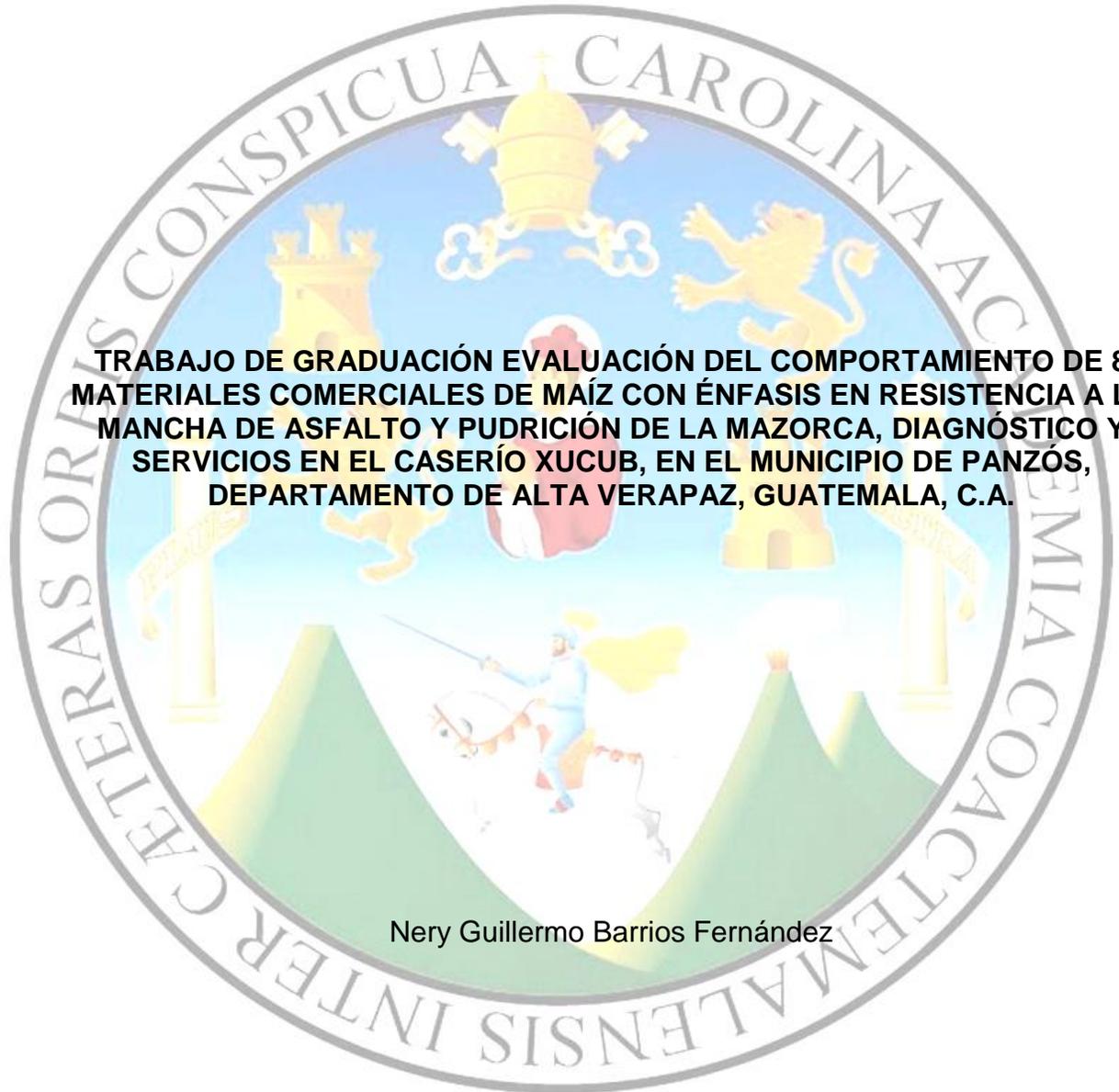


**UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA  
SUBÁREA DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
-EPS-**



**TRABAJO DE GRADUACIÓN EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE 8  
MATERIALES COMERCIALES DE MAÍZ CON ÉNFASIS EN RESISTENCIA A LA  
MANCHA DE ASFALTO Y PUDRICIÓN DE LA MAZORCA, DIAGNÓSTICO Y  
SERVICIOS EN EL CASERÍO XUCUB, EN EL MUNICIPIO DE PANZÓS,  
DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A.**

Nery Guillermo Barrios Fernández

Guatemala, Noviembre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN DIAGNÓSTICO, EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE 8 MATERIALES COMERCIALES DE MAÍZ CON ÉNFASIS EN RESISTENCIA A LA MANCHA DE ASFALTO Y PUDRICIÓN DE LA MAZORCA, EN EL CASERÍO XUCUB Y SERVICIOS EN EL MUNICIPIO DE PANZÓS, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ, GUATEMALA C.A.

