. Analizar la adaptabilidad y estabilidad de los híbridos superiores de acuerdo al potencial de rendimiento y las características agronómicas, mediante evaluaciones en diferentes ambientes, con el fin de establecer zonas para la comercialización de los híbridos.

2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. Bedoya, C. 2010. Teocintle el ancestro común del maíz (en línea). México. Consultado 13 dic 2015. Disponible en www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/201/ca201-32.pdf
2. Calderón, E. 2012. Diagnóstico de las principales plagas de insecto y patógenos de los cultivos de papaya (*Carica papaya* L.) y maíz (*Zea mays*), en la finca La Vega, El Zapotillo, en el municipio de Chiquimula y servicios realizados en la carrera de agronomía del Centro Universitario de Oriente (CUNORI), Guatemala, C.A. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, FAUSAC. 214 p.
3. Cifuentes Hernández, EG. 2014. Características agronómicas y rendimiento de once híbridos de maíz; Retalhuleu, Retalhuleu (en línea). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad Rafael Landívar. Consultado 16 mar 2015. Disponible en <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2013/06/04/Ramirez-Edgar.pdf>
4. CIMMYT, MX. 2006. Manejo de los ensayos e informe de los datos para el Programa de Ensayos Internacionales de Maíz (en línea). México. Consultado 3 abr 2015. Disponible en <http://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/764/68309.pdf>
5. De León, L. 2013. Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión (en línea). Tesis Lic. Administrador de Empresas. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Económicas. Consultado 16 mar 2015. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03_0840_v12.pdf.
6. Deras, M. 2009. Guía técnica del cultivo de maíz (en línea). El Salvador. Consultado 13 dic 2015. Disponible en http://www.observatorioredsicta.info/sites/default/files/docpublicaciones/el_salvador_guiatecnica_maiz_2014.pdf
7. Doebley, J. 2004. The genetics of maize evolution. Estados Unidos, Universidad de Wisconsin. Consultado 12 dic 2015. Disponible en <http://teosinte.wisc.edu/pdfs/DoebleyAnnRev2004.pdf>

8. FAO, IT. 2013. Producción de maíz en América Latina (en línea). Agro Noticias América Latina y El Caribe. Consultado 3 abr 2015. Disponible en <http://www.fao.org/agronoticias/agronoticias/detalle/es/c/180158/>
9. Garcés, T. 2011. Severidad de *Curvularia* en 67 líneas autofecundadas S4 de maíz amarillo (en línea). Costa Rica. Consultado 16 dic de 2015. Disponible en http://www.uteq.edu.ec/revistacyt/publico/archivos/C2_severidad%20de%20curvularia.pdf
10. González, M. 2007. Roya del maíz (en línea). Argentina. Consultado 16 dic 2015. Disponible en http://laquiasata.com/joomla/index.php?option=com_content&view=article&id=1147:puccinia-sorghi&catid=67:nombres-cientifico&Itemid=69
11. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2010a. Estación meteorológica Asunción Mita (en línea). Guatemala. Consultado 18 mar 2015. Disponible en <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTACIONES/JUTIAPA/ASUNCION%20MITA%20PARAMETROS.htm>
12. _____. 2010b. Estación meteorológica Tiquisate (en línea). Guatemala. Consultado 18 mar 2015. Disponible en <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTACIONES/ESCUINTLA/TIQUISATE%20PARAMETROS.htm>
13. Laffitte, H. 1994. Identificación de problemas en la producción de maíz tropical: guía de campo. México, CIMMYT. 122 p.
14. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2014. Informe actualizado de maíz blanco para el año agrícola 2014/2015 (en línea). Guatemala. Consultado 15 mar 2015. Disponible en <http://web.maga.gob.gt/download/info-maiz-feb.pdf>
15. Malaguti, G. 2008. Enfermedades foliares causadas por tizón (en línea). Venezuela, INIA. Consultado 16 dic 2015. Disponible en http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at2104/arti/malaguti_g.htm
16. Matsuoka, Y; Mitchell, SE; Kresovich, S; Goodman, M; Doebley, J. 2002. Domesticación del maíz. Estados Unidos, Universidad de Wisconsin. Consultado 15 dic 2015. Disponible en <http://www.pnas.org/content/99/9/6080.full.pdf>
17. Monterroso Salvatierra, D. 2011. Manual técnico para el manejo del complejo de mancha de asfalto. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 22 p. Consultado 16 dic 2015. Disponible en <http://www.manchadeasfalto.com/Artecnicos/Manual%20tecnico%20para%20el%20manejo%20del%20complejo%20Mancha%20de%20Asfalto%20del%20maiz.pdf>

18. Nole, P. 2012. Evaluación agronómica de ocho híbridos experimentales frente a tres híbridos comerciales de maíz. Tesis Ing. Agr. Ecuador, Universidad Nacional de Loja. 123 p.
19. Ortas, L. 2008. Características del cultivo del maíz (en línea). Costa Rica. Consultado 3 abr 2015. Disponible en <http://nolaboreo.es/publicaciones/articulos/pdf/maiz.pdf>
20. Ortega, C. 2006. Insectos nocivos para el maíz: una guía para su identificación en campo (en línea). México. Consultado 15 dic 2015. Disponible en <http://repository.cimmyt.org/xmlui/handle/10883/732>
21. Oscanoa, C; Sevilla, R. 2011. Mejoramiento conservativo del maíz en la sierra del Perú (en línea). Perú. Consultado 13 dic 2015. Disponible en <http://www.bvcooperacion.pe/biblioteca/bitstream/123456789/884/1/BVCI0000873.pdf>
22. Osorio, M. 2008. Aporte a las actividades de la Oficina Municipal de Planificación de Santa Catarina Mita, Jutiapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, FAUSAC. 89 p.
23. Pionner, Dupont Bussines. 2000. Manejo de producción de tallos en maíz (en línea). Costa Rica. Consultado 15 dic 2015. Disponible en http://www.pioneer.com/CMRoot/International/Argentina_Intl/AGRONOMIA/boletines/MANEJO_PUDRICION_DE_TALLOS.pdf
24. Rivas, M. 2000. Mejoramiento de plantas alógamas (en línea). Colombia. Consultado 15 mar 2015. Disponible en <http://www.fagro.edu.uy/~fitotecnia/docencia/materiales%20teoricos/alogamas%201.pdf>
25. SEGEPLAN, GT. 2010. Plan de desarrollo, Tiquisate, Escuintla (en línea). Guatemala. Consultado 23 mar 2015. Disponible en http://www.segeplan.gob.gt/2.0/media/k2/attachments/PDM_506.pdf
26. Segura Galindo, LA. 2008. Evaluación de 19 híbridos de maíz blanco (*Zea mays*) procedentes de diferentes localidades de Latinoamérica, en los campos del Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA), Facultad de Agronomía, zona 12 de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, FAUSAC. 68 p.
27. Serrato, J. 2009. El origen y la diversidad del maíz en el continente americano. México. Consultado 13 dic 2015. Disponible en <http://www.greenpeace.org/mexico/global/mexico/report/2012/9/gporigenmaiz%20final%20web.pdf>
28. Simmons, C; Tárrano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación a nivel de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.

29. Staller, J; Tykot, R; Benz, B. 2006. Isótopos estables y consumo de maíz en el centro occidente Argentino: tendencias temporales y espaciales. Chungará, Revista de Antropología Chilena 42(2):497-513. Consultado 15 dic 2015. Disponible en http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-73562010000200011
30. Vásquez, F. 2013. Apuntes de fitogenética, fitomejoramiento y tecnología de semillas. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 292 p.
31. Wang, K; Tang, D; Wang, M; Lu, J; Chen, J; Wang, X; Cheng, Z. 2005. Genética del maíz (en línea). Consultado 15 dic 2015. Disponible en <http://www.yeastgenome.org/reference/S000130426/overview>
32. Yzarra, W; Trebejo, I; Noriega, V. 2010. Efecto del clima en la producción y productividad del maíz (en línea). Lima, Perú. Consultado 12 dic 2015. Disponible en http://www.senamhi.gob.pe/pdf/estudios/Estudio_Efecto_Produccion_Productividad_de_maiz.pdf

CAPÍTULO III

**PROYECTOS PROFESIONALES REALIZADOS EN LA FINCA EL CERRITO, DE LA
EMPRESA SEMILLAS DEL TRÓPICO, EN EL MUNICIPIO DE NUEVA CONCEPCIÓN,
ESCUINTLA**

3.1 INTRODUCCIÓN

Con la finalidad de mejorar las condiciones de trabajo de la finca “El Cerrito”, buscar alternativas eficientes en los procesos producción y poder evaluar el comportamiento de los híbridos en diferentes localidades y bajo diferentes manejos agronómicos, se ejecutaron tres proyectos con los cuales la empresa Semillas del Trópico, buscaba cumplir con sus propósitos.

Un tema importante en la producción de cultivos agrícolas es el uso seguro y eficaz de productos fitosanitarios, es compromiso de la empresa que los trabajadores conozcan su uso adecuado, utilicen un equipo de aplicación en buenas condiciones y cuenten con las medidas de protección necesarias para evitar cualquier intoxicación. Por lo tanto, se llevó a cabo el establecimiento de métodos y técnicas para el uso y manejo responsable de productos fitosanitarios con los empleados de la finca.

Por otro lado, el uso eficiente del recurso agua en la producción agrícola es cada vez necesario. Con este fin, se realizó la instalación de un sistema de riego por goteo en una parcela de maíz.

Dentro de los programas de fitomejoramiento es importante conocer el comportamiento de híbridos y saber si estos mantienen su estabilidad en condiciones ambientales diferentes. Por tanto, establecer parcelas demostrativas en diferentes localidades es una alternativa para dar a conocer los híbridos de la empresa, evaluar las características agronómicas, rendimiento y estabilidad de los materiales de interés en mejoramiento.

A continuación se presentan las metodologías empleadas para alcanzar los objetivos, los resultados obtenidos y la evaluación de los proyectos realizados en la Empresa Semillas del Trópico.

3.2 IMPLEMENTACIÓN DEL USO Y MANEJO RESPONSABLE DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS EN LA FINCA “EL CERRITO”.

3.2.1 Objetivos

A. Objetivo General

Uso y manejo responsable de productos fitosanitarios en la finca “El Cerrito”.

B. Objetivos Específicos

- a. Capacitar al personal encargado de las aplicaciones fitosanitarias.
- b. Tener a disposición de los trabajadores los trajes de protección adecuado para la manipulación y aplicación segura de agroquímicos.
- c. Implementación de una cama biología para la preparación de mezclas de productos fitosanitarios.
- d. Reducir los riesgos de intoxicación y contaminación por agroquímicos, almacenando los envases vacíos de plaguicidas en un depósito adecuado.

3.2.2 Capacitación al personal encargado de las aplicaciones fitosanitarias.

A. Metodología

Para la realización se siguieron los pasos:

1. Se gestionó la impartición del taller sobre el uso y manejo responsable de plaguicidas: interpretación de etiquetas y panfletos con la entidad encargada la Asociación del Gremio Químico Agrícola (AGREQUIMA).

2. En la página http://www.agrequima.com.gt/index.php?option=com_content&view=article&id=129&Itemid=281 de AGREQUIMA se obtuvo el contacto del Ingeniero Agrónomo Marwin Garzona, capacitador asignado por dicha entidad para impartir talleres en el área de la Costa Sur y Oriente del país.
3. Se contactó al Ingeniero encargado y se fijó la fecha para impartir el taller sobre el uso responsable de productos fitosanitarios.
4. Por último, se impartió el taller a los 10 trabajadores encargados de realizar las aplicaciones en la finca.

B. Resultados

La capacitación sobre el uso y manejo responsable de productos fitosanitarios al personal de la empresa fue impartida por el Ing. Agr. Erwin Garzona, capacitador asignado por la Asociación del Gremio Químico Agrícola (AGREQUIMA).

Se llevó a cabo el 24 de julio de 2015, en las instalaciones de la finca El Cerrito, con una duración de cuatro horas. Se contó con la participación de los 10 trabajadores encargados de la manipulación y aplicación de los productos fitosanitarios.

Se trataron temas como: comprensión de panfletos, el triple lavado, formulaciones, primeros auxilios por intoxicación, orden de preparación de mezclas, vías de acceso de los plaguicidas al cuerpo, tipos de plaguicidas según el objetivo biológico. En la figura 25 se observa la participación de los trabajadores en la capacitación.



Figura 25. Capacitación sobre el uso responsable de productos fitosanitarios al personal de la finca encargado de las aplicaciones.

En la capacitación también se impartió el tema sobre la importancia del uso del equipo protector de aplicación, los beneficios para el aplicador al utilizarlo, los elementos básicos del traje y la manera correcta de utilizarlo (figura 26 y 27).



Figura 26. Explicación sobre la función de cada una de las partes del equipo de protección.



Figura 27. Explicación por parte del Ingeniero capacitador sobre la manera correcta de utilizar el traje de protección.

Como se observa en la figura 28, finalizado el taller, el ingeniero capacitador realizó la entrega de diplomas a los participantes.



Figura 28. Personal de la finca El Cerrito capacitado sobre el uso responsable de productos fitosanitarios.

3.2.3 Tener a disposición de los trabajadores el equipo de protección adecuado para la manipulación y aplicación segura de agroquímicos.

A. Metodología

Para la realización, se siguieron los siguientes pasos:

1. Para saber cuál es el traje de protección adecuado para la manipulación y aplicación de productos fitosanitarios se consultó el manual de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) (FAO, 2012), en el módulo de producción de cultivos.
2. Se realizó la cotización de trajes de protección para la aplicación de productos fitosanitarios en tres empresas distribuidoras.
3. Para la elección del traje se tomó en cuenta las características:
 - Impermeabilidad
 - Tipo de material (adecuado para zonas cálidas)
 - Traje completo
 - Tallas adecuadas
 - Vida útil

B. Resultados

La compra de los trajes de protección para la aplicación de productos fitosanitarios fue uno de los puntos más importantes para el uso responsable y aplicaciones de productos químicos.

Se compraron 6 equipos de protección, estos trajes están elaborados de un material especial para zonas cálidas lo cual ayuda a no generar demasiado calor.

El equipo de protección está compuesto por: botas impermeables, pantalón impermeable, camisa impermeable, capa protectora, mascarilla con filtro, lentes plásticos, sombrero tipo árabe y guantes, como se observa en la figura 29.



Figura 29. Equipo de protección para la aplicación de productos fitosanitarios.

3.2.4 Equipo de aplicación en buenas condiciones

A. Metodología

Para la realización se siguieron los pasos:

1. Se llevó a cabo una revisión de las bombas de aplicación para conocer su estado.
2. Se tomaron los nombres y códigos de las piezas en mal estado para realizar el pedido a la empresa distribuidora.

3. Con la ayuda de la persona encargada de las aplicaciones se realizó el cambio de piezas en mal estado.

B. Resultados

El uso y aplicación responsable de productos fitosanitarios también requiere que el equipo de aplicación que se utilice se encuentre en buenas condiciones por lo tanto, se llevó a cabo la revisión de las bombas de mochila para determinar las condiciones en las que se encontraban y de ser necesario realizar el cambio de piezas dañadas.

Con la ayuda de una persona encargada de realizar aplicaciones se llevó a cabo el cambio de piezas en mal estado, entre estas: tapaderas, boquillas, arandelas, mangueras, correas, válvulas, entre otras. Con el fin de contar con un equipo de aplicación en excelentes condiciones además, se realizó la compra de 3 bombas de mochila de la marca JACTO pjh de 21 litros de capacidad.

De esta manera se dejó listo el equipo para poder realizar las aplicaciones de productos fitosanitarios de una manera segura.

3.2.5 Elaboración de una cama biología para la preparación de mezclas de productos fitosanitarios.

A. Metodología

Para la realización se siguieron los pasos:

1. El lugar para la construcción de la cama biológica se eligió de acuerdo a las condiciones de la finca y a las necesidades de los aplicadores.
2. La elaboración de la cama biológica se llevó a cabo de la siguiente manera:

- Preparación del sustrato: se cortó el restrojo de maíz (50%) en trozos de 3 cm aproximadamente, se preparó la broza (hojarasca) (25%) y el suelo (25%). Se mezclaron todos los materiales.
- Preparación del contorno y agujero: se colocaron cuatro estructuras de cemento de 2 m x 0.6 m a una profundidad de 15 cm. Seguido se excavaron 15 cm de suelo para tener una profundidad de 60 cm.
- Colocación de la capa de arcilla: se dejó secar el cemento y luego se colocó una capa de arcilla de 5 cm en el fondo de la cama.
- Colocación del sustrato preparado: se colocó el sustrato preparado con un espesor de 55 cm.

B. Resultados

Con el fin de contar con un área adecuada para la preparación de mezclas de productos fitosanitarios, se llevó a cabo la construcción de una cama biológica la cual cumple con la función de degradar microbiológicamente los excedentes de plaguicidas en las áreas de mezclas, además de ser una solución práctica para enjuagar y lavar los equipos de aspersión y con ello evitar la contaminación del suelo y agua.

En el área de preparación de mezclas se construyó la cama biológica de un tamaño de 2 metros de largo por 2 metros de ancho y 0.60 metros de profundidad como se muestra en la figura 30. Como sustrato se utilizó la mezcla de rastrojo de maíz (50%), hojarasca como materia orgánica (25%) y suelo (25%). Para el contorno de la cama se utilizaron cuatro estructuras de block.



Figura 30. Cama biológica utilizada para preparación de mezclas de productos fitosanitarios.

3.2.6 Colocar un depósito para almacenar envases vacíos de plaguicidas.

A. Metodología

Para la realización se siguieron los pasos:

1. Se eligió un depósito que contara con las características necesarias para el almacenamiento de envases de productos químicos vacíos.
2. Se eligió el lugar adecuado para la colocación de un costal recolector de envases vacíos de productos químicos.
3. La colocación del depósito de se realizó utilizando estacas de 3 m de alto.

B. Resultados

Como parte del uso seguro y responsable de los productos fitosanitarios esta el manejo adecuado de los envases vacíos de plaguicidas y con el fin de evitar que las personas y animales dentro de la finca estén expuestas a algún tipo de intoxicación debido al mal manejo de estos, se eligió un lugar para colocar un depósito a donde deben ser llevados los envases vacíos (figura 31).

Antes de colocar en el depósito, los envases deben tener el triple lavado y les deben abrir agujeros. De esta manera se reduce cualquier probabilidad de intoxicación con productos fitosanitarios.



Figura 31. Depósito utilizado para el almacenamiento de envases vacíos de productos fitosanitarios.

3.2.7 Evaluación

1. Se capacitó al personal encargado de realizar las aplicaciones de productos fitosanitario sobre la importancia del uso seguro y responsable de plaguicidas.
2. Se tiene a disposición de los trabajadores seis equipos de protección adecuados para realizar las aplicaciones de productos fitosanitarios.
3. Para junio la finca contaba con el equipo de aspersión adecuado para las aplicaciones de productos fitosanitarios.
4. Se elaboró la cama biológica y de esta manera se comprendió la necesidad de crear un espacio para optimizar los recursos y el cuidado del agua que les rodea.

5. A través de la implementación de un depósito de envases se redujo la probabilidad de que un trabajador de la finca sufra algún tipo de intoxicación por el mal uso que se le daba a estos, además de la preservación del ambiente.

3.3 INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN CULTIVO DE MAÍZ EN LA FINCA “EL CERRITO”, NUEVA CONCEPCIÓN, ESCUINTLA.

3.3.1 Objetivo

Suministrar agua al cultivo de maíz, de una manera más eficiente, mediante la implementación de un sistema de riego por goteo, en un área de 3,835 metros cuadrados.

3.3.2 Metodología

A. Elaboración del plano del terreno

1. Se tomaron las medidas de largo y ancho del terreno y la distancia a la que se localiza el pozo de la parcela. Para esto se utilizó cinta métrica, no fue necesario utilizar otro tipo de instrumento para la medición porque las dimensiones del terreno son pequeñas.
2. Se ingresaron las medidas de la parcela en el programa de Autocad para poder realizar el plano del terreno.
3. Con la ayuda del programa de Autocad se definieron las medidas de la tubería principal y secundaria y el área del terreno bajo riego.