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

POR

NERY GUILLERMO BARRIOS FERNANDEZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO

VOCAL PRIMERO

VOCAL SEGUNDO

VOCAL TERCERO

VOCAL CUARTO

VOCAL QUINTO

SECRETARIO

Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López

Dr. Tomás Antonio padilla Cámara

Ing. Agr. M.A. César Linneo García Contreras

Ing. Agr. M.S.C. Erbetto Raúl Alfaro Ortiz

P. Agr. Walfer Yasmani Godoy Santos

P. Contador Neydi Yasmine Juracan Morales

Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardon

GUATEMALA NOVIEMBRE DE 2017

Guatemala, Noviembre de 2017

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 su consideraciones, el informe final de Graduación realizado, **“Evaluación del comportamiento de ocho materiales comerciales de maíz con énfasis en resistencia a la mancha de asfalto y pudrición de la mazorca, Diagnóstico y Servicios en el caserío Xucub, municipio de Panzós, A.V. Guatemala, C.A.”**, como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me suscribo.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Nery Guillermo Barrios Fernández

## Acto que Dedico

A:

- Dios A ti sea la Honra, Gloria y Honor, que me diste la inteligencia, la fuerza y la perseverancia que ha sido una de las virtudes que desarrolle durante todas las etapas transcurridas de mi carrera. Porque Jehová da la sabiduría, y de su boca viene el conocimiento y la inteligencia. - Proverbios 2:6-
- Mi Madre Guillermina Fernández Villatoro por el apoyo incondicional y otorgarme la mejor herencia de vida e inculcar en mí el conocimiento y el amor incondicional, porque conmigo puedes decir misión cumplida pues nos sacaste adelante con esfuerzo y dedicación, te amo madre.
- Mi Padre Nery Joel Barrios Juárez que aunque fue una estrella que brillo poco tiempo en mi vida aún tengo presentes los recuerdos de los primeros pasos que me llevaron al camino de la agronomía, te amo padre y este acto espero lo estés viendo desde el cielo.
- Mi Familia Rosa Graciela Barrios y Pedro Daniel, por haberme apoyado desde que tengo memoria, abrirme la puerta de su casa y quererme como un hijo e inculcarme todos vuestros principios.
- Mis Hermanas Yahaira y Gabriela por su apoyo y cariño. A mi hermana mayor por tratar de apoyarme durante todos pasos que di dentro de la universidad y a mi hermana pequeña porque ella recibió la carga la cual nunca le podre pagar pero le agradeceré siempre
- Mis Amigos José Barrios, Víctor Barrios, Rosangela Barrios, Juan Santos, Job Ingles, Johanes Brückwe, Luis Padilla, Paulina Walch, Heber Mora, Miguel Barrera, Kenny Arias, Mephiboseth Campa, Randy Gómez, Mauricio Pacheco; por haber estado en todo el transcurso de la carrera apoyándome y ayudándome.

## Agradecimientos

A:

- Dios A ti Señor que me dio la vida y el privilegio de formarme como profesional, una luz que a pesar de mis errores, me ha acompañado en mis momentos buenos y malos. Por alcanzar un escalón más y cerrar una etapa más de mi vida.
- Mi Madre Preciosa e incansable mujer que lucho por sus 3 hijos caminando todos los días a su trabajo de maestra para darnos de comer, y transmitirnos el valor del verdadero amor.
- Mi Familia Floralinda Fernández, Audelia Fernández y Gilberto Fernández, Sergio Fernández, por haber apoyado a mi madre en el camino de la enseñanza; el amor de una familia; a Rosa Barrios y Pedro Barrios, por ser ese apoyo cuando los necesite gracias madrina de corazón, gracias por todo lo que hizo hasta el cielo padrino.
- Mis Amigos José Daniel Barrios, Víctor Francisco Barrios, Rosangela Graciela Barrios, Job Ingles, Juan Santos, Paulina Walch fueron los hermanos que sin ser de sangre me brindaron su cariño.
- Mi Amiga Ana Gabriela Rosario Montenegro Pérez, por ser esa voz que apareció cuando más la necesite porque ella me devolvió la confianza y me apoyo en mi camino gracias mi bella dama.
- Mis Amigos Familia Montenegro por brindarme un pequeño espacio en sus corazones y en sus vidas en especial a Jorge López por poder compartir sus historias Dios lo tenga en su gloria.
- Mis Asesores Dr. David Monterroso, Ing. Agr. Fredy Hernández Ola, por su gran ayuda y paciencia en la elaboración de este documento.
- CIMMYT Por darme la oportunidad de ejercer mi EPS, por su apoyo y confianza.
- Panzós A la Municipalidad de Panzós y la extensión del MAGA por su valioso apoyo en especial a Ramiro Buenafe coordinador de la extensión de MAGA en Panzós.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	I
ÍNDICE DE CUADROS .....	III
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IV
<b>TRABAJO DE GRADUACIÓN EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE OCHO MATERIALES COMERCIALES DE MAÍZ CON ÉNFASIS EN RESISTENCIA A LA MANCHA DE ASFALTO Y PUDRICIÓN DE LA MAZORCA, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EN EL CASERÍO XUCUB, EN EL MUNICIPIO DE PANZÓS, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A.....</b>	<b>1</b>
<b>RESUMEN GENERAL.....</b>	<b>2</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>4</b>
<b>DIAGNÓSTICO DEL SECTOR AGRÍCOLA DEL MUNICIPIO DE PANZÓS, DEL DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A.....</b>	<b>4</b>
1.1. PRESENTACIÓN .....	5
1.2. MARCO REFERENCIAL .....	6
1.2.1. <i>Etimología de la palabra Panzós</i> .....	6
1.2.2. <i>Datos Históricos del Municipio</i> .....	6
1.2.3. <i>Grupos étnicos e idiomas Mayas</i> .....	7
1.2.4. <i>Extensión Territorial</i> .....	7
1.2.6. <i>Condiciones Físicas</i> .....	8
1.2.7. <i>Población</i> .....	9
1.2.8. <i>Tenencia de la tierra y concentración de la tierra</i> .....	9
1.2.9. <i>Ubicación geográfica del experimento</i> .....	9
1.3. OBJETIVOS.....	11
1.3.1. <i>Objetivo General</i> .....	11
1.3.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	11
1.4. METODOLOGIA .....	12
1.4.1. <i>Fase de Gabinete Inicial</i> .....	12
1.4.2. <i>Fase de Campo</i> .....	12
1.4.3. <i>Fase de Gabinete Final</i> .....	12
1.5. RESULTADOS .....	13
1.5.1. <i>Estructura Agraria</i> .....	13
1.5.2. <i>Economía</i> .....	13
1.5.3. <i>Migración</i> .....	13
1.5.4. <i>Uso de suelo y agua</i> .....	13
1.5.5. <i>Actividad principal</i> .....	14
1.5.6. <i>Cultivos potenciales</i> .....	14
1.5.7. <i>Antecedentes</i> .....	14
1.5.8. <i>Problemas identificados en el cultivo de Maíz (Zea mays L.)</i> .....	15
1.6. CONCLUSIONES.....	17
1.7. RECOMENDACIONES.....	18
1.8. BIBLIOGRAFÍA.....	19

<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>21</b>
<b>EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE OCHO MATERIALES COMERCIALES DE MAÍZ CON ÉNFASIS EN RESISTENCIA A LA MANCHA DE ASFALTO Y PUDRICIÓN DE LA MAZORCA, EN EL CASERÍO XUCUB, MUNICIPIO DE PANZÓS, A.V. GUATEMALA, C.A.....</b>	<b>21</b>
2.1. PRESENTACIÓN .....	22
2.2 MARCO TEÓRICO .....	24
2.2.1. <i>Marco Conceptual</i> .....	24
2.3. OBJETIVOS .....	38
2.3.1. <i>Objetivo General</i> .....	38
2.3.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	38
2.4. HIPÓTESIS .....	39
2.5. METODOLOGÍA .....	40
2.5.1. <i>Descripción del material experimental</i> .....	40
2.5.2. <i>Diseño experimental</i> .....	41
2.5.3. <i>Análisis de la información</i> .....	43
2.5.4. <i>Análisis económico</i> .....	45
2.5.5. <i>Manejo del cultivo</i> .....	45
2.6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	46
2.6.1. <i>Análisis de las variables evaluadas</i> .....	46
2.6.2. <i>Cuadro resumen sobre las variables de respuesta evaluadas</i> .....	55
2.6.3. <i>Costos de producción y rentabilidad</i> .....	56
2.7. CONCLUSIONES .....	60
2.8. RECOMENDACIONES.....	61
2.9. BIBLIOGRAFÍA .....	62
2.10. ANEXOS.....	64
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>69</b>
<b>SERVICIOS REALIZADOS EN PANZÓS, ALTA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A. DURANTE EL PERIODO DE AGOSTO 2014 – MAYO 2015 .....</b>	<b>69</b>
3.1. PRESENTACIÓN .....	70
3.2. CAPACITACION SOBRE EL MANEJO INTEGRADO DEL COMPLEJO MANCHA DE ASFALTO EN MAÍZ (ZEA MAYS L.) ...	71
3.2.1. <i>OBJETIVOS</i> .....	72
3.2.2. <i>METODOLOGÍA</i> .....	73
3.2.3. <i>RESULTADOS</i> .....	74
3.2.4. <i>EVALUACIÓN</i> .....	75
3.3. TALLER IMPLEMENTACION HUERTOS FAMILIARES CON ALUMNOS DEL BACHILLERATO DEL INSTITUTO PRIVADO MIXTO PRIMARIA BILINGÜE AJ KUTUNEL DEL MUNICIPIO DE PANZÓS, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A. ....	76
3.3.1. <i>OBJETIVOS</i> .....	77
3.3.2. <i>METODOLOGÍA</i> .....	78
3.3.3. <i>RESULTADOS</i> .....	79
3.3.4. <i>EVALUACIÓN</i> .....	80