B. Definición de la lámina de agua y tiempo de riego.

1. Se obtuvieron los datos de las características climáticas del municipio de Nueva Concepción, Escuintla. Tomando como referencia los datos de los últimos 20 años (1990 a 2010) de la estación meteorológica Tiquisate, Escuintla.
2. Utilizando la hoja de cálculo de Penman se analizaron los datos climáticos y se obtuvo el valor de la evapotranspiración de referencia para el municipio.
3. Con el valor de Eto calculado y el valor de Kc para el cultivo de maíz obtenido de (FAO 2006), se calculó la tasa de consumo de agua en relación a los meses más críticos.
4. Se definieron las características físicas del suelo en base a información ya establecida para estos fines la cual depende de la clase textural del suelo.
5. Toda la información obtenida se ingresó en la hoja de cálculo de Excel, esta hoja es específica para realizar los cálculos de láminas de agua y tiempos de aplicación para un sistema de riego.

C. Trazo de tubería de succión, conducción y descarga del sistema.

1. Para elegir el diámetro de la tubería principal y secundaria fue necesario determinar las pérdidas de carga, velocidades y el costo (anexo 7). Para esto se analizaron tres diámetros diferentes (1", 1 ½" y 2") en relación al caudal del pozo.

2. El trazo de manifolds y válvulas para cada uno de los sectores se realizó después de la sectorización del proyecto, se definió la ubicación de estas considerando la topografía del terreno. En el plano (figura 8) se observa la ubicación de las válvulas para los dos sectores.
3. El trazo de la tubería principal se realizó en base a la posición de la tubería terciaria y de las válvulas de riego. Se realizó el trazo de tuberías de PVC a partir del sistema de bombeo.

D. Conducir el agua del pozo hacia la parcela de maíz de una manera más eficiente.

1. Al finalizar la instalación de tuberías se puso en funcionamiento el sistema con el fin de verificar que todos los emisores estuvieran funcionando correctamente y que no hubieran fugas en alguna tubería.

3.3.3 Resultados

A. Elaborar el plano del terreno para la instalación de tuberías.

El área total de proyecto es de 3,835 m² equivalentes a 0.38 hectáreas. El área general a regar se dividió en dos sectores (figura 32).

B. Definir la lámina de agua y tiempo de riego.

En el cuadro 23, se presentan los valores medios de las variables climáticas de 20 años consecutivos (1990 a 2010) las cuales caracterizan el clima del municipio de Nueva Concepción, Escuintla. Los datos fueron tomados de la estación meteorológica Tiquisate, Escuintla del INSIVUMEH.

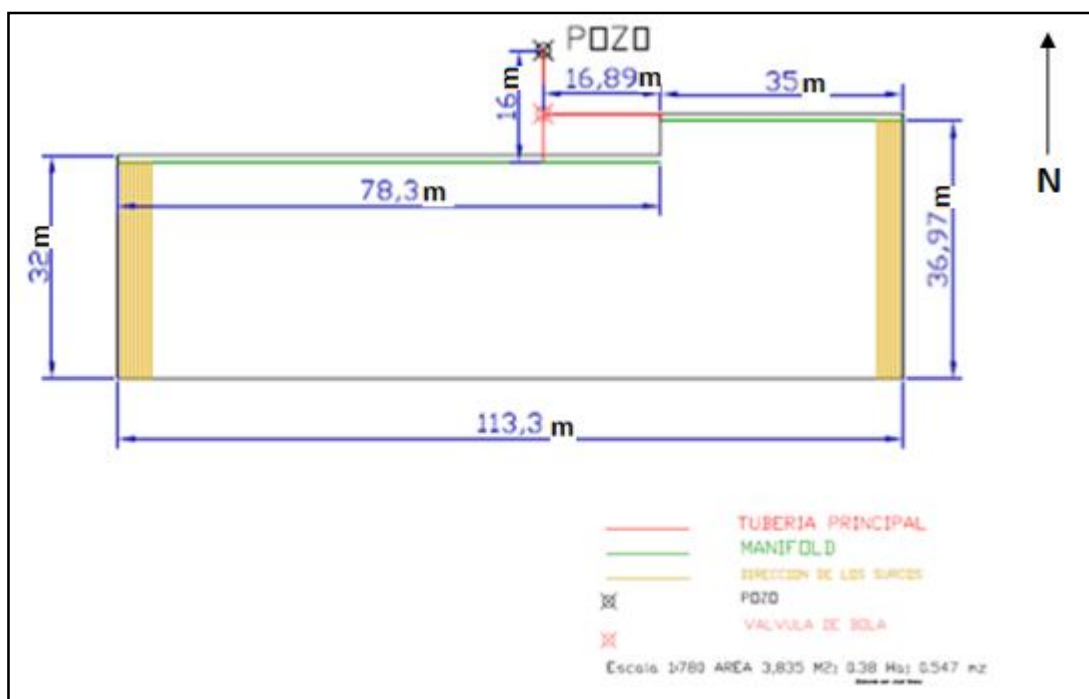


Figura 32. Plano general de la parcela donde se instalará el sistema de riego por goteo en cultivo de maíz.

Cuadro 23. Promedio de las variables climáticas, tomadas de la estación Tiquiste, Escuintla.

Variable climática	Promedio anual (1990 a 2010)
Temperatura media	27.4°C
Temp. máxima	33.4 °C
Temp. Mínima	20.8 °C
Humedad relativa media	76.6 %
Velocidad viento	1.5 km/h
Precipitación	8.6 mm/día
Días lluvia	148 días

Fuente: INSIVUMEH, 2010.

En el figura 33, se presentan los datos de la evapotranspiración potencial en milímetros por día, se estimó a partir de datos meteorológicos tomados de la estación Tiquisate, Escuintla. Para realizar los cálculos se utilizó la hoja de cálculo de Penman-Monteith.

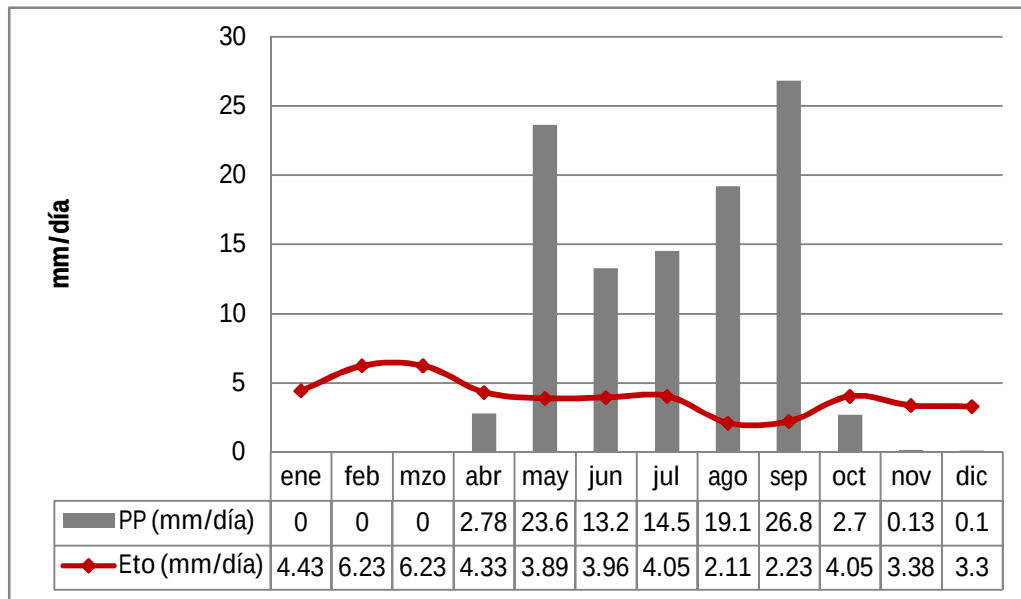


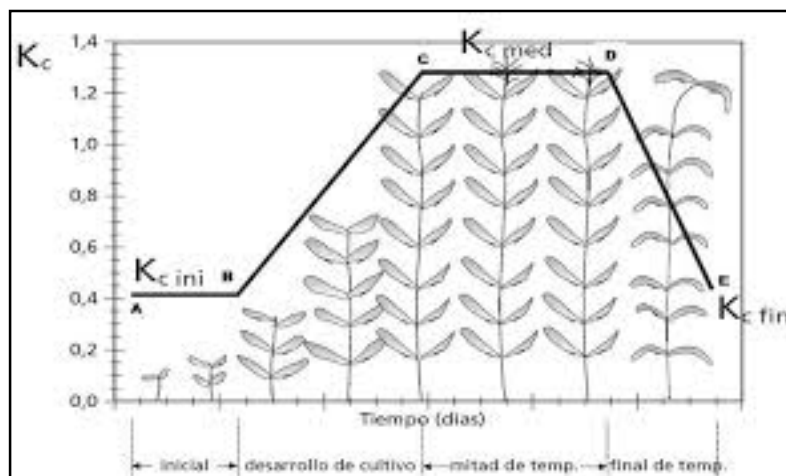
Figura 33. Promedios de evapotranspiración y precipitación diaria para el área de la Nueva Concepción, Escuintla.

Se puede observar en la figura 33, el balance negativo que existe entre la precipitación pluvial y la evapotranspiración durante siete meses. Lo que indica que es imposible llevar a cabo cualquier tipo de actividad agrícola y en este caso la producción del cultivo de maíz, si no se cuenta con un sistema de riego.

Tomando en cuenta los resultados de la figura 33, los meses con mayor tasa de evapotranspiración y con menor precipitación son febrero y marzo. Por lo tanto, es el dato de Eto que se utilizó como referencia para realizar los cálculos de riego.

Según la FAO (2006), el coeficiente del cultivo (K_c) para la etapa de mayor demanda de agua es igual a 1.3, esto se puede observar en la figura 34.

Dado que las características del cultivo varían dependiendo del período de crecimiento, del mismo modo el valor de K_c (coeficiente del cultivo) debe variar (figura 34) y mientras más altas sean las exigencias de agua por parte del cultivo mayor será la K_c , por tanto, la K_c que se utiliza para fines de riego es 1.3 la cual se presenta en la etapa media del cultivo.



Fuente: FAO, 2006.

Figura 34. Curva de K_c para el cultivo de maíz

Para definir la tasa de consumo de agua del cultivo se consideró la evapotranspiración de referencia máxima para el lugar de 6.23 mm/día y la K_c máxima del cultivo de 1.3, obteniendo una tasa de consumo de 8 mm/día.

Según análisis de suelos emitidos por el laboratorio de Suelo-Planta-Agua “Salvador Castillo Orellana” de la Facultad de Agronomía Universidad de San Carlos de Guatemala, el suelo de la finca El Cerrito pertenece a la clase textural: FRANCO (ver figura 49A).

Para determinar las demás características del suelo (capacidad de campo, punto de marchitez permanente, peso específico aparente e infiltración básica) se utilizó información ya establecida sobre las propiedades físicas de los suelos en relación a la clase textural (cuadro 24).

En el cuadro 25 se resumen las variables del diseño agronómico del sistema de riego para lo cual se empleó la hoja de cálculo en el programa de Excel (Juárez, 2014). De acuerdo a los resultados el sistema tendrá una operación de 2 turnos de riego por día, con cuatro horas de riego por turno para una operación de 8 horas por día y una demanda de agua de 10 m³/h.

Cuadro 24. Propiedades físicas de los suelos

CLASE TEXTURAL DEL SUELO	Capacidad de campo (%)	Punto de marchitez (%)	Peso específico aparente (g/cm ³)	Infiltración (mm/h)
ARENOSO	9	4	1.35	50
FRANCO-ARENOSO	14	6	1.5	25
FRANCO	22	10	1.2	13
FRANCO-ARCILLOSO	27	13	1.35	8
ARCILLO-ARENOSO	31	15	1.3	5.5
ARCILLOSO	35	17	1.25	4

Fuente: Juárez, 2014.

Cuadro 25. Hoja de cálculo en Excel de las características agronómicas del sistema de riego por goteo para el cultivo de maíz.

	Unidad		Valor
Parcela			
A (área bruta)	ha		0.40
Sr (área neta bajo riego)	ha		0.38
Suelo			
Tipo de suelo	textura		franco
Cc (Capacidad de campo)	%		22
Pm (Punto de marchitez)	%		10
Pea (Peso específico aparente)	(g/cm ³)		1.2
Inf (Infiltración básica)	mm/h		50
Pr (profundidad efectiva del suelo)	m		1.50
Clima			
Kc (El coeficiente del cultivo)	coeficiente		1.3
Zr (Prof. ef. de raíces)	m		1.5
Pa (max. agua aprovechable)	%		20%
dh (Distancia e/hileras)	m		0.65
dp (Distancia e/plantas)	m		0.45
Espaciamiento (área)	m ²		0.29
Sistema de riego			
Método de riego			Goteo
Ef (Eficiencia del sistema)	%		90.00%
Emisor	tipo		AutoCompensado
Presión de operación	m(altura)		5.60
qe (Caudal del emisor)	(L/h)		1.60
dl (Espaciamiento entre laterales)	m		1.00
de (Espaciamiento entre emisores)	m		0.30
Espaciamiento de la red	m ²		0.30
d Diámetro efectivo/humedecido	m		0.50
Angulo de cobertura	grados		360.00
Hd (Max. horas de operación por día)	horas		10.00
Días de paro	días		0.00
Cálculo			
LdZr (Lamina disponible de la zona radicular)	mm/zr		216.00
VdZr (Volumen de agua disponible -zona radicular)	(m ³ /ha/zr)		2,160.00
Lazr (Lamina aprov. a la prof. radicular)	mm/zr	65.4%	43.20
Par (Porcentaje del área bajo riego)	%	0.20	65.4%
Phr (Precipitación horaria del sistema de riego)	mm/h	CIERTO	8
Ktan (Coeficiente del tanque clase "A")			1.00
ETc (Uso consuntivo)	mm/día		8.10
Ir (Intervalo de riego)	d		3.49
Ir aj (Intervalo de riego aj.)	d		1.00
CR (Ciclo de riego)	d		1.00

LR(aj) (Lamina de riego ajustado)	mm		12.38
Pa (Porcentaje del agua aprovechada)	%		5.73%
LB (Lamina bruta)	mm		13.76
DB (Dosis de riego bruta)	(m ³ /ha)		89.99
Ht (Horas de riego por turno)	h/turno		1.69
Td (Max. numero de turnos de riego diarios)	turno/día		5.93
Td aj (Max. numero de turnos de riego diarios ajustado)	turno/día		2.00
Hd (Horas de riego por día)	h/día	CIERTO	3.37
Hc (Horas de turnos por ciclo)	h/ciclo		3.37
Tc (Numero de turnos por ciclo)	turnos/ciclo		2.00
St (Superficie bajo riego, por turno)	ha/turno		0.19
DBt (Dosis de riego bruta por turno)	(m ³ /turno)		17
Qr (Caudal requerido)	(m ³ /h)	CIERTO	10
Emt (Numero de emisores por turno)	e/turno		6,333
VBc (Volumen bruto por ciclo de riego)	(m ³ /ciclo)		34
Qe (Caudal específico)	(m ³ /ha/h)		25.33

C. Realizar el trazo de la tubería de succión, conducción y descarga del sistema.

En el cuadro 26, se presentan las características de las tuberías de acuerdo al diseño del sistema. Según Sandoval (2006), la velocidad ideal para un sistema de riego por goteo se encuentra entre 1 a 1.5 m/s. Por lo tanto, considerando las pérdidas de carga, la velocidad y el costo se decidió utilizar una tubería de conducción y descarga de 1 ½ pulgada.

Cuadro 26. Características de la tubería

Tubería	Diámetro (pulgadas)	Diámetro (centímetros)	Pérdidas de carga (metros)	Velocidad (metros/segundo)	Costo (Quetzales)
1	1	38	1.20	1.8	1,650.00
2	1 ½	45	0.52	1.3	1,900.00
3	2	90	0.02	0.7	2,125.00

Se armó el sistema de riego utilizando para la tubería de succión un tubo de PVC de 3 pulgadas de diámetro, una bomba Honda Gx con capacidad de caudal de 7,200 litros por hora, con un diámetro de entrada y salida de 3 pulgadas y una potencia máxima de 5.5 caballos de fuerza.

En el sistema de bombeo se instalaron dos filtros de 1 ½" y una válvula de bola de 1 ½", como se observa en la figura 35



Figura 35. Sistema de bombeo y descarga para la conducción de agua del pozo a la parcela bajo riego.

Para la tubería principal se utilizaron 33 metros de tubo PVC de 1 ½" y 225 psi (figura 36).



Figura 36. Instalación de tubería principal y válvulas para los dos sectores de riego.

Para la tubería secundaria se utilizaron 114 metros de tubo PVC de 1 ½". Se instalaron 4,724 metros de manguera de riego (figura 37).

La tubería terciaria se instaló para cuatro surcos, teniendo un total de 38 salidas en el sistema.



Figura 37. Instalación de tubería secundaria para el sistema de riego en la parcela de maíz.

La instalación de manifolds se llevó a cabo abriendo agujeros de 18 milímetros de diámetro en la tubería secundaria para luego colocar elevadores de 60 centímetros de longitud y así conectarlos con la manguera de riego, como se observa en la figura 38.



Figura 38. Instalación de mangueras de riego en la parcela de maíz.

Características del gotero (emisor):

- Caudal: 1.6 litros/hora
- Espaciamiento entre emisores: 0.30 metros
- Diámetro efectivo de humedecido: 0.50 metros
- Ángulo de cobertura: 360°

D. Conducir el agua del pozo hacia la parcela de maíz de una manera más eficiente.

Una vez que se instaló la tubería y se verificó que todos los goteros estuvieran en perfecto estado se puso en funcionamiento el sistema (figura 39).



Figura 39. Funcionamiento del sistema de riego por goteo en el cultivo de maíz.

3.3.4 Evaluación

1. Se realizó la instalación del sistema de riego por goteo en el cultivo maíz de 3,385 m². De esta manera se logró el objetivo principal de conducir el agua del pozo hacia la parcela del cultivo, de una manera más eficiente, evitando así déficit de riego en las etapas más importantes del cultivo.

2. El sistema de riego estuvo en funcionamiento durante tres meses aplicando una lámina de riego efectiva de 12.38 mm/día, con turnos de riego de cuatro horas cada sector, para un total de 8 horas diarias.

3.4 ESTABLECIMIENTO DE PARCELAS DEMOSTRATIVAS DE HÍBRIDOS DE MAÍZ BLANCO EN TRES DIFERENTES LOCALIDADES.

3.4.1 INTRODUCCIÓN

La transferencia de información y tecnología agrícola a los pequeños agricultores, puede lograrse a través de la implementación de diversas técnicas apropiadas que generen las condiciones para el crecimiento de la productividad de los cultivos, tales como siembras, manejo agronómico, uso de híbridos y/o variedades que ofrezcan un mejor rendimiento, entre otros (AGEXPORT, 2013).

Con el objetivo de mostrar a pequeños agricultores de diferentes localidades los niveles de rendimiento y las características agronómicas de híbridos comerciales de maíz blanco, se establecieron tres parcelas demostrativas, la primera en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala, la segunda en Santa Catarina Mita, Jutiapa, Guatemala y la tercera en Comayagua, Comayagua, Honduras.

La presente investigación permitió generar información importante para la empresa, Semillas del Trópico y los agricultores, sobre los potenciales de producción y las principales características agronómicas de los híbridos de maíz blanco.

3.4.2 MARCO CONCEPTUAL

A. MARCO TEÓRICO

A continuación se describen los conceptos considerados necesarios, para llevar a cabo la investigación.

a. El cultivo del maíz

El maíz es el cereal de mayor importancia en varios sectores de la economía a escala mundial, durante el siglo XX y en los inicios del XXI. En los países industrializados, el maíz se utiliza principalmente como forraje, materia prima para la producción de alimentos procesados y, recientemente, para la producción de etanol (Serrato, 2009).

Por el contrario, en algunos países de América Latina un gran porcentaje del maíz que se produce o importa se destina al consumo humano. En este sentido, el maíz ha sido y sigue siendo un factor de sobrevivencia para los campesinos e indígenas que habitan en la mayoría de los países del continente americano (Serrato, 2009).

b. Historia y centro de origen del maíz

Serrato, (2009), considera al maíz como el cereal de los pueblos y culturas del continente americano. Las más antiguas civilizaciones de América (desde los olmecas y teotihuacanos en Mesoamérica, hasta los incas y quechuas en la región andina de Sudamérica) estuvieron acompañadas en su desarrollo por esta planta.