3.4. EVALUACIÓN DE CUATRO TRATAMIENTOS FÚNGICOS DE DISTINTAS CASAS COMERCIALES PARA EL CONTROL FITOSANITARIO DE MANCHA DE ASFALTO DEL MAÍZ EN EL CASERIO XUCUB, MUNICIPIO DE PANZÓS, ALTA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A .....	81
3.4.1. PRESENTACIÓN .....	82
3.4.2. OBJETIVOS.....	83
3.4.3. HIPÓTESIS.....	84
3.4.4. METODOLOGÍA .....	85
3.4.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	90
3.4.6. CONCLUSIONES.....	99
3.4.7. RECOMENDACIONES.....	100
3.4.8. BIBLIOGRAFÍA.....	101
3.4.9. ANEXOS.....	103

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del maíz .....	25
Cuadro 2. Control Químico de gusano de alambre.....	29
Cuadro 3. Control químico de gusano gris.....	29
Cuadro 4. Control químico Pulgón .....	30
Cuadro 5. Control químico Barrenador del tallo.....	30
Cuadro 6. Control químico Gallina Ciega .....	31
Cuadro 7. Clasificación taxonómica de los hongos del complejo mancha de asfalto.....	34
Cuadro 8. Clasificación taxonómica del hongo <i>Diplodia</i> .....	37
Cuadro 9. Clasificación taxonómica del hongo <i>Fusarium</i> .....	37
Cuadro 10. Descripción de los materiales utilizados.....	40
Cuadro 11. Datos de los tratamientos .....	42
Cuadro 12. Arreglo de la distribución espacial de los tratamientos en el campo .....	42
Cuadro 13. Modelo del análisis de varianza para un diseño bloques al azar .....	43
Cuadro 14. Severidad a los 79 días.....	47
Cuadro 15. Análisis de varianza.....	48
Cuadro 16. Prueba de Tukey para la severidad a los 79 días.....	48
Cuadro 17. Porcentaje de tejido vivo 85 días.....	49
Cuadro 18. Análisis de varianza para porcentaje de tejido vivo 85 días.....	49
Cuadro 19. Prueba de Tukey porcentaje de tejido vivo 85 días.....	50
Cuadro 20. Número de mazorcas dañadas .....	51
Cuadro 21. ANDEVA número de mazorcas dañadas.....	51
Cuadro 22. Prueba de Tukey número de mazorcas enfermas.....	52
Cuadro 23. Número de mazorcas buenas.....	52
Cuadro 24. Análisis de varianza de mazorcas no enfermas.....	53
Cuadro 25. Prueba de Tukey número de mazorcas no enfermas.....	53
Cuadro 26. Rendimiento en kg/ha .....	54

	Página
Cuadro 27. ANDEVA de rendimiento en kg/ha.....	54
Cuadro 28. Prueba de Tukey rendimiento en kg/ha .....	54
Cuadro 29. Cuadro resumen de variables evaluadas .....	55
Cuadro 30. Costos de producción y rentabilidad .....	57
Cuadro 31. Análisis de presupuestos parciales .....	58
Cuadro 32. Tasa marginal de retorno.....	59
Cuadro 33: Descripción de los Materiales a utilizados.....	85
Cuadro 34: Datos de los tratamientos.....	86
Cuadro 35: Arreglo de la distribución espacial de los tratamientos en el campo.....	86
Cuadro 36: Modelo del análisis de varianza para un Diseño Bloques al Azar .....	87
Cuadro 37: Severidad a los 79 días.....	91
Cuadro 38: Análisis de Varianza .....	91
Cuadro 39: Porcentaje de Tejido Vivo 85 días.....	92
Cuadro 40: Análisis de Varianza para porcentaje de tejido vivo 85 días.....	92
Cuadro 41: Prueba de Tukey porcentaje de tejido vivo 85 días .....	93
Cuadro 42: Numero de mazorcas dañadas .....	93
Cuadro 43: ANDEVA Número de mazorcas dañadas.....	94
Cuadro 44: Prueba de Tukey Número de mazorcas enfermas.....	94
Cuadro 45: Numero de Mazorcas buenas .....	95
Cuadro 46: Análisis de Varianza de Mazorcas no enfermas.....	95
Cuadro 47: Prueba de Tukey numero de mazorcas no enfermas .....	95
Cuadro 48: Rendimiento en Kg/Ha.....	96
Cuadro 49: ANDEVA de Rendimiento en Kg/Ha .....	96
Cuadro 50: Prueba de Tukey Rendimiento en Kg/Ha.....	97
Cuadro 51: Cuadro de resumen de variables evaluadas .....	97

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de la ubicación del sitio del experimento y del municipio de Panzós.....	10
Figura 2: Fotografía de la escala pictórica de severidad a la mancha de asfalto. ....	44
Figura 3. Grafica del comportamiento de la enfermedad en los diferentes materiales .....	46
Figura 4A. Fotografía de la ubicación del experimento.....	64
Figura 5A. Fotografía de la siembra.....	64
Figura 6A. Fotografía primera etapa de desarrollo del cultivo.....	65
Figura 7A. Fotografía fase vegetativa inicial del cultivo .....	65
Figura 8A. Fotografía fase vegetativa final .....	66
Figura 9A. Fotografía fase de floración y formación del fruto .....	66
Figura 10A. Fotografía proceso de doblado de la planta de maíz .....	67
Figura 11A. Fotografía del proceso de selección de las mazorcas .....	67
Figura 12A. Fotografía del proceso de extracción de maíz por medio mecánico. ....	68

	Página
Figura 13A: Fotografía de la entrega del maíz después de la toma de datos al dueño del terreno .....	68
Figura 14: Taller Problemática del complejo Mancha de Asfalto y manejo integrado .....	74
Figura 15: Visita técnica a áreas de cultivo .....	74
Figura 16: Fotografía estudiantes realizando camellones para evitar encharcamiento en el área de cultivo .....	79
Figura 17: Fotografía crecimiento de un pequeño huerto de frijol para autoconsumo. ....	79
Figura 18: Fotografía desarrollo de un huerto mixto para consumo familiar.....	79
Figura 19: Escala pictórica de severidad a <i>Phyllachora maydis</i> y <i>Monographella maydis</i> .....	87
Figura 20: Comportamiento de la enfermedad en los diferentes productos .....	90
Figura 21A: Fotografía de hoja de maíz del tratamiento Prodel a los 85 días .....	103
Figura 22A: Fotografía de hoja de maíz del tratamiento Syngenta a los 85 días.....	103
Figura 23A: Fotografía de hoja de maíz del tratamiento Testigo a los 85 días .....	103
Figura 24A: Fotografía de hoja de maíz del tratamiento Bayer a los 85 días .....	104
Figura 25A: Fotografía de hoja de maíz del tratamiento Duwest a los 85 días .....	104
Figura 26A: Fotografía de la mazorcas de maíz del tratamiento Testigo.....	104
Figura 27A: Fotografía de la mazorcas de maíz del tratamiento Prodel.....	104
Figura 28A: Fotografía de la mazorcas de maíz del tratamiento Syngenta .....	105
Figura 29A: Fotografía de la mazorcas de maíz del tratamiento Duwest .....	105
Figura 30A: Fotografía de la mazorcas de maíz del tratamiento Bayer .....	105



**TRABAJO DE GRADUACIÓN EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE 8  
MATERIALES COMERCIALES DE MAÍZ CON ÉNFASIS EN RESISTENCIA A LA  
MANCHA DE ASFALTO Y PUDRICIÓN DE LA MAZORCA, DIAGNÓSTICO Y  
SERVICIOS EN EL CASERÍO XUCUB, EN EL MUNICIPIO DE PANZÓS,  
DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A.**

## RESUMEN GENERAL

El Ejercicio Profesional Supervisado se realizó en el municipio de Panzós, Departamento de Alta Verapaz, siendo el lugar de elaboración y ejecución de: Diagnóstico, Investigación y Servicios Profesionales.

El diagnóstico se realizó en el municipio de Panzós, debido a que este es el lugar donde se encuentra ubicada una extensión del Ministerio Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA) y los Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODES) de las áreas de Telemán, Pueblo Viejo, Rio Escondido y Cahaboncito que pertenecen al municipio. Estas cuentan con mayor acceso al punto de reunión; sirviendo de base para concentrar los esfuerzos de dicho ejercicio. El diagnóstico tuvo por objeto identificar los problemas y debilidades que atraviesan en dicho momento el municipio, así mismo resaltar sus fortalezas y oportunidades. Se encontraron una serie de problemas que se jerarquizaron y se trató de priorizar los que se podía contribuir en la disminución de sus efectos; estos son los rendimientos del cultivo de maíz, falta de ayuda técnica y uso de técnicas agrícolas ineficientes en el área.

Como resultado de la evaluación diagnóstica se detectaron algunas de las problemáticas en el área llevándose a cabo la investigación teórico/practica en la búsqueda de materiales comerciales de maíz, los cuales serán propuestos en parcelas demostrativas para que sean acogidos por los agricultores del área. La investigación se llevó acabo en el caserío Xucub, Municipio de Panzós, donde se evaluaron ocho materiales comerciales de maíz; se realizó la evaluación de tal forma que los materiales seleccionados expresen su potencial en productividad, resistencia a la mancha de asfalto y tengan una buena rentabilidad. De estos ocho materiales comerciales se escogieron los dos más eficientes en producción y resistentes a la mancha de asfalto, estos materiales son: HR-245, DK-390, dichos materiales deben ser evaluados en parcelas demostrativas más grandes para dar continuidad al proceso e integrar los materiales y transferirlos a los agricultores de la zona.