Hasta el momento no se han resuelto por completo todos los detalles que permitan explicar el origen y domesticación del maíz, los científicos tienen un consenso: el ancestro directo del maíz es el teocintle (*Zea spp.*) (Serrato, 2009).

Sin embargo, durante más de 70 años, antes de llegar a esa conclusión se generó un riquísimo debate que contribuyó al avance del conocimiento en muchas áreas del quehacer científico (Serrato, 2009).

Tan es así que algunos de los más grandes científicos del siglo XX han sido estudiosos del maíz, de su origen y su diversificación. Por ejemplo, en 1983 la investigadora estadounidense Bárbara Mc Clintock recibió el Premio Nobel en Fisiología, por el descubrimiento de los elementos genéticos móviles en los cromosomas del maíz (Serrato, 2009).

Junto con el maíz, el teocintle se describió desde tiempos de la Colonia en México y Francisco Hernández Boncalo (1515 a 1578) es el primer informante de esta planta hacia 1570 (Serrato, 2009).

Según observaciones realizadas por el genetista y estudioso de las plantas cultivadas, Nikolai Vavilov, el origen del maíz se localiza desde el Centro Sur de México, hasta la mitad del territorio Centroamericano. Desde sus primeras exploraciones en México, para Vavilov fue evidente que *Euchlaena*, género en el que antiguamente se clasificó al teocintle, era el pariente más cercano al maíz (Serrato, 2009).

c. Taxonomía del cultivo de maíz

Doebley (2003) y USDA (2009) citado por Cifuentes, H. (2014), determinan que la clasificación taxonómica del maíz (*Zea mays*) es como se indica en el cuadro 27.

La raíz

Las raíces son fasciculadas y robustas y su misión es, además de aportar alimento a la planta, ser un perfecto anclaje de la planta que se refuerza con la presencia de raíces adventicias (Ortas, 2008).

Cuadro 27. Clasificación taxonómica del maíz.

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

Fuente: Doebley (2003) y USDA (2009) citado por Cifuentes, H., 2014.

d. Descripción botánica del maíz

El maíz es una planta monoica, las flores masculinas y femeninas se encuentran en una misma planta.

El tallo

Los tallos son ligeramente comprimidos, gruesos, verdes. Tiene aspecto de caña, con los entrenudos rellenos de una médula esponjosa, erecto, sin ramificaciones y de elevada longitud pudiendo alcanzar los 4 metros de altura. El maíz tiene escasa capacidad de ahijamiento, de hecho la aparición de algún hijo es un efecto no deseado que perjudica la capacidad productiva (Ortas, 2008).

Las hojas

Las hojas son alternas, paralelinervias y provistas de vaina que nace de cada nudo (gramínea). El número de hojas depende de la variedad y del ciclo, de la época de siembra, etc. Son de 30 a 100 cm de largo y de 3 a 12 cm de ancho, la base es redondeada, el ápice más angosto y agudo y los márgenes frecuentemente ásperos o irregulares. Son verde en la parte superior, finamente pilosos o glabros en ambas superficies (Ortas, 2008).

La flor

La flor masculina tiene forma de panícula y está situada en la parte superior de la planta. Es una inflorescencia llamada panoja.

La flor femenina, la futura mazorca, se sitúa a media altura de la planta. La flor está compuesta en realidad por numerosas flores dispuestas en una ramificación lateral, cilíndrica y envuelta por falsas hojas, brácteas o espatas. Los estilos de cada flor sobresalen de las brácteas formando las sedas. Cada flor fecundada formará un grano que estará agrupado en torno a un eje grueso (Ortas, 2008).

Las flores, tanto masculinas como femeninas se encuentran unidas en espiguillas; el par de espiguillas es la unidad de estructura. En la panoja un miembro del par es pedicelada y la otra no. Cada espiguilla contiene dos flores (Ortas, 2008).

Las flores consisten de tres estambres, dos lodículos que se hinchan en la época de floración, empujan la lemna, una de las envolturas de la flor que permiten la salida de los estambres. En la espiguilla estaminada ambas flores son funcionales (Oscanoa y Sevilla, 2011).

Las semillas o frutos

Estos son ovoides con un ápice agudo obtuso redondeado y comprimido (Ortas, 2008). Dependiendo del tipo puede ser blanco, amarillo o negro. El número de granos y de filas de la mazorca dependerá de la variedad y del vigor del maíz (Ortas, 2008).

e. Requerimientos nutricionales del cultivo de maíz

El maíz es una planta con capacidad de crecimiento rápido y alta producción que requiere cantidades considerables de nutrimentos.

Nitrógeno

La demanda de Nitrógeno aumenta conforme la planta se desarrolla; cuando se aproxima el momento de la floración, la absorción de este elemento crece rápidamente, en tal forma que al aparecer las flores femeninas, la planta ha absorbido más de la mitad del total extraído durante todo el ciclo. Los híbridos de alto rendimiento en grano necesitan unos 30 kilogramos de Nitrógeno por cada tonelada de grano producida (Deras, 2009).

Fósforo

Aunque la cantidad de Fósforo en la planta de maíz es baja en comparación con el Nitrógeno y el Potasio, este es un elemento importante para la nutrición del maíz, y las mayores concentraciones se presentan en los tejidos jóvenes (Deras, 2009).

También este elemento es muy importante para el desarrollo radicular. La cantidad de Fósforo extraída por las plantas en condiciones normales de cultivos es aproximadamente 10 kilogramos por tonelada de grano cosechado (Deras, 2009).

Potasio

El maíz necesita grandes cantidades de Potasio y casi lo toma en los primeros treinta días (Deras, 2009).

En el cuadro 28 se presentan las necesidades de algunos elementos nutritivos para el maíz híbrido de alta producción.

f. Plan de fertilización recomendado, según clase textural del suelo

El maíz es muy exigente en elementos nutritivos, comparado con otros cultivos, por lo que en un plan de fertilización se debe tomar en cuenta los resultados del análisis químico del

suelo y su recomendación. De no contar con el análisis de suelo Deras (2009), recomienda utilizar uno de los planes siguientes:

Cuadro 28. Macronutrientes y micronutrientes necesarios para la producción de una hectárea de maíz.

Elemento	Cantidad (kg/ha)
Nitrógeno	187
Fósforo	38
Potasio	192
Calcio	38
Magnesio	44
Azufre	22
Cobre	0.1
Zinc	0.3
Boro	0.2
Hierro	1.9
Manganeso	0.3
Molibdeno	0.01

Fuente: Deras, 2009.

Para suelos de textura fina (francos y franco-arcilloso)

Aplicar 325 kg/ha de fórmula 16-20-0 (5 qq/mz) a la siembra, u ocho días después de siembra, como primera fertilización: La segunda, hacerla con 253 kg/ha (4 qq/mz) de Sulfato de Amonio ó 116 kg/ha (180 lb/mz) de Urea, a los 30 días después de siembra.

Para suelos de textura gruesa (arenosos)

Aplicar como primera fertilización, 325 kg/ha de fórmula 16-20-0 (5 qq/mz) a la siembra, o hasta ocho días después de la siembra. Una segunda fertilización a los 30 días después de siembra con 130 kg/ha (2 qq/mz) de Sulfato de Amonio.

g. Requerimientos de agua del cultivo de maíz

La disponibilidad de agua en cantidades adecuadas al requerimiento de la planta, posibilita que el cultivo pueda desarrollarse adecuadamente y que posibilite potenciar el redimiendo.

La reducción de agua en el cultivo del maíz durante el período de prefloración, floración y post floración provoca pérdidas de 25%, 50 % y 21%, respectivamente (Lafitte, 1994).

El momento crítico del maíz se ubica entre los 7 días previos al inicio de la floración y 15 días posterior a esta. En esta etapa, la reducción de rendimiento es mayor y puede ser 2 o 3 veces mayor que en otra fase de crecimiento. Se indica también que en esta fase la cantidad de granos puede reducirse hasta en 45 % (Lafitte, 1994).

El umbral mínimo de precipitación desde el cual puede esperarse cosecha de granos es de 150 mm. El maíz necesita por lo menos 500 a 700 mm de precipitación bien distribuida durante el ciclo del cultivo (Poehlman, 1984).

h. Etapas vegetativas del cultivo

El crecimiento y desarrollo que presenta el cultivo de maíz (*Zea mays*) se divide en tres fases, la duración de cada una de estas fases va a depender del genotipo, fotoperiodo y de la temperatura (Lafitte, 1994).

Fase vegetativa

Esta fase se inicia desde el momento de la germinación de la semilla y se establecen las plántulas; se expande el follaje y se forma la capacidad fotosintética del cultivo, la cual controla la producción de biomasa. La biomasa total producida por el cultivo está altamente correlacionada con el tamaño final de la mazorca (Lafitte, 1994).

Fase reproductiva

En esta fase se forma la mazorca y el número de granos por mazorca. Las flores masculinas se producen en la inflorescencia terminal (espiga) y las flores femeninas en las axilas laterales (mazorcas), por lo que existe una distancia entre las dos (Jugenheimer, 1990).

En zonas con temperaturas altas existe un periodo de uno a dos días para la emisión del polen y la salida de los estigmas en la floración. Para condiciones con temperaturas bajas como el altiplano este periodo se puede alargar de 5 a 8 días (Jugenheimer, 1990).

Fase de llenado de grano

Esta fase se inicia después de la polinización y es aquí donde se determina el peso final del grano y de la mazorca. El peso del grano está correlacionado con la duración y la cantidad de radiación interceptada durante esta fase, es afectada por estrés hídrico y la falta de nutrientes. La madurez fisiológica se alcanza cuando el grano está cerca del 32 al 35 por ciento de humedad (Mangelsdorf y Reeves 1948 citado por Cifuentes, 2014).

i. Plagas del maíz

Plagas del suelo

Desde el momento de la siembra, el maíz está expuesto a los ataques de numerosas plagas, y entre los factores principales que favorecen o dificultan la aparición de plagas y enfermedades en el cultivo están: condiciones de clima, labores de preparación del terreno, rotación de cultivos y el control de malas hierbas, entre otros (Deras, 2009).

En el cuadro 29, se presentan las plagas del suelo de mayor importancia económica en maíz.

Cuadro 29. Principales plagas del suelo de importancia económica identificadas en maíz.

Nombre común	Nombre Científico	Daño	Control químico
Gallina ciega	<i>Phyllophaga ssp.</i>	Se alimenta de las raíces y base del tallo por lo que causan la marchitez y posterior muerte de la planta.	Se recomienda tratar la semilla con insecticidas como: Carbosulfan en dosis recomendadas de 225 gramos/libra de semilla o Imidacloprid en dosis de 136 gramos/libra.
Gusano alambre	<i>Metanotus sp.</i>	Dañan las raíces de las plantas, estas se doblan y mueren.	Imidacloprid en dosis recomendadas de 136 gramos/30 libras de semilla. Thiodicard 1 L/46 kg de semilla o 250 centímetros cúbicos/25 libras de semilla
Gusano cortador	<i>Agrotis sp.</i>	Se alimenta de las raíces y base del tallo por lo que causan la marchitez y muerte de la planta.	Aplicar: Clorpirifos a una dosis recomendada de 9 a 13 kilogramos/hectárea.

Fuente: Deras, 2009.

Plagas del follaje

En el cuadro 30, se presentan las principales plagas del follaje de importancia económica en el maíz, con algunas alternativas de control.

Cuadro 30. Principales plagas del follaje de importancia económica identificadas en maíz.

Nombre común/nombre científico	Importancia	Daño	Control cultural	Control biológico	Control químico
Gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	Es una plaga universal de gran importancia económica que, dependiendo de algunos factores como la edad de la planta, estadio de plaga, condición del clima así es la severidad del ataque.	Cortan el tallo cuando las plantas recién emergen y cuando están bien desarrolladas la defolia. También ataca perforando la mazorca tierna.	Eliminar malezas, especialmente gramíneas.	<i>Trichogramma sp.</i> (Parasitoide del huevo). <i>Apanteles sp.</i> (Parasitoide larval). <i>Orius sp.</i> (Depredadores del huevo). <i>Polybia sp.</i> (Depredadores larvales).	Dosis recomendadas: Teflubenzuron: 10 cc/bomba 4 gal. Deltametrina: 15 cc/bomba 4 gal. <i>Bacillus thuringiensis</i> : 1.5 copa/bomba 4 gal. Foxim: 1 copa/bomba 4 gal.
Tortuguillas (<i>Diabrotica sp.</i> , <i>Acalyma sp.</i> y <i>Cerotoma sp.</i>)	Dependiendo de su densidad poblacional puede tener poca o mucha importancia, especialmente como adultos en las plántulas y como larvas en las raíces.	Los adultos se alimentan del follaje, dañan los estigmas de la flor femenina, afectan la polinización, lo cual provoca un mal llenado de grano en la mazorca.		<i>Celatoria diabrotica</i> (Parásito del adulto). <i>Solenopsis geminata</i> (Depredador del huevo).	Dosis recomendadas: Teflubenzuron: 10 cc/bomba 4 gal. Deltametrina: 15 cc/bomba 4 gal.
Chicharrita del maíz (<i>Dalbulus maydis</i>)	Su principal importancia esta en que son transmisores de los virus que causan el achaparramiento y el rayado fino del	Los adultos y ninfas chupan la savia de las hojas y pueden causar amarillamiento. La mayor incidencia se da en zonas bajas.	No sembrar tardíamente.	Control fitogenético: sembrar híbridos mejorados resistentes al achaparramiento.	Tratar la semilla con producto sistémico como: Imidacloprid, en dosis recomendada de 135 gramos/30 libras de semilla.

	maíz.				Aplicaciones foliares con: Deltametrina.
Gusano medidor (<i>Trichoplusia ni.</i>)	Tiene importancia relativa, ya que su aparición es esporádica y localizada.	Provoca serios daños al follaje como amarillamiento.	Eliminar malezas, especialmente gramíneas.	<i>Trichogramma</i> sp. (Parasitoide del huevo). <i>Apanteles</i> sp. (Parasitoide larval). <i>Orius</i> sp. (Depredadores del huevo). <i>Polybia</i> sp. (Depredadores larvales).	Dosis recomendada: Teflubenzuron: 10 cc/bomba 4 gal. Deltametrina: 15 cc/bomba 4 gal. <i>Bacillus thuringiensis</i> : 1.5 copa/bomba 4 gal. Foxim: 1 copa/bomba 4 gal.
Barrenador del tallo (<i>Diatraea</i> sp)	Plaga de moderada importancia. La severidad del daño depende de la edad de la planta, aunque puede ser seria a nivel local.	Forma túneles en los entrenudos, por lo que reduce el vigor del tallo, contribuyendo al acame. Puede taladrar mazorcas, provocando lo que se conoce como "corazón muerto".			Una aplicación de granulado al cogollo puede dar buen resultado; no obstante esta plaga es de difícil control, debido a que normalmente se encuentra protegida por el tallo.

Fuente: Deras, M. (2009).

j. Principales enfermedades del maíz

Generalmente las enfermedades foliares se presentan después del período de fructificación (elote); sin embargo, cuando se presentan en periodos previos a esta fase, podrían representar una disminución en el rendimiento (Deras, 2009). A continuación, se mencionan las enfermedades importantes que comúnmente se presentan en el maíz.

Roya común del maíz (*Puccinia sorghi*)

Esta enfermedad está ampliamente distribuida por todo el mundo, en climas subtropicales y templados y en tierras altas donde hay bastante humedad (CIMMYT, 2006).

La roya común es más conspicua cuando las plantas se acercan a la floración. Se le puede reconocer por las pústulas pequeñas y pulverulentas, tanto en el haz como en el envés de las hojas (CIMMYT, 2006).

Las pústulas son café claro en las etapas iniciales de la infección; más adelante la epidermis se rompe y las lesiones se vuelven negras a medida que la planta madura. Las

plantas del hospedante alternativo (*Oxalis spp.*) son infectadas frecuentemente con pústulas anaranjadas. Esta es simplemente otra fase del mismo hongo (CIMMYT, 2006).

Mancha de asfalto (*Phyllachora maydis* y *Monographella maydis*)

Esta enfermedad se presenta en zonas relativamente frescas y húmedas de los trópicos, similares a aquellas en las que es común el tizón de la hoja causado por *Turcicum* (CIMMYT, 2006).

Primero se producen manchas brillantes y ligeramente abultadas, negras. En una etapa posterior se desarrollan áreas necróticas en el tejido foliar.

La Mancha de Asfalto es originada por un complejo de hongos, donde *Phyllachora maydis* Maublanc, es la primera que se ubica, luego se incorpora *Monographella maydis* Müller & Samuels. En todos los estromas de *P. Maydis* se asienta el hiperparásito *Coniothyrium phyllachorae* Maublanc (Monterroso, S. 2011)

Los estudios realizados por Sandoval, *et al.* (2008), confirman que “el complejo mancha de asfalto o de alquitrán involucra tres hongos *Phyllachora maydis* Maublanc, *Monographella maydis* Müller & Samuels y *Coniothyrium phyllachorae* Maublanc, este último se considera hiperparásito de los dos anteriores” (Monterroso, S. 2011).

Las lesiones necróticas pueden llegar a fusionarse y provocar la quemadura completa del follaje. Las lesiones causadas solo por *Monographella maydis* son circulares y miden entre 5 y 6 cm de diámetro. Las lesiones que producen los dos patógenos que causan el complejo comienzan a desarrollarse en las hojas inferiores antes de la floración y, si el ambiente es propicio, la infección continúa hacia arriba afectando incluso las hojas más jóvenes (CIMMYT, 2006).

Las mazorcas de las plantas afectadas son muy livianas y tienen granos flojos que no alcanzan a compactarse; muchos de los granos en la punta germinan prematuramente, mientras aún están en el olote.

Tizón foliar por *turcicum* (*Helminthosporium turcicum*)

Uno de los primeros síntomas consiste en la aparición de manchas pequeñas, ligeramente ovaladas y acuosas que se producen en las hojas y que son fácilmente reconocibles. Estas lesiones se transforman luego en zonas necróticas alargadas y ahusadas, que se manifiestan primeramente en las hojas más bajas y cuyo número aumenta a medida que se desarrolla la planta. Se puede llegar a producir la quemadura total del follaje (CIMMYT, 2006).

El tizón por *turcicum* (o tizón norteño de la hoja) se encuentra distribuido por todo el mundo y ocurre particularmente en zonas donde hay mucha humedad y temperaturas moderadas durante el periodo de crecimiento. Cuando la infección se produce antes o durante la aparición de los estigmas, y si las condiciones son óptimas, ésta puede ocasionar daños económicos considerables (CIMMYT, 2006).

Tizón foliar por *maydis* (*Helminthosporium maydis*)

Cuando comienzan a formarse, las lesiones son pequeñas y romboides. A medida que maduran se van alargando, pero las nervaduras adyacentes restringen su crecimiento y la forma final de la lesión es rectangular, de 2 a 3 cm de largo. Las lesiones pueden llegar a fusionarse y producir la quemadura completa de extensas áreas foliares (CIMMYT, 2006).

Los síntomas descritos corresponden a la raza “O” del hongo. A principios de los años 1970, la raza “T” causó graves daños a las variedades de maíz en los Estados Unidos de Norteamérica a las cuales se había incorporado la fuente Texas de androesterilidad (CIMMYT, 2006).

Las lesiones que produce la raza T son ovaladas y más grandes que las de la raza O. Una diferencia importante entre ambas es que la raza T afecta las brácteas y las vainas de las hojas, y la raza O normalmente no lo hace (CIMMYT, 2006).

El tizón foliar por *maydis* (o tizón sureño del maíz) está generalizado en zonas maiceras cálidas y húmedas. Para causar infección, el hongo requiere temperaturas ligeramente más altas que *E. turcicum*; no obstante, a menudo ambas especies se encuentran en una misma planta (CIMMYT, 2006).

Antracnosis foliar (*Colletotrichum graminicola*).

Esta enfermedad está distribuida por todo el mundo, en climas cálidos y húmedos. Se manifiesta en dos fases: primero infecta las hojas y luego pudre el tallo (CIMMYT, 2006). No se ha reportado que la infección foliar ocasione daños económicos significativos en el maíz. El daño más grave lo causa la pudrición del tallo. La infección foliar puede ocurrir en diferentes etapas del desarrollo de la planta (CIMMYT, 2006).