Los servicios realizados se priorización a partir de los problemas expresados por el diagnóstico, dividiéndose estos servicios en la forma siguiente:

Se impartieron conferencias y charlas, para dar capacitación a productores sobre el manejo integrado de la mancha de asfalto en el cultivo de maíz (también debido a la problemática de extrema pobreza que se encuentra en la región) unida a la desnutrición crónica se promovió la implementación de huertos familiares con alumnos de bachillerato del Instituto Privado Mixto Primaria Bilingüe AJ KUTUNEL del municipio de Panzós, identificado como punto ideal para un mayor alcance al capacitar a dichos estudiantes y llegar a más comunidades del área.

El último servicio consistió en una evaluación de programas fitosanitarios que promueven las empresas comerciales (Bayer, Duwest, Syngenta y Prodela). Se evaluaron los fungicidas siguiente Silvacur, Atlas, Amistar y Bela Plus respectivamente para el manejo fitosanitario de la mancha de asfalto; verificando cuál de estos programas permite disminuir la severidad de la mancha de asfalto, manteniendo la mayor productividad del maíz. Se seleccionó el programa fitosanitario de Prodela, que al ser evaluado presentó la mayor protección al cultivo.

## **CAPÍTULO I**

### **DIAGNÓSTICO DEL SECTOR AGRÍCOLA DEL MUNICIPIO DE PANZÓS DEL DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A.**

## 1.1. PRESENTACIÓN

La caracterización del municipio de Panzós, departamento de Alta Verapaz, enfocado al sector agrícola, describiendo y enumerando las actividades productivas principales, que permiten al agricultor obtener beneficios económicos para el sustento diario familiar, se identifican los problemas principales que afectan al municipio de esta forma, se inicia la planificación, organización, análisis y jerarquización de los problemas encontrados en el. Es de suma importancia mencionar que el sector agrícola se ve afectado por múltiples factores tanto físicos, demográficos, entre otros, lo cual determinó que las necesidades primordiales a resolver es en producción agrícola, fortalecimiento de las prácticas agrícolas y fitopatológicas, de los agricultores.

Se dan a conocer los datos generales del Municipio de Panzós, datos de la población, destacando como principal actividad económica de los agricultores la producción de maíz, frijol.

Es de resaltar el apoyo brindado por las autoridades municipales, personal de la sede municipal del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, Presidente de los comités comunitarios de desarrollo (COCODES), y agricultores en general, en la elaboración del presente Diagnóstico Agrícola.

El presente documento es un Diagnóstico del sector agrícola del Municipio de Panzós de una manera general tratando de abarcar los principales problemas en los cuales se puede aportar conocimientos para facilitar una solución efectiva a dichos problemas, entre ellos tenemos la baja o nulo manejo de residuos de cosechas que consideran fuentes de inóculo para posteriores infecciones tal es el caso de la mancha de asfalto en el maíz, una alta desnutrición crónica por la baja capacidad adquisitiva de los mismos.

## **1.2. MARCO REFERENCIAL**

### **1.2.1. Etimología de la palabra Panzós**

La palabra Panzós se deriva de “Pan” que significa “dentro de” y Zos “Aguas verdes”, que viene a significar “dentro de Aguas verdes” palabras que se derivan de la lengua Pocomchi. La razón principal de su fundación fue la excelente fertilidad de los suelos, las primeras personas que habitaron estas tierras, eran netamente agricultores.

La segunda hipótesis acerca de la etimología de la palabra Panzós, es similar a la anterior, la cual se basan en relatos de moradores antiguos quienes sostienen que en los ríos que se encuentran en este lugar hay muchas piedras en las que se forma “Zarro”, unido a la palabra “pan” que en idioma Poqomchi significa “dentro”, se obtiene el nombre de “Pueblo entre Zarro” (Zarceño, 2005).

### **1.2.2. Datos Históricos del Municipio**

La fundación del municipio, según Domingo Juárez se realizó el 11 de octubre de 1,825, sin embargo en el libro de Política Administrativa de la división territorial de Guatemala, escrito por Mateo Morales Urrutia e impreso por Editorial Iberia, se indica como fecha de fundación el 11 de Octubre de 1,861, acordado por el General Justo Rufino Barrios (Zarceño, 2005).

Se conoce también el hecho de que según el decreto gubernativo no. 38 de 1,871 se convocó a los pueblos para la elección de diputados a la constituyente y aparece Panzós como uno de los pueblos del distrito no. 35, que correspondía al departamento de Izabal. En 1,891 Panzós paso a formar parte de Alta Verapaz en forma definitiva (Zarceño 2005).

Dato importante de la historia de Panzós el Ferrocarril Verapaz, que nace el 15 de enero de 1,894 con la firma del contrato por noventa años, entre el Estado de Guatemala, presidido por el General José María Reina Barrios y el señor Walter Dauch, representante de la compañía “Ferrocarril Verapaz y Agencia del Norte Limitada”, contrato por construcción, mantenimiento y explotación de un tramo de ferrocarril entre el Puerto Fluvial de Panzós y el Paraje de Pancajche, de treinta millas de extensión. El ferrocarril terminó de hacer su recorrido el tres de septiembre de 1,965 (Zarceño 2005).

El tren de pasajeros, hacia su servicio dos veces a la semana, los días lunes y jueves; además los días miércoles de cada semana llegaba al municipio de Panzós un barco de correos con pasajeros y carga procedente del Livingston. La estación central del Ferrocarril se localizaba en Panzós, sin embargo existían estaciones en Santa Rosita, La Tinta, Papalha y la Estación Terminal Pancajche (Zarceño 2005).

### **1.2.3. Grupos étnicos e idiomas Mayas**

En el municipio de Panzós, Alta Verapaz, el 96 % de la población total es indígena; de este el 96.8 % habla Q'eqchi' y el 3.2 % hablan Quiché, Kaqchiquel u otro idioma maya; sin embargo, por el pequeño número de personas que lo hablan no es significativo dentro de la población total. Los grupos lingüísticos significativos dentro de la población son el español y el Q'eqchi' (Zarceño 2005).

### **1.2.4. Extensión Territorial**

El municipio de Panzós, cuenta con un área de 537 km<sup>2</sup> equivalente al 8 % de la extensión territorial del departamento de Alta Verapaz (Zarceño 2005).

#### 1.2.5. Condiciones Climáticas

##### **1.2.5.A. Humedad Relativa**

Varía desde 75 % en época seca, al 88 % en tiempos lluviosos, en todo el valle del Polochic (Zarceño 2005).

##### **1.2.5.B. Precipitación pluvial**

En el valle del Polochic de Panzós, Alta Verapaz, la precipitación es del orden de 3412 a 5562 mm al año, con un promedio de 250 días de lluvia anuales (INSIVUMEH 2014).

##### **1.2.5.C. Temperatura media anual**

La temperatura media anual es de aproximadamente 27 °C; sin embargo, debido a la variación en altitudes, existen lugares donde la temperatura media anual es más baja que en los principales centros poblados del municipio (INSIVUMEH 2016).

##### **1.2.5.D. Clima**

Según la clasificación de zonas de vida, basado en el sistema Holdridge, la zona del valle del Polochic de Panzós se enmarca dentro de la zona Bosque muy húmedo subtropical cálido (bmh – S (c), razón por la cual puede considerarse un clima cálido (ICTA 1990 e IGN 2000) (De la Cruz 1982).

El valle del Polochic, Panzós se localiza dentro de la provincia fisiográfica denominada Tierra Altas Sedimentarias. Estas series de suelos están clasificadas directamente para uso y manejo agrícola, existen tres series de suelos en el valle una de Chacalte, Polochic y Telemán (Simmons, Tárano y Pinto 1959).

### **1.2.6. Condiciones Físicas**

#### **1.2.6.A. Clasificación de suelos de Panzós**

Suelos y su origen: los suelos en el valle del Polochic, Panzós son desarrollados sobre rocas calcáreas a elevaciones medianas; dentro de ellas se encuentran Mollisoles y suelos maduros, su textura es arcillosa, color negro, neutros a ligeramente alcalinos de menos de 30 cm de espesor.

Los suelos maduros están caracterizados por suelos superficiales de color café muy oscuro, de 15 cm a 60 cm de espesor que descansan sobre subsuelos arcillosos, de color rojo cafésáceo o bien amarillo cafésáceo. La mayoría de roca madre se encuentra a menos de dos metros de profundidad; sin embargo, en algunos lugares se encuentran suelos hasta de tres metros de espesor (Simmons, Tárano y Pinto 1959 y FAO 1966).

#### **1.2.6.B. Topografía**

Valle del Polochic posee una pendiente que van desde el 1 % hasta 7 % (Zarceño 2005).

#### **1.2.6.C. Bosques**

- a) Bosque de latifoliadas: en el valle del Polochic, ubicado entre la sierra de las Minas y la Sierra de Santa Cruz, predominan los bosques con abundantes especies latifoliadas, especialmente las especies: laurel (*Cordia alliodora*), caulote (*Guazuma ulmifolia*), cardeno (*Albizia longipedata*), upay (*Cordia alba*) (Zarceño 2005 e INAFOR 1982).
- b) Bosque Mixto: este se encuentra a medida que se asciende hacia la Sierra de Las Minas, únicamente al sur del municipio se puede encontrar ésta transición de bosques de latifoliadas a bosques de coníferas porque del lado norte donde se encuentra la Sierra de Santa Cruz, este tipo de bosque se encuentra en la jurisdicción de Senahú, Alta Verapaz (Zarceño 2005 e INAFOR 1982).
- c) Bosque de coníferas: este se encuentra básicamente en las partes altas de la Sierra de Las Minas, que se encuentran en la jurisdicción del municipio de Panzós predominando las especies pino (*Pinus maximinoi*), pino de ocote (*Pinus oocarpa*) (Zarceño 2005 e INAFOR 1982).

### **1.2.7. Población**

Datos generales de población:

La población de Panzós Alta Verapaz, cuenta con el 51.3 % de hombres y 48.7 % de mujeres en su mayoría pertenecen a la etnia Q'eqchi' (90.4 %), y un 9.60 % son no indígenas (Zarceño 2005).