En la etapa de la plántula, las lesiones en las hojas son irregulares, de forma ovalada a elíptica, con márgenes de amarillo a café rojizo. En las etapas posteriores, se pueden observar lesiones similares en las hojas superiores de las plantas infectadas, principalmente en aquellas en que ya se advierten síntomas de pudrición del tallo (CIMMYT, 2006).

Mancha foliar por *Cercospora* (*Cercospora zeae-maydis*)

Esta enfermedad, conocida también como mancha gris de la hoja, puede ocurrir en zonas templadas o subtropicales de clima húmedo (CIMMYT, 2006).

Las lesiones comienzan como manchas necróticas pequeñas, regulares y alargadas, café grisáceo, que crecen paralelas a las nervaduras. A veces pueden llegar a medir 3.0 x 0.3

cm. Se cree que existe una relación entre las prácticas de labranza mínima y el aumento de su incidencia (CIMMYT, 2006).

Los prolongados periodos de humedad foliar y los nublados favorecen su desarrollo. Puede causar senescencia foliar grave después de la floración, o un llenado de grano deficiente (CIMMYT, 2006).

Mancha foliar por *Curvularia* (*Curvularia lunata*)

Estos hongos producen manchas pequeñas necróticas o cloróticas con una aureola clara. El diámetro de las lesiones, cuando están completamente desarrolladas, es de aproximadamente 0.5 cm (CIMMYT, 2006).

La enfermedad está generalizada en las zonas maiceras cálidas y húmedas, donde puede causar daños considerables a los cultivos (CIMMYT, 2006).

Pudrición del tallo por *Pythium* (*Pythium aphanidermatum*, *Pythium* spp.)

Las especies *Pythium*, causan pudrición del tallo y de la semilla, y tizones en las plántulas. Esta enfermedad ocurre en algunas zonas subtropicales o tropicales cálidas y húmedas, y en regiones templadas (CIMMYT, 2006).

Generalmente, los entrenudos inferiores se suavizan y se oscurecen tomando un aspecto acuoso y causando el acame de las plantas. Los entrenudos dañados se tuercen antes de que las plantas se acamen (CIMMYT, 2006).

Las plantas enfermas pueden permanecer vivas hasta que el tejido vascular se destruye. Es necesario hacer aislamientos en medios de cultivo para distinguir entre las pudriciones del tallo por *Pythium* y por *Erwinia*. Esta enfermedad puede afectar las plantas antes de la floración (CIMMYT, 2006).

Carbón de la espiga (*Sphacelotheca reiliana*)

El carbón de la espiga puede ocasionar daños económicos significativos en zonas maiceras, tanto secas como cálidas a una altitud intermedia y clima templado (CIMMYT, 2006).

La infección es sistémica, lo cual significa que el hongo penetra las plántulas y se desarrolla dentro de las plantas sin que éstas muestren síntomas, hasta que llegan a la floración y la emisión de estigmas (CIMMYT, 2006).

Los síntomas más conspicuos son: a) el desarrollo anormal de las espigas (panojas), que se deforman y crecen excesivamente; b) la formación de masas negras de esporas en algunas florecillas macho, y; c) el desarrollo de masas negras de esporas en lugar de mazorcas, que dejan al descubierto los haces vasculares desgarrados (CIMMYT, 2006).

Carbón común (*Ustilago maydis*)

El carbón común ocurre en todas las regiones productoras de maíz, pero puede ser más grave en climas húmedos y templados que en las tierras bajas tropicales con clima caluroso y húmedo (CIMMYT, 2006).

El hongo ataca las mazorcas, los tallos, las hojas y las espigas. Unas agallas blancas cerradas muy conspicuas sustituyen a los granos individuales. Con el tiempo las agallas se rompen y liberan masas negras de esporas que infectarán las plantas de maíz del siguiente ciclo de cultivo (CIMMYT, 2006).

La enfermedad causa daños más graves en plantas jóvenes en estado activo de crecimiento y puede producirles enanismo o matarlas (CIMMYT, 2006).

El carbón común se distingue fácilmente del carbón de la espiga por la ausencia de tejidos vasculares que aparecen en forma de fibras en las mazorcas infectadas por este patógeno (CIMMYT, 2006).

Pudrición del tallo bacteriana (*Erwinia carotovora*)

Este patógeno se encuentra en climas con temperaturas altas y bastante humedad. Se propaga rápidamente en la planta hospedante y la destruye (CIMMYT, 2006).

Las plantas infectadas se tornan oscuras, tienen un aspecto acuoso en la base del tallo, se acaman y mueren poco después de la floración (CIMMYT, 2006).

La descomposición bacteriana produce un olor característico desagradable (CIMMYT, 2006).

Moteado clorótico del maíz (*Maize chlorotic mottle virus, MCMV*)

En las primeras etapas de la infección, las hojas más jóvenes muestran pequeñas manchas cloróticas que se fusionan y forman bandas cloróticas anchas a lo largo de las nervaduras (CIMMYT, 2006).

Las bandas cloróticas contrastan con el tejido verde oscuro normal cuando se observan contra la luz. Las hojas con clorosis finalmente mueren (CIMMYT, 2006).

Las plantas infectadas presentan enanismo a causa del acortamiento de los entrenudos y producen un menor número de mazorcas pequeñas. En la mayoría de los casos la espiga se deforma (CIMMYT, 2006).

El virus es transmitido principalmente por varios coleópteros crisomélidos, como *Chaetocnema pulicaria* y *Diabrotica spp.*, durante un breve periodo. Los datos disponibles sobre el virus indican que su transmisión por medio de la semilla ocurre muy pocas veces (CIMMYT, 2006).

Cuando el virus aparece junto con el mosaico del enanismo del maíz (MDMV) o con el mosaico rayado del trigo (WSMV), provoca una reacción aguda conocida como necrosis letal del maíz (MLN) (CIMMYT, 2006).

k. Maíz híbrido

Un híbrido en sentido amplio es la progenie producida por el cruzamiento de dos progenitores genéticamente diferentes. Esta progenie llamada F1 puede obtenerse por un cruzamiento de clones, variedades de polinización libre o líneas puras u otras poblaciones genéticamente diferentes (Vásquez, 2013).

Según Allard (1975) citado por Vásquez (2013), la obtención de un híbrido, depende de tres pasos fundamentales:

1. Seleccionar plantas de una población de polinización libre;
2. Autofecundar las plantas seleccionadas durante varias generaciones para generar líneas puras homocigotas.
3. El cruzamiento de las líneas seleccionadas.

A. MARCO REFERENCIAL

A continuación se describen las características generales de las tres localidades donde se llevó a cabo la investigación.

a. Nueva Concepción, Escuintla

El municipio de Nueva Concepción, Escuintla presenta la ubicación (figura 40).

Localización

Se localiza a una distancia de 147 km de la ciudad Capital y a 90 km de la cabecera departamental Escuintla.

Colinda al Norte con el municipio de Patulul del departamento de Suchitepéquez, al Este con los municipios de Santa Lucía Cotzumalguapa y La Gomera del departamento de Escuintla, al Sur con el Océano Pacífico, al Oeste con Tiquisate también del departamento de Escuintla.

De conformidad con el Diccionario Geográfico Nacional, la cabecera municipal de Nueva Concepción está ubicada en una altitud de 55,3 msnm.



SEGEPLAN, 2010.

Figura 40. Mapa de ubicación del municipio de Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala.

Clima y zona de vida

Según el mapa de zonas de vida de reconocimiento de la República de Guatemala, elaborado por el Proyecto de Asistencia Técnica y Generación de Información (CATIE), a

escala 1:2,000,000; con base al mapa de zonas de vida publicado por el Instituto Nacional Forestal en 1983, el municipio de Nueva Concepción, Escuintla se encuentra dentro de la zona de vida: Bosque húmedo subtropical cálido (bh-sc) (CATIE, 2002).

Según el INSIVUMEH 2010 y datos registrados por la estación meteorológica Nueva Concepción, Escuintla las condiciones climáticas para el lugar son:

Temperatura:

- Mínima anual: 21.6 °C
- Media anual: 30.55 °C
- Máxima anual: 39.5 °C

Humedad relativa media (HR): 78%

Precipitación Pluvia anual (PP): 1,500 a 2,200 mm

Suelos

El mayor porcentaje de las tierras del municipio son de topografía plana sin áreas montañosas así como planicies entre 0 y 5 por ciento, el suelo es de una franja plana a lo largo y ancho del municipio (Saj 2006 Citado por Segura, LA. 2008).

De acuerdo a la clasificación de suelo hecha por Simmons, Tarano y Pinto, los suelos del municipio de Nueva Concepción corresponden a los del litoral pacífico.

De acuerdo al documento de clasificación de suelos de la República de Guatemala de Simmons, Tarano y Pinto, en el municipio de Nueva Concepción se encuentran las series: Tiquisita Franco, Bucul, Tiquisate Franco-arenoso, Tecojate, Coyolate, Cutzán, Suelos Aluviales, y Arena playa de mar.

b. Santa Catarina Mita, Jutiapa

En la figura 41, se observa la ubicación geográfica del municipio de Santa Catarina Mita, Jutiapa.



SEGEPLAN, 2010.

Figura 41. Ubicación del municipio de Santa Catarina Mita, Jutiapa, Guatemala.

Localización

Santa Catarina Mita tiene una extensión territorial de 132 kilómetros cuadrados aproximadamente, colinda al Norte con San Manuel Chaparrón, Jalapa; al Este con Agua Blanca, al Sur con Asunción Mita, Jutiapa y el Progreso; al Oeste con el Progreso y Monjas (Osorio, 2008).

De conformidad con el Diccionario Geográfico Nacional, la cabecera municipal de Santa Catarina Mita está ubicada en una altitud de 700 msnm (Osorio, 2008).

Clima y zona de vida

Según el mapa de zonas de vida de reconocimiento de la República de Guatemala, elaborado por el Proyecto de Asistencia Técnica y Generación de Información (CATIE), a escala 1:2,000,000; con base al mapa de zonas de vida publicado por el Instituto Nacional Forestal en 1983, el municipio de Santa Catarina Mita se identifican dos zonas de vida predominantes una es el bosque húmedo subtropical templado, bh-S(t), este se encuentra principalmente en el área del volcán Suchitán y su entorno y el bosque seco subtropical bs-S.

Se dan algunos microclimas extremos en las cercanías del cono del volcán Suchitán y en áreas más bajas cercanas al río Ostúa, principalmente donde se encuentra un bosque premontano en el primer caso y un bosque seco tropical en el segundo.

Según el INSIVUMEH, 2010 y datos registrados por la estación meteorológica Asunción Mita, las condiciones climáticas para el lugar son:

Temperatura

- Mínima anual: 22 °C
- Media anual: 27 °C
- Máxima anual: 33 °C

Humedad relativa: 68 %

Precipitación pluvial: 900 mm a 1400 mm anuales

Suelos

El mapa de identificación de suelos a nivel de reconocimiento de Simmons, Tarano y Pinto, identifica las siguientes clases de suelo:

Serie de suelos Jalapa (Jl)

Formados de material original, ceniza volcánica o toba, en relieves inclinados, con excesivo drenaje interno de suelo, color superficial del suelo gris a gris oscuro, textura superficial francoarenosa fina, una profundidad efectiva de 30 cm, pH ácido de 5 y alto riesgo a la erosión. Las características de fertilidad potencial de la serie se clasifican de regulares a bajas (Holdridge 1959, citado por Osorio, 2008).

Serie de suelos Suchitán (SUI)

Formados de ceniza volcánica en relieves muy inclinados, suelos con excesivo drenaje interno de color café a café oscuro, textura superficial franco arenosa con una profundidad efectiva de 50 cm, un pH de 6.4 y con alto riesgo a la erosión. Las características de fertilidad potencial de la serie es alto (Holdridge 1959, citado en Osorio, 2008). El área sembrada corresponde a esta clase de suelo.

Serie de suelo de los valles (Sv)

Tiene la característica de haberse formado por acumulaciones sedimentarias, principalmente aluviales (Ptcarl 2006, citado en Osorio, 2008).

Serie de suelos Pínula (Pi)

Formados de material original de toba volcánica o brecha de toba de color claro, en declives inclinados, suelos con buen drenaje interno, de color superficial de color café oscuro, textura superficial francolimosa, suelos profundos de 100 cm, pH ácido de 5.5 y alto riesgo a la erosión. Las características de fertilidad potencial de la serie son de regular a alto (Ptcarl 2006, citado en Osorio, 2008).

Serie de suelos Mongoy (Mg)

Son suelos formados de lava o toba volcánica con relieve en declives muy inclinados, buen drenaje interno, color superficial café oscuro a café muy claro, con textura arcillosa, profundidad efectiva de 75 cm, pH neutro, presenta limitaciones de fósforo y un alto potencial de fertilidad (Ptcarl 2006, citado en Osorio, 2008).

c. Comayagua, Comayagua, Honduras

En la figura 18, se presenta la ubicación geográfica del municipio de Comayagua, Comayagua, Honduras.

Localización

Comayagua se encuentra ubicada entre las Sierras de Montecillos y La Sierra de Comayagua y entre los ríos Humuya y Chiquito, localizada en el Noroeste de Honduras a unos 80 km de Tegucigalpa, a unos 594 metros sobre el nivel del mar (IFC, 2015).

En las coordenadas siguientes:

87° 15' y 88° 00' Longitud Oeste; 14° 20' y 14° 40' Latitud Norte.



Fuente: ICF, 2015.

Figura 42. Mapa de ubicación geográfica del municipio de Comayagua, Comayagua, Honduras.

Ubicado dentro de los límites del Valle, en el propio corazón del territorio nacional de Honduras a 218 km.; al Sur del Océano Atlántico y a 185 Km.; al norte del Golfo de Fonseca. Teniendo su casco urbano 2,049 km² cuadrados aproximadamente (IFC, 2015).

Límites territoriales: Al Norte San Jeronimo y el Rosario, al Sur Villa de San Antonio y Lejamani, al Este Cedros y al Oeste Masaguara y Santiago Puringla (IFC, 2015).

Clima y zona de vida

Los climas que predominan en el municipio de Comayagua son tropicales de sabana (franja central del Norte al Sur) y templado húmedo seco (sector Este y Oeste) (IFC, 2015).

La época de lluvia es de seis meses, de mayo a octubre, de los cuales junio y septiembre reciben las mayores precipitaciones. Las temperaturas en los últimos 10 años de marzo a mayo han sido según las estaciones, de las aldeas de Flores y Playitas 32.77 grados

centígrados y las mínimas se registran en los meses de diciembre a febrero con un promedio de 16.57 grados centígrados (IFC, 2015).

La humedad relativa es de 60% en promedio por año, dándose los porcentajes más bajos de enero a mayo (IFC, 2015)

Las evaporaciones más altas ocurren en los meses de febrero a mayo con un valor promedio mensual de 201.4 m.

De acuerdo a la clasificación de zonas de vida de Holdridge (1979), el valle de Comayagua tiene una formación ecológica de bosque seco subtropical.

Suelos

Compuesta por sedimentos continentales y marinos recientes incluyendo depósitos de pie de monte y terrazos de grava planicies de inundación y depósitos de cauce (IFC, 2015).

3.4.3 Objetivos

A. Objetivo General

Establecer parcelas demostrativas de 18 híbridos comerciales de maíz blanco, frente a un testigo; en las localidades de Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala, Santa Catarina Mita, Jutiapa, Guatemala y Comayagua, Comayagua, Honduras, con el fin de evaluar y mostrar a los agricultores los materiales más prometedores en cuanto a rendimiento y características agronómicas deseables.

B. Objetivos Específicos

- a. Determinar niveles de rendimiento y características agronómicas de 19 híbridos de maíz blanco, adaptables a los sistemas productivos de los agricultores.
- b. Mostrar los resultados de la evaluación a los agricultores, al momento de la cosecha.

3.4.4 Hipótesis

Al menos un híbrido de maíz blanco presentará niveles de rendimiento y características agronómicas diferentes a los demás.

3.4.5 Metodología

A continuación se describe la metodología utilizada durante el desarrollo de la investigación.

A. Material experimental

Se evaluaron 18 híbridos de maíz blanco comerciales contra el testigo HB-83, estos se detallan en el cuadro 31.

B. Diseño experimental

Para el análisis de datos se utilizó el diseño de Bloques Completos al Azar, con 19 tratamientos y tres repeticiones, como repeticiones se tomaron las tres localidades donde se sembraron los ensayos.

Cuadro 31. Híbridos de maíz blanco evaluados en las tres localidades y la casa comercial.

No.	Tratamiento (híbrido)
1	101
2	102
3	103
4	104
5	105
6	106
7	107
8	108
9	109
10	110
11	111
12	112
13	113
14	114
15	115
16	116
17	117
18	118
19	TESTIGO

C. Modelo estadístico

El modelo estadístico que se utilizará es el siguiente:

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

De 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

D. Unidad experimental

La unidad experimental fue de 3 metros de ancho (4 surcos) por 10 metros de largo, para un área total de 30 metros cuadrados. Con un distanciamiento de 0.75 metros entre surco y 0.40 metros entre plantas se sembraron tres semillas por postura. 15 días después de la siembra se realizó un raleo para dejar dos plantas por postura (figura 43).

Como parcela neta se tomaron los dos surcos número 2 y 3, de cada unidad experimental, la parcela neta fue de 15 metros cuadrados.

E. Manejo del experimento

Tres agricultores proporcionaron el terreno, los insumos agrícolas y mano de obra en la investigación, las semillas de los materiales evaluados fueron proporcionadas por la empresa Semillas del Trópico.

a. Siembra

Antes de la siembra la semilla se trató con el insecticida Carbosufan a una dosis de 25 cc/3 kg de semilla. La siembra se realizó manualmente, a un distanciamiento de 0.75 metros entre surco y 0.4 metros entre planta.

b. Cosecha

La cosecha se realizó manualmente a los 120 días después de la siembra, para asegurar el secado en campo.

Se utilizaron sacos identificados con cada tratamiento para no confundir resultados, se realizó el peso en campo, se tomaron las muestras de humedad, se desgrano utilizando una desgranadora manual y se tomó el peso de grano.

c. Actividades culturales

Las actividades culturales como: preparación del terreno, control de malezas, plagas y enfermedades, aplicación de fertilizantes y dobla estuvieron a cargo del agricultor.

F. Difusión de resultados a los agricultores

Para mostrar los resultados obtenidos, a los agricultores, la cosecha se realizó con la presencia de ellos, se exhibieron las mazorcas cosechadas de cada parcela y se mostró el peso obtenido en kilogramos.

G. Variables de respuesta

a. Rendimiento en kg/ha

Se pesó en romana de reloj la producción obtenida de cada material (tratamiento), se midió en kg por unidad de área muestreada (m^2) y luego se convirtió a kg/ha a 12% de humedad cada tratamiento.

b. Características agronómicas

Porcentaje de acame de raíz

Se realizó un conteo del total de plantas que formaban en la parte más baja del tallo un ángulo de 45° o menos con la superficie del suelo. Este dato se tomó a los 100 días después de la siembra.

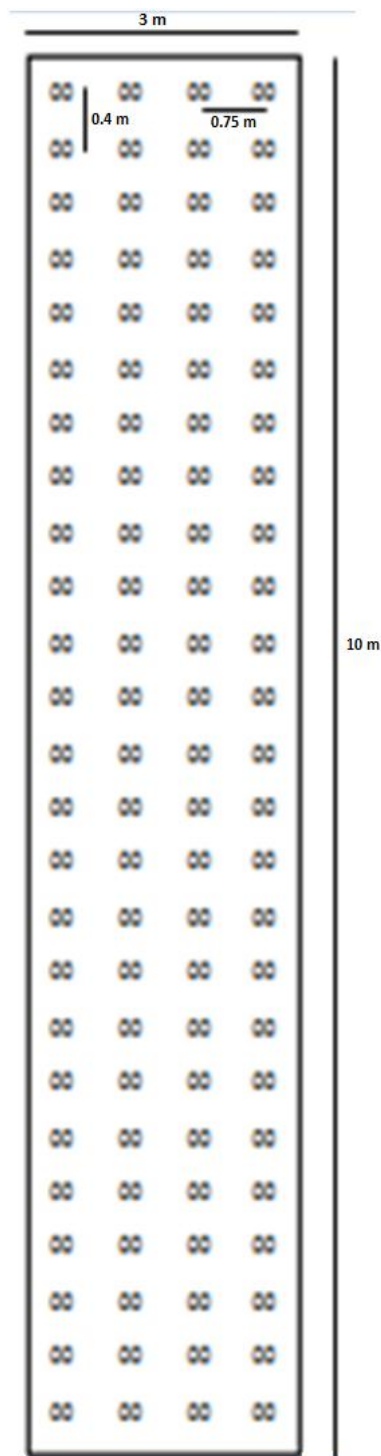


Figura 43. Unidad experimental. Cuatro surcos de 10 m de largo y 0.75 m de ancho, 25 posturas con dos plantas por postura.

Porcentaje de acame de tallo

Se realizó un conteo del total de plantas que se quebraron de la parte del tallo por debajo de la mazorca y la porción quebrada formaba un ángulo de 45° o menos con el suelo. Este dato se tomó a los 90 días después de la siembra.

H. Análisis de la información

Se realizó un análisis de varianza para comprobar diferencias estadísticas entre los tratamientos, para las variables: rendimiento, acame de tallo y acame de raíz.

Se utilizó Tukey al 5% de significancia como prueba de medias, al encontrar diferencias significativas entre tratamientos.

3.4.6 Resultados y discusión

A continuación se presentan los resultados obtenidos.

A. Rendimiento

Para la variable rendimiento, se realizó un análisis de varianza (ANDEVA), como se muestra en el cuadro 32.

Cuadro 32. Análisis de varianza, para la variable rendimiento (kg/ha).

Fuentes de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	Significancia (0.05)
Bloques	135969113.79	2	67984556.89	74.11	0.0001
Tratamientos	39411493.33	18	2189527.41	2.39	0.0129
Error experimental	33024758.88	36	917354.41		
Total	208405366.00	56			

Como se muestra en el análisis de varianza, la significancia es menor al 0.05 en los tratamientos lo que indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos para la variable rendimiento, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna, la cual dice que al menos uno de los tratamientos presenta diferencia significativa en el rendimiento en los híbridos de maíz blanco.

Por lo tanto, se procedió a realizar la prueba de medias de tukey al significancia del 5% de significancia, la cual se presenta en el cuadro 33.

Cuadro 33. Prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento (kg/ha).

Tratamiento	Media Rendimiento kg/ha	Clasificación Tukey
109	5119.33	A
116	4490.00	A
105	4394.33	A
110	4036.00	A
118	4013.67	A
107	3777.33	A B
106	3721.00	A B
115	3689.33	A B
108	3642.33	A B
103	3536.67	A B
104	3505.00	A B
112	3449.33	A B
113	3410.33	A B
119	3343.33	A B
TESTIGO	3320.00	A B
111	3143.67	A B
114	2917.67	A B
117	2608.67	A B
102	914.00	B

Según la prueba de medias, no existe diferencia significativa entre los tratamientos: 109 con 5119.33 kg/ha, 116 con 4490 kg/ha, 105 con 4394.33 kg/ha, 110 con 4036 kg/ha, 118 con 4013.67 kg/ha, 107 con 3777.33 kg/ha, 106 con 3721 kg/ha, 115 con 3689.33 kg/ha,

108 con 3642.33 kg/ha, 103 con 3536.67 kg/ha, 104 con 30505 kg/ha, 112 con 3449.33 kg/ha, 113, con 3410.33 kg/ha, 119 con 3343.33 kg/ha, el testigo con 3320 kg/ha, 111 con 3143.67, 114 con 2917.67 kg/ha y el 117 con 2608.67 kg/ha. Por lo tanto estos 17 tratamientos pueden llegar a ser tan buenos como el testigo comercial.

El material que presentó la menor producción por hectárea es el 102 con un rendimiento de 914 kg/ha.

Al considerar la localidad como bloques, la variación en el comportamiento de los híbridos se puede deber al efecto de la localidad.

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza, presentados en el cuadro 32, para los bloques (localidades), la significancia es menor al 0.05, por lo que existe diferencia significativa entre las localidades para la variable rendimiento, por lo tanto se realizó la prueba de medias de tukey al 5 % de significancia, se presenta el cuadro 34.

Cuadro 34. Prueba de Tukey al 5 % para la variable rendimiento (kg/ha), para las localidades

Localidad	Media rendimiento (kg/ha)	Clasificación tukey
Comayagua, Comayagua, Honduras	5600.63	A
Nueva Concepción, Escuintla	3088.58	B
Santa Catarina Mita, Jutiapa	1894.79	C

Según tukey, en cuanto a la variable rendimiento, los híbridos se comportaron mejor en la localidad de Comayagua, Comayagua, Honduras presentando un rendimiento total de 5600.63 kg/ha. Luego se ubica la localidad de Nueva Concepción, Escuintla con un rendimiento total de 3088.58 kg/ha, en la localidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa se mostró el rendimiento más bajo con un total de 1894.79 kg/ha.

Las variaciones en rendimiento, en las localidades, estuvo influenciado por las condiciones edafoclimáticas de cada lugar, de acuerdo con Ramírez *et al.*, (2010) citado por Cifuentes, E. (2014), el crecimiento y desarrollo de la planta dependen de su constitución genética, de las condiciones de suelo y clima en donde se ha establecido el cultivo.

Los genotipos responden diferente a los factores del ambiente, principalmente a plagas, enfermedades y temperatura que se manifiestan en diversos grados, dependiendo del lugar y que impactan en el rendimiento y calidad de producto. El manejo agronómico es otro factor que influye en el rendimiento y este se realizó de acuerdo a manejo que realiza cada agricultor de la zona.

B. Porcentaje de acame de raíz

Para el análisis de esta variable se realizó un análisis de varianza, los resultados se presentan en el cuadro 35.

Cuadro 35. Análisis de varianza para la variable acame de raíz en porcentaje.

Fuentes de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	Significancia (0.05)
Bloques	1.56	1	1.56	2.00	0.0746
Tratamientos	67.65	18	3.76	0.85	0.3675
Error experimental	32.86	18	1.83	2.06	0.0675
Total	102.07	37			

Según los resultados presentados en el cuadro 35, la significancia es mayor al 0.05, por lo que se puede decir que estadísticamente no existe diferencia significativa entre los tratamientos, para la variable acame de raíz.

Esto indica que los híbridos presentaron porcentajes de acame de raíz muy similares. Esta es una característica muy importante en los híbridos ya que el acame de raíz ocasiona pérdidas en las cosechas que van desde un 5 hasta un 25 % (Súber y Kang, 1987 citado por García, M. y Watson, C. 2003). Por ello, Hallauer (1987), citado por García, M. y Watson, C. 2003, indica la importancia de incluir dentro de los programas de mejoramiento la evaluación de resistencia de los híbridos o variedades al acame.

C. Porcentaje de acame de tallo

En el cuadro 36 se muestran los resultados obtenidos del análisis de varianza, para la variable porcentaje de acame de tallo.

Cuadro 36. Análisis de varianza para la variable porcentaje de acame de tallo.

Fuentes de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	Significancia (0.05)
Bloques	0.63	1	0.63	0.55	0.4694
Tratamientos	59.58	18	3.31	2.86	0.0157
Error experimental	20.82	18	1.16		
Total	81.04	37			

Se observa en el cuadro 36, la significancia es mayor a 0.05 por lo tanto existe una diferencia estadística significativa entre los tratamientos para la variable porcentaje de acame de tallo, se procedió a realizar la prueba de medias de tukey al 5% de significancia, los resultados se presentan en el cuadro 37.

Según tukey (cuadro 37), los híbridos 108 con 0.3 %, 105 con 0.45 %, 114 con 0.5 %, 118 con 0.65 %, 117 con 0.65 %, 119 con 0.75 %, 110 con 0.8 %, 104 con 0.95 %, 111 con 0.95 %, 102 con 1.05 %, 107 con 1.05 %, 106 con 1.4 %, 103 con 1.55 %, 109 con 1.7 %, 113 con 1.8 %, 112 con 1.95 %, 115 con 3.35 y el testigo con 3.8 % son estadísticamente iguales, por lo tanto no existe diferencia significativa entre estos 17 materiales y el testigo.

El híbrido 116 presentó el mayor porcentaje de acame de tallo con 5.20 %.

El acame de tallo pudo estar influenciado por las condiciones climáticas, ya que fuertes vientos ocasionan el quiebre de la planta, además, una mayor altura la planta y mazorca también provocan el quiebre de tallo.

Cuadro 37. Clasificación de medias de tukey al 5% de significancia, para la variable acame de tallo.

Tratamiento	Media porcentaje de acame de tallo	Clasificación tukey
108	0.30	A
105	0.45	A
114	0.50	A
118	0.65	A
117	0.65	A
119	0.75	A
110	0.80	A
104	0.95	A B
111	0.95	A B
102	1.05	A B
107	1.05	A B
106	1.40	A B
103	1.55	A B
109	1.70	A B
113	1.80	A B
112	1.95	A B
115	3.35	A B
TESTIGO	3.80	A B
116	5.20	B

D. Difusión de los resultados a los agricultores.

Los resultados se dieron a conocer durante la cosecha del ensayo, en cada una de las localidades donde se establecieron las parcelas (figuras 44, 45 y 46).

Se contó con la presencia del agricultor responsable de la parcela.



Figura 44. Cosecha del ensayo en la localidad de Santa Catarina Mita.



Figura 45. Exhibición de los híbridos, al momento de la cosecha, en la localidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa



Figura 46. Peso de campo de los híbridos cosechados en la localidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa.

Después de la cosecha, se tomó el peso de campo en kg, con el fin de obtener el rendimiento de cada híbrido en cada localidad.

El total de mazorcas obtenidas de cada material se colocó sobre sacos, debidamente identificados, lo que le permitió al agricultor de la localidad y personal de la empresa, observar algunas características como: tamaño de mazorca, color de grano, tipo de grano y pudrición.

Por lo tanto, los agricultores tuvieron la oportunidad de conocer y elegir desde su experiencia los híbridos que presentaron las mejores características agronómicas y de rendimiento y los cuales les permitieran obtener los más altos niveles de producción, bajo los mismos sistemas productivos de cada zona.

3.4.7 Conclusiones

1. El híbrido 109 presentó e rendimiento más alto con 5119.33 kg/ha, estadísticamente este híbrido puede llegar a ser tan bueno como el testigo comercial, el cual obtuvo un rendimiento de 3320.00 kg/ha.
2. En la localidad de Comayagua, Comayagua, Honduras se presentaron los rendimientos más altos, con un total de 5600.63 kg/ha.
3. No existen diferencias estadísticas, significativas en el acame de raíz.
4. El híbrido 108 presentó el menor porcentaje de acame de tallo con un 0.30 por ciento este híbrido puede llegar a ser tan bueno como el testigo comercial, el cual presentó 3.8 porciento de acame.

3.4.8 Recomendaciones

1. Validar los híbridos que presentaron los rendimientos más altos en nuevas investigaciones de campo.
2. Promover los materiales que presentaron los menores porcentajes de acame de raíz y tallo, en zonas que presenten condiciones climáticas adversas.
3. Evaluar los mismos materiales en diferentes fechas de siembra.

3.4.9 Bibliografía

1. AGEXPORT, 2013. Parcelas demostrativas para la mejora de la productividad AGEXPORT (Asociación de Exportadores, GT). 2013. Parcelas demostrativas para la mejora de la productividad agrícola (en línea). Guatemala. Consultado 14 dic 2015. Disponible en <http://agexporthoy.export.com.gt/2013/06/parcelas-demostrativas-para-la-mejora-de-la-productividad-agricola/>
2. Cifuentes Hernández, EG. 2014. Características agronómicas y rendimiento de once híbridos de maíz; Retalhuleu, Retalhuleu (en línea). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad Rafael Landívar. Consultado 16 mar 2015. Disponible en <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2013/06/04/Ramirez-Edgar.pdf>
3. CIMMYT, MX. 2006. Manejo de los ensayos e informe de los datos para el Programa de Ensayos Internacionales de Maíz (en línea). México. Consultado 3 abr 2015. Disponible en <http://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/764/68309.pdf>
4. Deras, M. 2009. Guía técnica del cultivo de maíz (en línea). El Salvador. Consultado 13 dic 2015. Disponible en http://www.observatorioedsicta.info/sites/default/files/docpublicaciones/el_salvador_guiatecnica_maiz_2014.pdf
5. García, M; Watson, C. 2003. Herencia de la resistencia al acame de raíces en maíz dulce (*Zea mays* L.) (en línea). Venezuela, Universidad del Estado de Misisipi. Consultado 6 ene 2016. Disponible en <http://www.bioline.org.br/pdf?cq03004>
6. ICF (Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre, HN). 2015. Atlas municipal, forestal y cobertura de la tierra (en línea). Honduras. Consultado 15 dic 2015. Disponible en <http://icf.gob.hn/wp-content/uploads/2015/08/0301-Comayagua-Atlas-Forestal-Municipal.pdf>
7. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2010a. Estación meteorológica Asunción Mita (en línea). Guatemala. Consultado 18 mar 2015. Disponible en <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTACIONES/JUTIAPA/ASUNCION%20MITA%20PARAMETROS.htm>
8. _____. 2010b. Estación meteorológica Tiquisate (en línea). Guatemala. Consultado 12 nov 2015. Disponible en <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTACIONES/ESCUINTLA/TIQUISATE%20PARAMETROS.htm>
9. Juárez, D. 2006. Manual de formulación de un sistema de riego por goteo. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, Curso Sistemas de Riego. 36 p.

10. Jugenheimer, R. 1990. Variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. 4 ed. México, Limusa. 834 p.
11. Laffitte, H. 1994. Identificación de problemas en la producción de maíz tropical: guía de campo. México, CIMMYT. 122 p.
12. Monterroso Salvatierra, D. 2011. Manual técnico para el manejo del complejo de mancha de asfalto. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 22 p. Consultado 16 dic 2015. Disponible en <http://www.manchadeasfalto.com/Artecnicos/Manual%20tecnico%20para%20el%20manejo%20del%20complejo%20Mancha%20de%20Asfalto%20del%20maiz.pdf>
13. Ortas, L. 2008. El cultivo del maíz: fisiología y aspectos generales (en línea). Comercial de Servicios Agrigan, Boletín no. 7:1-4. Consultado 3 abr 2015. Disponible en <http://nolaboreo.es/publicaciones/articulos/pdf/maiz.pdf>
14. Oscanoa, C; Sevilla, R. 2011. Mejoramiento conservativo del maíz en la sierra del Perú (en línea). Perú. Consultado 13 dic 2015. Disponible en <http://www.bvcooperacion.pe/biblioteca/bitstream/123456789/884/1/BVCI0000873.pdf>
15. Osorio, M. 2008. Aporte a las actividades de la Oficina Municipal de Planificación de Santa Catarina Mita, Jutiapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, FAUSAC. 89 p.
16. Poehlman, JM. 1987. Mejoramiento genético de las cosechas. Trad. N. Sánchez. 9 ed. México, Limusa. 453 p.
17. Segura Galindo, LA. 2008. Evaluación de 19 híbridos de maíz blanco (*Zea mays*) procedentes de diferentes localidades de Latinoamérica, en los campos del Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA), Facultad de Agronomía, zona 12 de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, FAUSAC. 68 p.
18. Serrato, J. 2009. El origen y la diversidad del maíz en el continente americano. México. Consultado 13 dic 2015. Disponible en <http://www.greenpeace.org/mexico/global/mexico/report/2012/9/gporigenmaiz%20final%20web.pdf>
19. Vásquez, F. 2013. Apuntes de fitogenética, fitomejoramiento y tecnología de semillas. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 292 p.

3.5 ANEXOS

Anexo 1

Plan de fertilización

Plan de fertilización para la localidad de Nueva Concepción, Escuintla.

En la figura 47A se presentan los resultados obtenidos del análisis de suelos con fines de fertilidad, los cuales se utilizaron para realizar el plan de fertilización para la localidad de Nueva Concepción, Escuintla.

A continuación se presentan los cálculos realizados para el plan de fertilización, con base a los resultados del análisis químico de suelo para el área de Nueva Concepción.

Cuadro 38A. Datos de suelo y cultivo para elaborar el plan de fertilización.

Área	2,224 m ²
Densidad del suelo	1.2 g/cc
Profundidad	0.30 cm
Cultivo	maíz
Fertilizantes disponibles	46-0-0
	10-50-10
	18-46-0
	0-0-60
Requerimientos del cultivo	N = 187 kg/ha
	P = 38 kg/ha
	K = 192 kg/ha

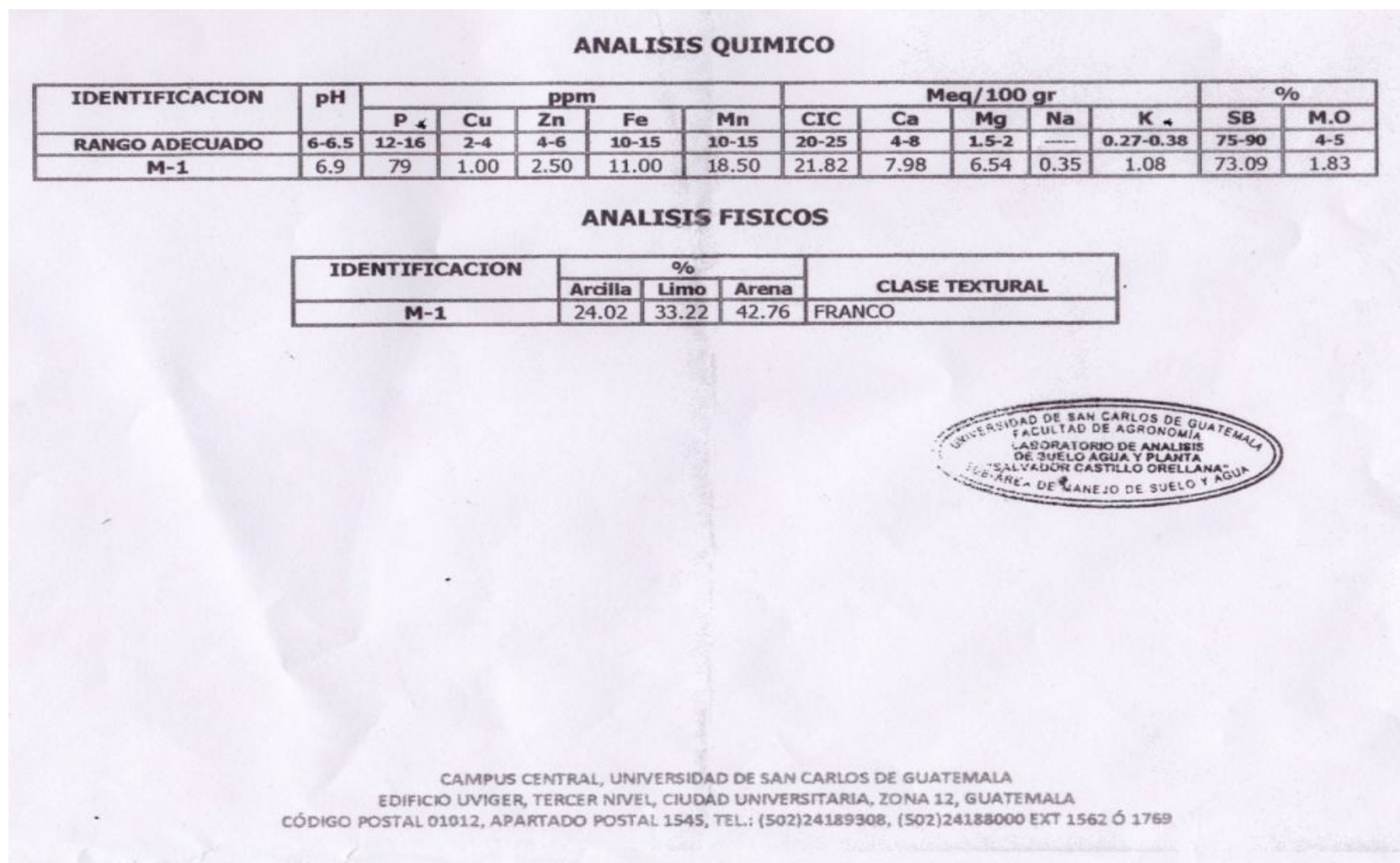


Figura 47A. Resultados del análisis de suelo realizado con fines de fertilidad, para la localidad de Nueva Concepción, Escuintla.

Análisis para una hectárea

Kilogramos de suelo en una hectárea

Kg de suelo/ha = área (m²) x densidad (kg/m³) x profundidad (m)

$$1.2 \text{ g/cc} = 1,200 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Kg de suelo/ha} = 10,000 \text{ m}^2 \times 1,200 \text{ kg/m}^3 \times 0.3 \text{ m} = 3,600,000 \text{ kg/suelo/ha}$$

Potasio

De Meq de potasio a ppm de potasio

$$\text{Ppm de K} = \frac{1.08 \text{ Meq}}{100 \text{ g}} * \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ kg}} * 39.1 = 422.28 \text{ ppm}$$

a. Cantidad de potasio en 1 kg de suelo y en una hectárea.

$$422.28 \text{ ppm} = 422.28 \text{ mg K} = \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} * \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 0.00042 \text{ kg de K en 1 kg de suelo}$$

$$\text{Cantidad de K/ha} = \frac{0.00042 \text{ kg K}}{X} = \frac{1 \text{ kg suelo}}{3,600,000 \text{ kg suelo}} = 1,512 \text{ kg K/ha}$$

b. Cantidad de K₂O en una hectárea

K₂O

$$\text{K}_2 = 39.1 * 2 = 78.2$$

$$\text{O} = 16$$

$$78.2 + 16 = 94.2$$

$$\text{K}_2\text{O} = \frac{\frac{94.2 \text{ g K}_2\text{O}}{78.2 \text{ g K}} * 1,512,000 \text{ g K}}{1,000} = 1,821 \text{ kg K}_2\text{O/ha}$$

El cultivo requiere 192 kg/ha de Potasio y el suelo contiene 1,821 kg, por lo tanto, no es necesario realizar aplicaciones de este nutriente.

Fósforo

a. Cantidad de fósforo en 1 kg de suelo y en una hectárea.

$$79 \text{ ppm P} = 79 \text{ mg P} = \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} * \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 0.000079 \text{ kg de P en 1 kg de suelo}$$

$$\text{Cantidad de P/ha} = \frac{0.000079 \text{ kg P}}{X} = \frac{1 \text{ kg suelo}}{3,600,000 \text{ kg suelo}} = 284.4 \text{ kg P/ha}$$

b. Cantidad de P_2O_5 en una hectárea

P_2O_5

$$P_2 = 30.97 * 2 = 61.94$$

$$O_5 = 16 * 5 = 80.0$$

$$61.94 + 80.0 = 141.94$$

$$P_2O_5 = \frac{\frac{141.94 \text{ g } P_{205}}{61.94 \text{ g P}} * 284,400 \text{ g P}}{1,000} = 651.7 \text{ kg } P_{205}/ha$$

El cultivo requiere 38 kg/ha de Fósforo y el suelo presenta 651.7 kg, por lo tanto, no es necesario realizar aplicaciones de este nutriente.

Nitrógeno

Debido a que la disponibilidad de nitrógeno en el suelo es diferente en relación al Potasio y Fósforo, se manejan los valores de requerimientos en un 100%.

a. Kilogramos de Urea para 2,224 m², en relación a los requerimientos del cultivo.

$$\text{Kg Urea} = \frac{100 \text{ kg Urea}}{x} = \frac{46 \text{ kg N}}{187 \text{ kg N}} = 406.5 \text{ kg de N/ha}$$

$$\frac{406.5 \text{ kg Urea}}{x} = \frac{10,000 \text{ m}^2}{2,244 \text{ m}^2} = 91 \text{ kg Urea para } 2,244 \text{ m}^2$$

b. Cantidad de fertilizante por planta

Número de plantas = 110,400

91,000 g Urea/11,200 plantas = 8.8 g Urea/planta

Gramos de Urea por postura = 17.6 g Urea (2 plantas por postura).

El fertilizante se distribuye en dos aplicaciones. Por lo tanto, se debe de aplicar: **8.8 g de Urea/postura/aplicación.**

Plan de fertilización para la localidad Santa Catarina Mita, Jutiapa.

En la figura 48A, se presentan los resultados obtenidos del análisis de suelos, los cuales se utilizaron para realizar el plan de fertilización para la localidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa.

En el cuadro 39A, se presentan los cálculos realizados para el plan de fertilización, con base a los resultados del análisis químico de suelo para el área de Sta. Catarina Mita.

Cuadro 39A. Datos de suelo y cultivo para elaborar el plan de fertilización.

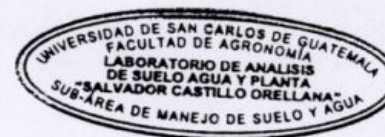
Área	2,224 m ²
Densidad del suelo	1.25 g/cc
Profundidad	0.30 cm
Cultivo	maíz
Fertilizantes disponibles	46-0-0
	10-50-10
	18-46-0
	0-0-60
Requerimientos del cultivo	N = 187 kg/ha
	P = 38 kg/ha
	K = 192 kg/ha

ANALISIS QUIMICO DE SUELOS

IDENTIFICACION	pH	Ppm					Meq/100 gr					%	
		P	Cu	Zn	Fe	Mn	CIC	Ca	Mg	Na	K	SB	M.O
RANGO ADECUADO	6-6.5	12-16	2-4	4-6	10-15	10-15	20-25	4-8	1.5-2	-----	0.27-0.38	75-90	4-5
M-1	5.9	27.07	6.00	3.50	18.50	95.00	17.22	8.98	2.63	0.10	2.23	80.95	3.99

ANALISIS FISICOS DE SUELOS

IDENTIFICACION	%			CLASE TEXTURAL
	Arcilla	Limo	Arena	
M-1	44.65	24.82	20.53	ARCILLOSO



CAMPUS CENTRAL, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 EDIFICIO UVIGER, TERCER NIVEL, CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12, GUATEMALA
 CÓDIGO POSTAL 01012, APARTADO POSTAL 1545, TEL.: (502)24189308, (502)24188000 EXT 1562 Ó 1769

Figura 48A. Resultados del análisis de suelo realizado con fines de fertilidad, para la localidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa.

Análisis para una hectárea

Kilogramos de suelo en una hectárea

Kg de suelo/ha = área (m²) x densidad (kg/m³) x profundidad (m)

$$1.25 \text{ g/cc} = 1,250 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Kg de suelo/ha} = 10,000 \text{ m}^2 \times 1,250 \text{ kg/m}^3 \times 0.3 \text{ m} = 3,750,000 \text{ kg/suelo/ha}$$

Potasio

De Meq de potasio a ppm de potasio

$$\text{Ppm de K} = \frac{2.23 \text{ Meq}}{100 \text{ g}} * \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ kg}} * 39.1 = 872 \text{ ppm}$$

a. Cantidad de potasio en 1 kg de suelo y en una hectárea.

$$872 \text{ ppm} = 872 \text{ mgK} = \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} * \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 0.00087 \text{ kgdeK en 1 kgdesuelo}$$

$$\text{Cantidad de K/ha} = \frac{0.00087 \text{ kg K}}{X} = \frac{1 \text{ kg suelo}}{3,750,000 \text{ kg suelo}} = 3,263 \text{ kg K/ha}$$

b. Cantidad de K₂O en una hectárea

K₂O

$$\text{K}_2 = 39.1 * 2 = 78.2$$

$$\text{O} = 16$$

$$78.2 + 16 = 94.2$$

$$\text{K}_2\text{O} = \frac{\frac{94.2 \text{ g K}_2\text{O}}{78.2 \text{ g K}} * 3,263,000 \text{ g K}}{1,000} = 3,931 \text{ kg K}_2\text{O/ha}$$

El cultivo requiere 192 kg/ha de Potasio y el suelo contiene 3,931 kg, por lo tanto, no es necesario realizar aplicaciones de este nutriente.

Fósforo

- a. Cantidad de fósforo en 1 kg de suelo y en una hectárea.

$$27\text{ppm P} = 27 \text{ mg P} * \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} * \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 0.000027 \text{ kg de P en 1 kg de suelo}$$

$$\text{Cantidad de P/ha} = \frac{0.000027 \text{ kg P}}{X} = \frac{1 \text{ kg suelo}}{3,750,000 \text{ kg suelo}} = 101.25 \text{ kg P/ha}$$

- b. Cantidad de P₂O₅ en una hectárea



$$P_2 = 30.97 * 2 = 61.94$$

$$O_5 = 16 * 5 = 80.0$$

$$61.94 + 80.0 = 141.94$$

$$P_2O_5 = \frac{\frac{141.94 \text{ g P}_{205}}{61.94 \text{ g P}} * 101,250 \text{ g P}}{1,000} = 232 \text{ kg P}_{205}/\text{ha}$$

El cultivo requiere 38 kg/ha de Fósforo y el suelo presenta 232 kg, por lo tanto, no es necesario realizar aplicaciones de este nutriente.

Nitrógeno

Debido a que la disponibilidad de nitrógeno en el suelo es diferente en relación al Potasio y Fósforo, se manejan los valores de requerimientos en un 100%.

- c. Kilogramos de Urea para 2,224 m², en relación a los requerimientos del cultivo.

$$\text{Kg Urea} = \frac{100 \text{ kg Urea}}{x} = \frac{46 \text{ kg N}}{187 \text{ kg N}} = 406.5 \text{ kg de N/ha}$$

$$\frac{406.5 \text{ kg Urea}}{x} = \frac{10,000 \text{ m}^2}{2,244 \text{ m}^2} = 91 \text{ kg Urea para } 2,244 \text{ m}^2$$

d. Cantidad de fertilizante por planta

Número de plantas = 110,400

91,000 g Urea/11,200 plantas = 8.8 g Urea/planta

Gramos de Urea por postura = 17.6 g Urea (2 plantas por postura).

El fertilizante se distribuye en dos aplicaciones. Por lo tanto, se debe de aplicar: **8.8 g de Urea/postura/aplicación.**

Anexo 2

Ajuste de humedad

Cálculo del peso ajustado al 12 % de humedad

Datos:

Peso de campo (kg): 4.9

Porcentaje de humedad de campo: 17.0

$$\text{Humedad al 12\%} = \frac{100-17.0}{100-12} =$$

$$\text{Humedad al 12\%} = 4.9 * \frac{100-17.0}{100-12} = 4.6\text{kg}$$

Peso ajustado al 12 % de humedad = 4.6 kg

Anexo 3

Prueba de medias para la variable rendimiento, Nueva Concepción, Escuintla.

Cuadro 40A. Prueba de medias de Duncan, al 5 %. Para la variable rendimiento, en la localidad de Nueva Concepción, Escuintla

TRATAMIENTO	MEDIA (t/ha)	GRUPO DUNCAN
1053	4.9	A
1043	4.7	AB
1051	4.4	ABC
1069	4.4	ABC
TESTIGO	4.4	ABCD
1039	4.3	ABCDE
1057	4.3	ABCDE
1014	4.3	ABCDEF
1036	4.3	ABCDEF
1055	4.2	ABCDEFG
1016	4.2	ABCDEFGH
1042	4.2	ABCDEFGH
1088	4.1	ABCDEFGH
1032	4.1	ABCDEFGHI
1013	4.1	ABCDEFGHI
1075	4.0	ABCDEFGHIJ
1048	4.0	ABCDEFGHIJK
1054	4.0	ABCDEFGHIJKL
1020	4.0	ABCDEFGHIJKL
1008	4.0	ABCDEFGHIJKL
1044	3.9	ABCDEFGHIJKL
1085	3.9	ABCDEFGHIJKL
1047	3.9	ABCDEFGHIJKLM
1084	3.8	ABCDEFGHIJKLMN
1007	3.8	ABCDEFGHIJKLMN
1090	3.8	ABCDEFGHIJKLMN
1026	3.8	ABCDEFGHIJKLMN
1024	3.7	ABCDEFGHIJKLMN
1018	3.7	ABCDEFGHIJKLMN
1021	3.7	ABCDEFGHIJKLMN
1038	3.7	ABCDEFGHIJKLMN

1098	3.7	ABCDEFGHJKLMN
1028	3.7	ABCDEFGHJKLMN
1023	3.7	ABCDEFGHJKLMN
1004	3.7	ABCDEFGHJKLMN
1029	3.6	ABCDEFGHJKLMN
1010	3.6	ABCDEFGHJKLMN
1046	3.6	ABCDEFGHJKLMN
1002	3.6	ABCDEFGHJKLMNO
1015	3.5	ABCDEFGHJKLMNO
1027	3.5	ABCDEFGHJKLMNOP
1073	3.4	ABCDEFGHJKLMNOP
1050	3.4	ABCDEFGHJKLMNOP
1006	3.4	ABCDEFGHJKLMNOP
1099	3.4	ABCDEFGHJKLMNOP
1041	3.4	ABCDEFGHJKLMNOP
1087	3.3	ABCDEFGHJKLMNOPQ
1031	3.3	ABCDEFGHJKLMNOPQ
1025	3.3	ABCDEFGHJKLMNOPQ
1009	3.3	ABCDEFGHJKLMNOPQ
1019	3.3	ABCDEFGHJKLMNOPQ
1035	3.3	ABCDEFGHJKLMNOPQR
1100	3.2	ABCDEFGHJKLMNOPQR
1072	3.2	ABCDEFGHJKLMNOPQR
1037	3.2	BCDEFGHJKLMNOPQRS
1086	3.1	BCDEFGHJKLMNOPQRS
1034	3.1	BCDEFGHJKLMNOPQRS
1060	3.1	BCDEFGHJKLMNOPQRS
1052	3.1	BCDEFGHJKLMNOPQRS
1011	3.1	BCDEFGHJKLMNOPQRS
1049	3.0	BCDEFGHJKLMNOPQRS
1067	3.0	CDEFGHJKLMNOPQRS
1017	3.0	CDEFGHJKLMNOPQRS
1082	2.9	CDEFGHJKLMNOPQRST
1001	2.9	CDEFGHJKLMNOPQRSTU
1022	2.9	CDEFGHJKLMNOPQRSTU
1003	2.7	CDEFGHJKLMNOPQRSTU
1092	2.7	CDEFGHJKLMNOPQRSTU

1094	2.7	CDEFGHIJKLMNOPQRSTU
1064	2.7	CDEFGHIJKLMNOPQRSTU
1095	2.7	CDEFGHIJKLMNOPQRSTU
1058	2.6	FGHIJKLMNOPQRSTU
1081	2.6	FGHIJKLMNOPQRSTU
1097	2.6	FGHIJKLMNOPQRSTU
1096	2.6	GHIJKLMNOPQRSTUV
1089	2.6	GHIJKLMNOPQRSTUV
1012	2.5	GHIJKLMNOPQRSTUV
1076	2.5	GHIJKLMNOPQRSTUV
1077	2.5	HIJKLMNOPQRSTUV
1083	2.5	HIJKLMNOPQRSTUV
1040	2.5	HIJKLMNOPQRSTUV
1093	2.4	IJKLMNOPQRSTUV
1045	2.4	JKLMNOPQRSTUV.
1078	2.4	JKLMNOPQRSTUV
1074	2.3	JKLMNOPQRSTUV
1079	2.3	LMNOPQRSTUV
1062	2.3	LMNOPQRSTUV
1066	2.2	MNOPQRSTUV
1005	2.2	MNOPQRSTUV
1063	2.2	NOPQRSTUV
1070	2.1	NOPQRSTUV
1071	1.9	NOPQRSTUV
1080	1.8	OPQRSTUV
1061	1.7	QRSTUV
1033	1.7	QRSTUV
1065	1.6	RSTUV
1059	1.5	STUV
1068	1.3	TU V
1030	1.2	U V
1056	1.1	V

Anexo 4

Prueba de medias para la variable rendimiento, Santa Catarina Mita, Jutiapa

Cuadro 41A. Prueba de medias de Duncan, al 5 %. Para la variable rendimiento, en la localidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa.

TRATAMIENTO	MEDIA (t/ha)	GRUPO DUNCAN
1054	3.9	A
1053	3.9	A
1048	3.7	AB
1042	3.5	ABC
1034	3.5	ABC
1038	3.5	ABC
1073	3.5	ABCD
1028	3.4	ABCDE
1050	3.3	ABCDEF
1044	3.3	ABCDEF
1057	3.3	ABCDEF
1015	3.3	ABCDEFG
1036	3.3	ABCDEFG
1032	3.0	ABCDEFGH
1001	2.8	ABCDEFGHI
1043	2.7	ABCDEFGHIJ
1071	2.7	ABCDEFGHIJ
TESTIGO	2.7	ABCDEFGHIJ
1039	2.7	ABCDEFGHIJ
1055	2.7	ABCDEFGHIJK
1031	2.6	ABCDEFGHIJK
1051	2.6	ABCDEFGHIJK
1087	2.6	ABCDEFGHIJK
1046	2.6	ABCDEFGHIJK
1058	2.6	ABCDEFGHIJKLM
1012	2.5	ABCDEFGHIJKLMNO
1005	2.5	ABCDEFGHIJKLMNO
1011	2.4	ABCDEFGHIJKLMNO
1086	2.4	ABCDEFGHIJKLMNO
1021	2.4	ABCDEFGHIJKLMNO
1081	2.4	ABCDEFGHIJKLMNO
1008	2.3	ABCDEFGHIJKLMNO

1099	2.3	ABCDEFGHJKLMNO
1047	2.3	ABCDEFGHJKLMNO
1041	2.3	ABCDEFGHJKLMNO
1040	2.3	ABCDEFGHJKLMNO
1037	2.3	ABCDEFGHJKLMNO
1007	2.2	ABCDEFGHJKLMNO
1075	2.2	ABCDEFGHJKLMNO
1097	2.2	ABCDEFGHJKLMNO
1003	2.1	ABCDEFGHJKLMNO
1061	2.1	ABCDEFGHJKLMNO
1100	2.1	ABCDEFGHJKLMNO
1084	2.0	ABCDEFGHJKLMNO
1023	2.0	ABCDEFGHJKLMNO
1083	2.0	ABCDEFGHJKLMNO
1025	1.9	BCDEFGHJKLMNO
1002	1.9	BCDEFGHJKLMNO
1045	1.9	BCDEFGHJKLMNO
1013	1.9	BCDEFGHJKLMNO
1078	1.8	BCDEFGHJKLMNO
1098	1.8	BCDEFGHJKLMNO
1033	1.8	BCDEFGHJKLMNO
1063	1.8	BCDEFGHJKLMNO
1017	1.7	BCDEFGHJKLMNO
1016	1.7	CDEFGHJKLMNO
1095	1.7	CDEFGHJKLMNO
1004	1.7	CDEFGHJKLMNO
1060	1.6	CDEFGHJKLMNO
1094	1.6	CDEFGHJKLMNO
1014	1.6	CDEFGHJKLMNO
1006	1.6	CDEFGHJKLMNO
1020	1.6	CDEFGHJKLMNO
1026	1.6	CDEFGHJKLMNO
1069	1.6	CDEFGHJKLMNO
1077	1.5	CDEFGHJKLMNO
1064	1.5	DEFGHJKLMNO
1018	1.5	DEFGHJKLMNO
1074	1.5	DEFGHJKLMNO

1019	1.5	DEFGHIJKLMNO
1093	1.4	EFGHIJKLMNO
1049	1.4	EFGHIJKLMNO
1010	1.4	FGHIJKLMNO
1082	1.4	FGHIJKLMNO
1089	1.3	GHIJKLMNO
1068	1.3	HIJKLMNO
1079	1.3	HIJKLMNO
1092	1.3	HIJKLMNO
1090	1.2	HIJKLMNO
1076	1.2	HIJKLMNO
1022	1.2	HIJKLMNO
1072	1.1	HIJKLMNO
1056	1.1	HIJKLMNO
1067	1.1	HIJKLMNO
1024	1.1	HIJKLMNO
1070	1.0	HIJKLMNO
1009	1.0	HIJKLMNO
1052	1.0	IJKLMNO
1059	1.0	IJKLMNO
1080	0.9	IJKLMNO
1030	0.8	JKLMNO
1027	0.8	JKLMNO
1035	0.8	JKLMNO
1062	0.7	KLMNO
1065	0.7	LMNO
1096	0.6	MNO
1088	0.6	NO
1029	0.6	NO
1066	0.5	O
1085	0.5	O

Anexo 5

Características agronómicas de los 100 híbridos de maíz blanco, Nueva Concepción, Escuintla.

Cuadro 42A. Valores medios de las características agronómicas de los 100 híbridos evaluados en la localidad de Nueva Concepción, Escuintla.

Mater ial	Peso camp o (kg)	% hume dad	Peso ajust ado (kg) (12% hume dad)	Peso ajust ado gran o (Kg) (12% de hume dad)	indic e desg rane	Peso (t/ha)	Días flor. masc	Días flor. Fem	Alt. Plt. (cm)	Alt. Maz. (cm)	No. Aca Raíz	No. Aca Tallo	No. Maz desc.	No. Plts. Cos	No. MazC sch	No. MazP od	AspP lt. (1- 5)	Asp Maz (1-5)	B. may. (1-5)	Hemi l. (1- 5)	Roya (1-5)
1001	3.5	21.4	3.1	2.2	0.7	2.9	55	55	233	140	21	15	1	52	46	6	4	4	4	4	3
1002	4.1	21.3	3.7	2.7	0.7	3.6	54	54	225	130	25	21	0	50	55	4	4	4	4	4	4
1003	3.1	22.7	2.7	2.1	0.8	2.8	54	55	218	140	15	18	2	47	45	6	4	4	3	3	4
1004	4.2	22.2	3.7	2.8	0.8	3.7	55	55	228	113	16	28	1	50	53	2	4	3	3	3	4
1005	2.5	21.7	2.2	1.7	0.8	2.3	54	53	218	120	10	5	0	52	47	10	4	4	3	3	4
1006	3.9	21.1	3.5	2.6	0.8	3.5	55	55	235	138	17	6	2	51	52	6	4	3	4	3	4
1007	4.2	22.0	3.7	2.9	0.8	3.8	53	53	220	120	8	7	1	52	53	5	4	3	3	3	4
1008	4.4	22.3	3.8	3.0	0.8	4.0	54	55	235	133	24	10	2	51	52	5	4	3	3	3	4
1009	3.9	22.0	3.4	2.5	0.7	3.3	56	56	228	123	16	16	3	50	52	4	4	4	3	4	4
1010	4.2	22.4	3.7	2.8	0.7	3.7	53	53	233	128	20	9	1	52	53	3	4	3	3	3	4
1011	3.6	20.3	3.2	2.3	0.7	3.1	54	55	228	130	18	20	3	51	48	8	4	4	3	3	4
1012	2.9	20.0	2.6	1.9	0.7	2.6	54	56	230	123	15	11	0	51	45	6	4	4	3	3	4
1013	4.9	21.8	4.3	3.1	0.7	4.1	52	53	213	123	20	7	2	52	56	4	4	3	4	3	4

1014	4.9	21.8	4.3	3.3	0.8	4.3	53	52	228	120	24	15	2	51	50	6	4	3	3	3	4
1015	3.8	21.3	3.3	2.7	0.8	3.6	53	53	215	130	8	14	1	51	53	7	4	3	3	3	4
1016	4.9	21.9	4.3	3.2	0.7	4.2	53	53	228	115	22	7	1	52	54	5	4	3	3	4	4
1017	3.4	20.1	3.0	2.3	0.8	3.0	54	56	215	135	15	13	4	51	48	3	4	4	3	4	4
1018	4.4	21.7	3.9	2.8	0.7	3.8	55	55	235	130	15	7	2	52	53	6	4	3	3	3	4
1019	3.6	20.9	3.2	2.5	0.8	3.3	55	55	228	128	13	14	2	52	56	4	4	4	3	4	4
1020	4.3	20.3	3.9	3.0	0.8	4.0	54	53	223	110	26	5	3	51	53	3	4	3	3	3	3
1021	4.1	20.1	3.7	2.8	0.8	3.8	54	53	235	138	27	16	1	52	52	4	4	3	4	4	3
1022	3.1	19.7	2.8	2.2	0.8	2.9	52	53	223	143	13	27	2	52	48	7	5	4	4	4	3
1023	4.0	21.6	3.6	2.8	0.8	3.7	52	51	225	138	16	11	1	52	53	3	4	3	4	3	3
1024	4.1	20.4	3.7	2.8	0.8	3.8	53	53	223	125	9	37	1	51	54	4	4	3	3	3	4
1025	3.8	19.8	3.4	2.5	0.7	3.3	51	51	233	140	34	6	0	49	52	1	4	3	3	3	4
1026	4.0	21.7	3.5	2.9	0.8	3.8	55	56	245	130	27	3	1	47	49	3	4	3	3	3	3
1027	4.2	21.7	3.7	2.7	0.7	3.5	55	55	220	125	24	5	1	52	51	4	4	3	4	3	3
1028	4.0	21.5	3.6	2.8	0.8	3.7	55	57	225	120	19	9	1	52	55	7	4	4	3	4	4
1029	4.1	21.6	3.7	2.8	0.8	3.7	53	53	243	123	16	17	3	52	56	8	4	3	3	3	3
1030	1.6	19.9	1.5	1.0	0.7	1.3	56	58	200	110	22	10	1	45	37	8	4	4	4	4	3
1031	3.9	20.5	3.5	2.5	0.7	3.4	53	54	223	120	18	8	2	52	52	6	4	4	3	3	4
1032	4.9	22.0	4.3	3.1	0.7	4.1	54	55	238	128	23	4	1	51	55	7	4	3	3	3	3
1033	2.2	20.8	1.9	1.3	0.7	1.7	57	57	220	118	20	7	0	48	39	5	4	4	4	3	4
1034	3.5	20.2	3.2	2.4	0.8	3.2	55	56	225	143	15	23	2	47	48	6	5	3	4	4	3
1035	3.6	19.8	3.3	2.5	0.8	3.3	53	54	233	115	10	1	1	52	47	8	4	4	4	3	4
1036	4.7	22.4	4.1	3.2	0.8	4.3	57	57	250	128	18	3	1	51	49	12	4	3	3	3	3
1037	3.6	20.0	3.2	2.4	0.8	3.2	55	56	208	105	15	5	3	52	48	8	3	3	3	3	3
1038	4.1	19.4	3.7	2.8	0.8	3.8	52	53	218	115	21	2	0	51	51	4	4	4	3	3	4
1039	4.8	21.4	4.3	3.3	0.8	4.4	54	54	225	118	13	6	3	52	50	4	4	3	3	3	3
1040	2.8	19.5	2.5	1.9	0.8	2.5	53	54	233	113	10	4	1	54	40	5	3	4	3	3	3
1041	4.2	22.7	3.6	2.6	0.7	3.4	54	57	210	115	16	17	1	50	51	8	4	3	3	3	4
1042	4.8	21.8	4.2	3.2	0.8	4.2	56	56	218	110	10	9	1	52	52	3	3	3	3	3	4

1043	5.4	23.0	4.7	3.5	0.8	4.7	55	56	230	115	11	13	3	51	49	10	4	4	3	3	3
1044	4.5	21.4	4.0	3.0	0.7	4.0	56	57	215	125	6	5	4	51	48	9	3	4	3	3	3
1045	2.9	21.2	2.5	1.8	0.7	2.4	56	59	215	120	12	12	5	49	47	10	4	4	4	3	4
1046	4.0	20.8	3.6	2.7	0.8	3.7	56	58	215	123	16	13	2	50	48	4	4	4	3	3	3
1047	4.5	22.1	4.0	3.0	0.7	4.0	55	55	195	100	11	5	3	52	54	3	4	3	3	3	3
1048	4.4	23.3	3.8	3.0	0.8	4.0	55	58	223	113	9	2	1	52	46	9	3	4	3	3	3
1049	3.7	22.6	3.3	2.3	0.7	3.0	55	56	218	113	11	6	4	52	48	8	3	4	3	3	3
1050	3.8	20.7	3.4	2.6	0.8	3.5	52	53	208	105	10	8	4	52	51	8	4	4	3	4	4
1051	4.9	22.9	4.3	3.4	0.8	4.5	54	54	250	145	20	13	2	52	55	4	4	4	3	3	4
1052	3.6	21.5	3.2	2.4	0.7	3.2	54	54	218	123	18	13	5	52	49	19	4	4	3	3	3
1053	5.4	22.9	4.7	3.7	0.8	4.9	55	55	225	125	23	5	1	52	51	2	4	3	4	3	3
1054	4.5	20.9	4.0	3.0	0.7	4.0	52	52	240	128	30	3	1	50	53	4	4	3	3	4	4
1055	4.5	21.4	4.0	3.2	0.8	4.2	51	52	215	118	31	4	1	52	53	3	4	4	3	3	4
1056	1.5	20.7	1.3	0.9	0.7	1.2	56	57	218	113	8	2	2	52	38	16	4	4	3	3	4
1057	4.8	21.6	4.2	3.3	0.8	4.4	54	54	235	118	20	6	3	51	52	11	4	4	3	3	3
1058	3.1	19.7	2.8	2.0	0.7	2.7	53	55	238	113	16	8	1	52	49	13	4	4	4	4	3
1059	1.9	21.8	1.6	1.2	0.7	1.6	56	56	230	113	10	1	5	51	34	9	3	4	4	3	3
1060	3.7	19.6	3.4	2.4	0.7	3.2	53	53	258	128	12	6	2	52	55	11	4	4	3	3	3
1061	2.2	19.4	2.0	1.3	0.6	1.7	51	51	218	110	20	13	2	48	39	7	4	4	4	4	3
1062	2.5	19.7	2.3	1.8	0.8	2.3	53	53	220	113	15	6	2	50	44	7	4	4	3	4	3
1063	2.5	19.8	2.2	1.7	0.8	2.2	52	53	210	130	19	5	2	52	46	10	4	4	4	4	4
1064	3.2	20.8	2.9	2.1	0.7	2.7	55	54	223	113	14	3	4	52	45	9	4	4	3	3	3
1065	2.1	19.7	1.9	1.2	0.7	1.6	54	54	218	120	11	1	1	52	44	7	4	4	3	4	4
1066	2.5	19.8	2.2	1.7	0.8	2.3	54	54	225	118	12	1	2	52	43	8	4	4	3	3	4
1067	3.5	20.5	3.1	2.3	0.7	3.0	54	56	205	118	12	5	1	52	48	8	4	4	4	3	3
1068	1.2	18.8	1.1	1.0	0.9	1.3	56	59	205	95	15	4	1	48	37	8	4	4	3	3	4
1069	5.0	19.4	4.6	3.4	0.7	4.5	50	51	225	120	26	4	2	51	53	5	4	3	4	3	
1070	2.7	19.0	2.5	1.6	0.7	2.2	53	53	220	120	15	10	3	49	41	6	4	4	3	4	4
1071	2.0	18.8	1.8	1.4	0.8	1.9	50	50	218	135	6	11	1	52	40	14	4	4	4	4	3

1072	3.7	20.2	3.4	2.5	0.7	3.3	53	55	225	135	21	6	1	52	47	7	4	4	3	4	4
1073	3.8	20.4	3.4	2.6	0.8	3.5	52	54	230	113	2	3	3	52	50	5	3	3	4	3	3
1074	3.0	20.7	2.7	1.8	0.7	2.4	56	57	218	108	15	3	3	51	47	9	4	4	4	3	4
1075	4.4	21.2	3.9	3.0	0.8	4.1	55	56	250	113	16	3	2	52	49	7	4	4	3	3	4
1076	3.0	21.8	2.6	1.9	0.7	2.6	54	56	228	115	11	3	3	50	44	3	3	4	3	3	4
1077	3.0	21.9	2.7	1.9	0.7	2.5	57	58	235	113	12	1	3	51	46	12	4	4	3	4	4
1078	2.8	21.5	2.5	1.8	0.7	2.4	56	58	235	110	17	4	2	52	46	9	4	4	4	3	4
1079	2.5	20.0	2.3	1.8	0.8	2.4	54	54	228	115	5	6	2	52	37	11	3	4	4	3	4
1080	2.1	21.3	1.8	1.4	0.8	1.9	55	55	228	100	28	1	3	52	39	14	4	4	3	3	4
1081	2.8	19.5	2.5	2.0	0.8	2.7	51	52	235	133	20	13	2	51	46	9	4	4	4	3	3
1082	3.5	20.2	3.1	2.2	0.7	3.0	52	53	225	123	16	26	0	50	47	4	5	3	4	4	4
1083	3.6	21.5	3.1	1.9	0.6	2.5	54	55	225	133	27	9	2	51	47	7	4	4	3	4	3
1084	4.3	19.3	3.9	2.9	0.7	3.8	54	54	235	130	7	40	1	52	56	3	5	3	4	4	4
1085	4.4	20.4	4.0	3.0	0.8	4.0	54	55	253	138	27	8	1	50	49	5	4	3	3	3	4
1086	3.4	20.8	3.0	2.4	0.8	3.2	54	55	223	125	8	37	0	49	51	4	5	4	3	3	4
1087	3.5	19.4	3.2	2.5	0.8	3.4	51	51	228	148	14	10	1	52	45	4	4	3	4	4	4
1088	4.8	21.9	4.3	3.1	0.7	4.2	56	57	218	118	19	10	2	50	49	5	4	3	3	3	3
1089	2.9	19.5	2.6	2.0	0.8	2.6	51	51	228	138	18	22	1	46	49	5	4	4	3	3	3
1090	4.0	19.5	3.7	2.9	0.8	3.8	52	53	245	125	19	19	3	52	52	8	4	3	4	4	4
TEST																					
IGO	4.3	20.4	3.9	3.4	0.9	4.5	50	50	238	140	16	14	1	50	50	5	4	3	4	3	3
1092	3.0	18.5	2.7	2.1	0.8	2.8	50	50	210	113	19	18	1	46	45	6	4	4	3	4	4
1093	2.6	19.0	2.4	1.8	0.8	2.5	51	51	220	125	14	17	1	51	47	7	4	4	4	3	4
1094	2.9	18.1	2.7	2.1	0.8	2.8	51	52	233	150	22	17	1	51	48	7	5	4	4	3	3
1095	2.9	21.6	2.6	2.0	0.8	2.7	51	51	218	130	15	14	2	46	41	10	4	4	4	3	4
1096	2.9	20.4	2.6	2.0	0.8	2.6	53	54	230	128	26	17	1	50	46	7	4	4	3	3	4
1097	2.8	19.9	2.5	2.0	0.8	2.7	53	53	238	140	13	11	2	50	45	6	4	4	4	3	3
1098	4.1	19.1	3.8	2.8	0.7	3.7	54	53	248	138	8	34	1	45	57	4	5	3	4	4	4
1099	3.8	21.0	3.4	2.6	0.8	3.4	56	58	233	128	13	7	1	47	47	6	4	3	3	3	4
1100	3.3	20.0	2.9	2.5	0.8	3.3	51	53	225	110	20	12	1	49	48	6	4	3	4	3	4

Anexo 6

Características agronómicas de los 100 híbridos de maíz blanco, Santa Catarina, Mita Jutiapa.

Cuadro 43A. Valores medios de las características agronómicas de los 100 híbridos evaluados en la localidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa.

Material	Peso o cam po (kg)	% de Humeda d	Peso ajusta do (kg) (12% humed ad)	Peso ajustado grano (Kg) (12% de humedad)	Índice desgran e	Peso (t/ha)	Días flor. Mas c	Días flor. Fem	Alt. Plt. (cm)	Alt. Maz. (cm)	No. Aca m Raíz	No. Aca m Tallo	No. Maz desc .	No. Plts. Csc h	No. Maz Csc h	No. Maz Pod	Asp. Plt. (1-5)	Asp. Maz (1-5)	B. may. (1-5)	Helmi . (1-5)	Roy a (1- 5)
1001	3.4	20.9	3.1	2.2	0.7	2.9	66	69	133	83	1	0	3	44	36	7	4	3	3	3	3
1002	2.2	19.9	2.0	1.5	0.7	1.9	68	69	153	95	1	1	3	48	31	11	4	4	3	3	3
1003	2.3	17.6	2.1	1.6	0.8	2.2	65	68	135	83	3	1	4	43	32	8	4	3	3	4	3
1004	1.8	16.1	1.7	1.3	0.8	1.7	67	67	120	83	1	0	5	46	37	17	4	5	3	3	3
1005	2.7	18.6	2.5	1.9	0.8	2.6	64	68	125	63	1	1	3	46	41	13	4	4	3	4	3
1006	1.8	16.8	1.6	1.2	0.8	1.6	69	73	135	90	1	0	7	46	24	10	4	5	3	4	3
1007	2.4	18.5	2.2	1.7	0.8	2.3	65	68	148	95	0	0	4	45	40	19	4	4	3	3	3
1008	2.5	19.4	2.3	1.8	0.8	2.4	64	68	150	90	0	0	1	44	36	17	4	4	3	3	3
1009	1.2	19.5	1.1	0.8	0.7	1.1	66	72	153	90	0	0	2	47	26	12	4	4	3	4	3
1010	1.6	18.3	1.5	1.1	0.7	1.5	69	72	123	83	0	0	2	45	28	7	4	4	3	4	3
1011	2.8	19.4	2.5	1.8	0.7	2.4	65	68	133	73	0	0	3	48	39	8	4	4	3	3	3
1012	2.9	19.5	2.6	1.9	0.7	2.6	62	67	145	85	1	0	1	46	42	13	3	4	3	4	3
1013	2.2	18.8	2.0	1.4	0.7	1.9	65	68	138	88	0	1	6	44	32	10	4	4	3	4	3
1014	1.8	19.5	1.6	1.2	0.8	1.6	64	71	130	70	2	1	1	46	31	7	4	4	3	4	3
1015	3.4	19.4	3.1	2.5	0.8	3.4	65	67	128	80	1	1	2	49	41	9	4	4	3	3	3
1016	2.0	18.2	1.8	1.3	0.7	1.8	64	68	130	73	1	1	3	49	35	16	4	5	3	4	3

1017	2.0	19.5	1.8	1.3	0.8	1.8	63	69	150	93	0	0	3	48	30	8	4	4	3	4	3
1018	1.8	18.1	1.6	1.2	0.7	1.6	66	72	133	88	0	0	4	48	24	4	4	4	3	4	3
1019	1.6	16.0	1.5	1.2	0.8	1.6	69	71	150	108	0	2	3	48	33	10	4	4	3	4	3
1020	1.7	19.3	1.6	1.2	0.8	1.6	69	71	138	85	1	0	4	46	24	9	4	4	3	4	3
1021	2.6	18.8	2.4	1.8	0.8	2.4	68	70	163	95	1	1	1	48	31	6	4	3	3	3	3
1022	1.3	18.1	1.2	0.9	0.8	1.3	68	68	150	98	2	2	1	49	21	2	4	4	3	4	3
1023	2.2	18.5	2.0	1.5	0.8	2.1	66	72	125	85	1	0	2	44	38	10	4	4	3	3	3
1024	1.2	16.5	1.1	0.8	0.8	1.1	69	73	130	70	0	0	1	47	27	4	4	4	3	4	3
1025	2.2	19.8	2.0	1.5	0.7	2.0	69	68	143	103	2	1	1	48	33	3	4	3	3	4	3
1026	1.6	17.6	1.5	1.2	0.8	1.6	70	72	148	88	3	1	0	45	23	6	4	4	3	4	3
1027	1.0	18.6	0.9	0.7	0.7	0.9	71	74	130	83	1	1	2	43	19	5	4	4	3	4	3
1028	3.7	20.6	3.3	2.6	0.8	3.4	65	68	165	90	1	1	0	48	42	8	4	3	3	3	3
1029	0.7	15.1	0.6	0.5	0.8	0.6	72	71	138	98	3	15	2	41	18	6	4	5	3	4	3
1030	1.1	16.4	1.0	0.7	0.7	0.9	75	75	135	88	1	0	3	48	23	8	4	4	3	4	3
1031	3.1	19.1	2.8	2.0	0.7	2.7	63	67	143	78	1	1	4	49	39	7	4	4	3	4	3
1032	3.5	20.2	3.2	2.3	0.7	3.0	68	69	150	73	0	0	0	48	39	11	4	4	3	4	3
1033	2.3	18.3	2.1	1.4	0.7	1.8	69	70	143	73	2	0	1	41	33	9	4	4	3	3	3
1034	3.9	19.6	3.6	2.7	0.8	3.6	62	65	155	95	2	0	5	48	38	15	3	4	3	3	3
1035	0.9	17.4	0.8	0.6	0.8	0.8	68	70	128	70	2	1	1	50	29	17	4	5	3	4	3
1036	3.5	18.0	3.2	2.5	0.8	3.3	64	66	143	78	1	0	4	49	42	16	4	4	3	4	3
1037	2.5	18.5	2.3	1.7	0.8	2.3	66	68	153	80	2	0	5	45	32	15	4	5	3	3	3
1038	3.7	17.5	3.5	2.7	0.8	3.6	63	65	148	90	1	1	0	52	40	2	4	3	3	3	3
1039	2.9	18.0	2.7	2.1	0.8	2.7	63	68	148	88	0	0	7	51	44	7	4	4	3	3	3
1040	2.5	16.0	2.3	1.8	0.8	2.4	63	68	150	98	1	0	3	49	38	9	4	4	3	4	3
1041	2.8	21.0	2.5	1.8	0.7	2.4	65	68	140	85	2	0	4	52	36	13	4	5	3	4	3
1042	3.9	18.5	3.6	2.7	0.8	3.6	63	66	155	85	0	0	3	52	46	15	4	4	3	4	3
1043	3.1	21.6	2.8	2.1	0.8	2.8	67	70	148	83	2	0	4	48	36	9	3	4	3	4	3
1044	3.8	20.0	3.4	2.5	0.7	3.4	65	67	148	78	2	0	2	50	39	13	4	4	3	3	3
1045	2.2	18.2	2.0	1.4	0.7	1.9	66	69	133	75	2	0	5	45	31	16	4	4	3	3	3

1046	2.8	19.3	2.6	2.0	0.8	2.6	67	70	168	90	2	0	2	51	30	8	4	4	3	4	3
1047	2.6	17.0	2.4	1.8	0.7	2.4	64	71	138	88	0	0	9	48	32	13	4	4	3	4	3
1048	3.8	18.4	3.5	2.8	0.8	3.7	63	68	148	83	2	0	1	48	43	13	4	4	3	4	3
1049	1.7	17.9	1.6	1.1	0.7	1.5	69	70	153	93	1	1	2	41	25	12	4	4	3	4	3
1050	3.7	20.0	3.4	2.5	0.8	3.4	64	67	158	103	0	0	4	49	44	9	4	4	3	4	3
1051	2.8	18.6	2.5	2.0	0.8	2.7	65	68	150	80	0	0	2	48	34	8	4	4	3	4	3
1052	1.1	16.8	1.0	0.8	0.7	1.0	71	73	110	78	1	3	3	41	21	8	4	5	3	4	3
1053	4.1	18.9	3.8	3.0	0.8	4.0	67	68	158	90	1	0	5	48	37	8	4	4	3	3	3
1054	4.3	16.9	4.0	3.0	0.7	4.0	63	67	145	75	1	0	1	43	37	4	3	3	3	3	3
1055	2.8	18.3	2.6	2.0	0.8	2.7	66	64	135	83	1	0	1	40	31	4	3	3	3	3	3
1056	1.4	17.5	1.3	0.9	0.7	1.2	68	73	153	68	1	2	3	44	23	9	4	4	3	4	3
1057	3.5	18.4	3.2	2.5	0.8	3.4	64	67	148	83	3	0	4	51	39	9	4	4	3	3	3
1058	3.0	20.1	2.7	2.0	0.7	2.6	65	67	170	90	0	0	3	48	34	11	3	4	3	4	3
1059	1.2	18.7	1.1	0.8	0.7	1.0	70	74	138	80	1	0	2	47	20	8	4	4	3	4	3
1060	1.9	17.0	1.8	1.3	0.7	1.7	69	71	143	83	1	2	3	40	23	5	4	4	3	4	3
1061	2.7	17.0	2.5	1.6	0.6	2.2	69	72	140	103	0	2	3	36	19	5	4	4	3	4	3
1062	0.8	18.1	0.7	0.6	0.8	0.8	68	74	118	70	1	1	0	45	16	6	5	4	3	4	3
1063	2.0	18.1	1.8	1.4	0.8	1.8	69	72	160	85	1	1	8	45	25	10	4	4	3	3	3
1064	1.8	18.2	1.6	1.2	0.7	1.6	67	71	150	88	0	1	1	44	23	11	4	4	3	4	3
1065	0.9	17.6	0.8	0.5	0.7	0.7	69	76	140	75	0	1	2	43	24	12	4	5	3	4	3
1066	0.6	16.9	0.5	0.4	0.8	0.5	69	73	118	73	0	1	1	46	17	6	5	4	3	4	3
1067	1.3	18.4	1.2	0.8	0.7	1.1	72	72	135	90	2	1	2	44	18	7	4	4	3	3	3
1068	1.2	16.7	1.1	1.0	0.9	1.4	68	71	158	100	1	0	0	39	20	4	4	4	3	4	3
1069	1.8	16.4	1.7	1.2	0.7	1.6	67	71	165	115	2	2	1	41	29	6	4	4	3	3	3
1070	1.4	19.4	1.2	0.8	0.7	1.1	70	73	158	110	1	2	2	41	19	8	4	4	3	4	3
1071	2.7	16.1	2.6	2.1	0.8	2.8	63	66	130	75	0	1	3	39	28	7	4	4	3	3	3
1072	1.3	17.9	1.2	0.9	0.7	1.2	68	70	143	83	1	3	2	43	20	12	4	4	3	4	3
1073	3.8	19.5	3.4	2.6	0.8	3.5	64	65	130	83	0	0	4	44	39	11	4	4	3	3	3
1074	1.9	17.8	1.8	1.2	0.7	1.6	67	71	138	70	1	0	1	41	24	7	4	4	3	3	3

1075	2.4	18.6	2.2	1.7	0.8	2.2	68	69	158	75	0	1	4	33	30	12	4	4	3	3	3
1076	1.4	18.2	1.3	1.0	0.7	1.3	66	69	140	70	1	0	1	42	26	13	4	4	3	4	3
1077	1.9	20.1	1.7	1.2	0.7	1.6	66	69	148	93	1	1	3	43	30	11	4	4	3	4	3
1078	2.1	19.3	1.9	1.4	0.7	1.9	66	69	173	93	1	0	1	41	31	6	3	4	3	3	3
1079	1.4	17.5	1.3	1.0	0.8	1.3	71	73	125	68	1	4	1	43	15	5	4	4	3	4	3
1080	1.1	19.3	1.0	0.7	0.8	1.0	70	73	133	70	1	2	3	37	17	5	4	4	3	4	3
1081	2.4	18.1	2.3	1.8	0.8	2.4	64	66	158	95	2	0	2	45	33	11	4	4	3	4	3
1082	1.7	19.1	1.5	1.1	0.7	1.4	71	72	140	83	2	2	1	36	25	2	4	3	3	3	3
1083	2.7	17.2	2.5	1.5	0.6	2.0	65	66	150	73	1	1	4	50	42	16	4	5	3	3	3
1084	2.3	19.4	2.1	1.5	0.7	2.1	69	71	143	85	2	0	0	49	24	3	4	3	3	4	3
1085	0.6	17.9	0.5	0.4	0.8	0.5	73	75	130	75	1	4	1	35	15	7	5	5	3	4	3
1086	2.5	19.2	2.3	1.8	0.8	2.4	64	68	138	98	1	0	1	42	39	11	4	4	3	3	3
1087	2.7	17.6	2.5	2.0	0.8	2.6	64	66	143	85	2	0	2	46	35	3	4	3	3	4	3
1088	0.7	16.8	0.7	0.5	0.7	0.6	73	73	118	85	0	1	3	38	15	10	4	5	3	4	3
1089	1.5	19.1	1.4	1.0	0.8	1.4	68	69	155	95	1	1	4	48	29	12	4	4	3	4	3
1090	1.4	18.6	1.2	1.0	0.8	1.3	69	70	145	103	4	2	5	49	21	4	4	4	3	4	3
TETIGO	2.6	17.6	2.4	2.1	0.9	2.7	69	67	160	100	1	4	2	45	29	3	4	4	3	4	3
1092	1.4	16.6	1.3	1.0	0.8	1.3	69	70	148	103	2	2	6	50	25	4	4	4	3	4	3
1093	1.6	18.1	1.5	1.1	0.8	1.5	69	71	125	73	0	1	2	44	19	7	4	4	3	4	3
1094	1.7	17.2	1.6	1.3	0.8	1.7	67	71	120	75	0	0	0	44	21	6	4	4	3	4	3
1095	1.8	19.3	1.7	1.3	0.8	1.7	67	69	135	98	1	1	3	45	28	13	4	4	3	3	3
1096	0.7	17.5	0.7	0.5	0.8	0.7	69	69	145	93	1	1	0	46	13	1	4	3	3	4	3
1097	2.3	17.8	2.1	1.7	0.8	2.2	67	67	150	103	2	1	2	47	31	10	4	4	3	4	3
1098	2.1	18.2	1.9	1.4	0.7	1.9	65	69	160	103	2	1	2	47	29	8	4	4	3	4	3
1099	2.5	18.0	2.3	1.8	0.8	2.4	67	70	160	93	4	0	4	51	36	12	4	4	3	4	3
1100	2.1	18.9	1.9	1.6	0.8	2.1	70	71	173	113	2	1	1	51	34	10	4	4	3	4	3

ANEXO 7

Cálculos para la instalación del sistema de riego

Datos:

Área: 3,835 m²

Número de salidas: 38

Factor de salidas multiples: 0.4

Caudal pozo: 35 gal/min

Longitud tubería principal: 32 metros

Caudal de la bomba: 7,200 L/h – 32 gpm

1. Ecuación para las pérdidas de carga

$$H_f = \left(\frac{1.21E10}{(D)^{4.872}} * \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} * L \right) \text{ fsm}$$

Donde:

H_f = Pérdidas de carga por fricción en la tubería (m)

D = Diámetro interno de la tubería (mm)

Q = Caudal en la tubería (L/s)

C = Constante de la tubería

L = Longitud de la tubería (m)

FSM = factor de salidas múltiples

A. Tubería 1 (1")

$$H_{f1} = \left(\frac{1.21E10}{(38mm)^{4.872}} * \left(\frac{Q_{2.0 \text{ lps}}}{140} \right)^{1.852} * 32 \right) 0.4 = 1.2 \text{ m}$$

B. Tubería 2 (1 ½ ")

$$H_f 2 = \left(\frac{1.21E10}{(45mm)^{4.872}} * \left(\frac{Q 2.0 lps}{140} \right)^{1.852} * 32 \right) 0.4 = 0.52 \text{ m}$$

C. Tubería 3 (2 ")

$$H_f 3 = \left(\frac{1.21E10}{(90mm)^{4.872}} * \left(\frac{Q 2.0 lps}{140} \right)^{1.852} * 32 \right) 0.4 = 0.02 \text{ m}$$

2. Cálculo de velocidades

$$Vel = \frac{4Q}{\pi d^2}$$

Donde:

Vel = velocidad (m/s)

Q = caudal (m³/s)

d = diámetro interno de la tubería (m)

A. Velocidad 1 (1")

$$Vel1 = \frac{4 * 0.002 \frac{m^3}{s}}{\pi (0.038)^2} = 1.8 \text{ m/s}$$

B. Velocidad 2 (1 ½")

$$Vel1 = \frac{4 * 0.002 \frac{m^3}{s}}{\pi (0.045)^2} = 1.3 \text{ m/s}$$

C. Velocidad 3 (2")

$$Vel1 = \frac{4 * 0.002 \frac{m^3}{s}}{\pi(0.090)^2} = 0.3 \text{ m/s}$$

3. Cálculo de la evapotranspiración máxima del cultivo de maíz (Eto)

$$Eto = Etc * Kc$$

Donde:

Eto = Evapotranspiración máxima del cultivo (mm/día)

Etc = Evapotranspiración del cultivo

Kc = Coeficiente del cultivo

$$Eto = 6.23 \text{ mm/día} * 1.3 = \mathbf{8 \text{ mm/día}}$$

ANEXO 8

Análisis de Suelo
Finca El Cerrito, Nueva Concepción, Escuintla

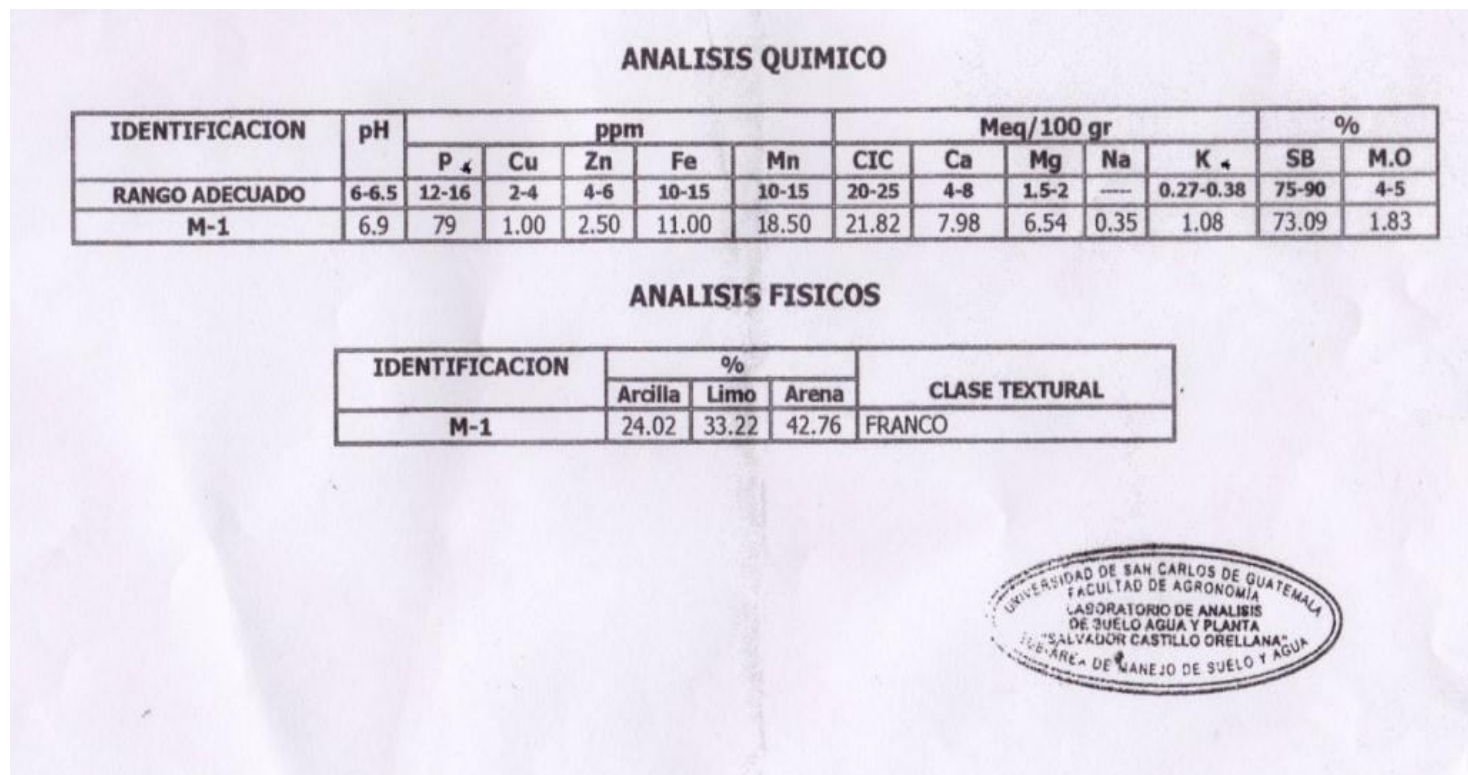


Figura 49A. Resultados del análisis de suelo con fines de riego, realizado en la finca El Cerrito, Nueva Concepción, Escuintla

ANEXO 9

Tuberías y accesorios para el sistema de riego por goteo

Tubería de succión

- 1 Cople con cuerda exterior de 3 pulgadas (macho)
- 1 tuerca unión de 3 pulgadas
- 1 válvula de 3 pulgadas
- 1 cople con cuerda interior de 3 pulgadas (hembra)
- 1 adaptador espiga de 3 pulgadas
- 1 tubo de PVC de 30 cm hidráulico de 3 pulgadas

Línea de descarga

- 1 Cople con cuerda exterior de 3 pulgadas (macho)
- 1 reductor de diámetro de 3 pulgadas a 1 ½ pulgadas
- 5 codos de 90 grados de 1 ½ pulgadas
- 1 tuerca unión de 1 ½ pulgadas
- 1 válvula de 1 ½ pulgadas
- 3 cople con cuerda interior de 1 ½ pulgadas (hembra)
- 1 filtro de anillo de 1 ½ pulgadas
- 1 manómetro
- 1 tubo T de 1 ½ pulgadas
- 3 metros de tubo PVC hidráulico de 1 ½ pulgadas

Tubería principal

- 35 metros de tubo PVC hidráulico de 1 ½ pulgadas
- 2 tubo T de 1 ½ pulgadas
- 3 codo de 90 grados de 1 ½ pulgadas

Tubería secundaria (manifold)

- 107 metros de tubo PVC de 1 ½ pulgada.
- 139 elevadores de 60 cm (85 metros de poliducto hidráulico)
- 139 conectores iniciales
- 139 conectores para la manguera

Manguera de riego

- 4,724 metros de manguera



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA -FAUSAC-
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS
Y AMBIENTALES -IIA-



REF. Sem. 07/2016

LA TESIS TITULADA:

"EVALUACIÓN DE 100 HÍBRIDOS DE MAÍZ
BLANCO (*Zea mays*) EN LAS LOCALIDADES,
NUEVA CONCEPCIÓN, ESCUINTLA Y SANTA
CATARINA MITA, JUTIAPA, GUATEMALA,
C.A."

DESARROLLADA POR LA ESTUDIANTE:

MARÍA ANTONIETA
ARGUETA CORADO

CARNE:

201015086

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES: Dr. Amílcar Sánchez
Dr. Marco Tulio Aceituno Juárez
Ing. Agr. Fernando Rodríguez Bracamonte

Los Asesores y la Dirección del Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales de la Facultad de Agronomía, hace constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y el Reglamento de este Instituto. En tal sentido pase a la Dirección del Área Integrada para lo procedente.

Dr. Marco Tulio Aceituno Juárez
A S E S O R

Ing. Agr. Fernando Rodríguez Bracamonte
SUPERVISOR-ASESOR

WNR/nm
c.c. Archivo



Guatemala, 9 de mayo de 2016

Ref. SAIEPSA: Trabajo de Graduación 16-2016

TRABAJO DE GRADUACIÓN:

EVALUACIÓN DE CIEN HÍBRIDOS DE MAÍZ BLANCO (*Zea mays* L.) EN LAS LOCALIDADES, NUEVA CONCEPCIÓN, ESCUINTLA Y SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA, GUATEMALA, C.A.

ESTUDIANTE:

MARÍA ANTONIETA ARGUETA CORADO

No. CARNÉ

201015086

Dentro del Trabajo de Graduación se presenta el Capítulo II que se refiere a la Investigación Titulada:

"EVALUACIÓN DE 100 (HÍBRIDOS DE MAÍZ BLANCO (*Zea mays*) EN LAS LOCALIDADES, NUEVA CONCEPCIÓN, ESCUINTLA Y SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA, GUATEMALA, C.A."

LA CUAL HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES:

Dr. Amilcar Sánchez

Dr. Marco Tulio Aceituno Juárez

Ing. Agr. Fernando Rodríguez Bracamonte

Los Asesores de Investigación, Docente Asesor de EPSA y la Coordinación del Área Integrada, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y Reglamento de la Facultad de Agronomía. En tal sentido, pase a Decanatura.

"ID Y ENSEÑADA A TODOS"

Ing. Agr. Fernando Rodríguez Bracamonte
Docente - Asesor de EPS



Vo.Bo. Ing. Agr. Silvel A. Elías Grama
Coordinador Area Integrada -EPSA



c.c. Control Académico, Estudiante, Archivo,

No.24.2016

Trabajo de Graduación:

"EVALUACIÓN DE CIEEN HÍBRIDOS DE MAÍZ
BLANCO (*Zea mays* L.) EN LAS LOCALIDADES,
NUEVA CONCEPCIÓN, ESCUINTLA Y SANTA
CATARINA MITA, JUTIAPA, GUATEMALA, C.A."

Estudiante:

María Antonieta Argueta Corado

Carné:

201015086

"IMPRIMASE"



Ing. Agr. Mario Antonio Godínez
DECANO