La población que reside en el área rural asciende al 94.4 % y solamente un 5.6 % residen en el área urbana (Zarceño 2005).

### **1.2.8. Tenencia de la tierra y concentración de la tierra.**

Son pocas las personas que cuentan con terrenos propios con escritura registrada ante la Registro General de la Propiedad el cual es de 30% para el 2012, la mayoría del área es ocupada por fincas pertenecientes a grandes terratenientes, siendo estas donde se encuentra el mayor porcentaje de población, viviendo en calidad de colonos; también se encuentra un sector de la población en lugares denominados baldíos, comunales e poseedores en la parte alta de las Sierra de Las Minas (Zarceño 2005).

Las tierras del área de Panzós están concentradas directamente por fincas y micro fincas, donde el 75 % del área de este municipio es ocupada por estas últimas. Existiendo fincas con áreas de 0.05 ha hasta 52 ha que en su mayoría están dedicadas a la producción palma y otros cultivos de café, cardamomo, citronela, limón, hule, arroz, maíz, frijol (Zarceño, 2005).

### **1.2.9. Ubicación geográfica del experimento**

La ubicación con coordenadas geográficas del experimento es latitud 15° 19' 25.40" N y longitud 89° 47' 5.75" O.

En la figura 1 se muestra la ubicación en la cual se encuentra el experimento posicionado desde el mapa de Guatemala.



Fuente: MAGA, 2000.

**Figura 1. Mapa de la ubicación del sitio del experimento y del municipio de Panzós**

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Describir la problemática en el área agrícola del municipio de Panzós del departamento de Alta Verapaz, enfatizando la deficiencia que poseen los materiales comerciales de maíz en cuanto a la susceptibilidad de enfermedades foliares.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Describir la situación general de los sistemas de producción en el municipio.
- Describir los principales problemas que afronta el maíz en la región.

## 1.4. METODOLOGIA

### 1.4.1. Fase de Gabinete Inicial

En la fase inicial de gabinete se recopiló información de fuentes secundarias del municipio de Panzós sus actividades productivas y agronómicas, que permitió conocer al municipio de una forma general.

### 1.4.2. Fase de Campo

La fase de campo se dividió en dos fases: la obtención de información primaria y la obtención de información secundaria.

- **Recopilación de Información primaria para la descripción de la situación de los sistemas de producción agrícola**

1. Se entrevistó al señor alcalde municipal Jaime León Ramírez.
2. Se entrevistó al Ing. Agr. Ramiro Buenafe jefe de la delegación Maga-Panzós.
3. Se entrevistó al señor Arnoldo Can COCODE del caserío Xucub.
4. Se conversó con el agricultor Gregorio Ramiro Chun Sep (Telemán)
5. Se conversó con el agricultor Manuel Cuc Xol (Agua Caliente)
6. Se conversó con el agricultor Gaspar Pop (Pueblo Viejo)

- **Recopilación de Información secundaria para la descripción de la situación de los sistemas de producción agrícola**

1. Se consultó el informe de Graduación para Ingeniero Agrónomo de Maynor Leonel Coy Poou. Universidad de San Carlos de Guatemala.
2. Se consultó el informe de Graduación de Licenciado en Educación para Contextos multiculturales de Abelardo Angel Chub Cuz. Universidad de San Carlos de Guatemala.
3. Se consultó el informe de Graduación del Ingeniero Agrónomo en Sistemas de producción agrícola de Efrén Miguel Zarceño Alfaro. Universidad de San Carlos de Guatemala.
4. Se consultó bibliografía referente al cultivo de maíz (*Zea mays* L.).
5. Se consultó bibliografía referente al cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).

### 1.4.3. Fase de Gabinete Final

Para esta fase se recopilaron datos, los cuales se analizaron y actualizaron de forma cuantitativa y observativa. Siguiendo la secuencia del método científico se elaboraron resultados.

## 1.5. RESULTADOS

### 1.5.1. Estructura Agraria

La población total del municipio de Panzós para el 2013 fue de 60,843 personas, dicho municipio tiene una tenencia de la tierra desigual en relación a la cantidad de tierra usada para la producción de cultivos industriales (caña de azúcar y palma africana).

### 1.5.2. Economía

El 39% de la población (23729 personas) mayor de 7 años se considera económicamente activa, de ellos el 56% (13289 personas) son trabajadores no calificados. Se estima que 70% (42590 habitantes) trabaja en la agricultura, siendo la producción de autoconsumo y pequeños excedentes la actividad principal, los principales cultivos de los pequeños y medianos agricultores son el frijol y el maíz.

El 60% (36505 habitantes), está conformado por hombres y 40% (24437 habitantes), por mujeres.

### 1.5.3. Migración

La falta de oportunidades laborales, las pocas ofertas laborales tienen malas condiciones laborales y la falta de tierras para la producción a causa de la distribución desigual, se manifiesta sobre todo en las zonas rurales, obligando a gran parte de los agricultores a migrar, donde la producción agrícola intensiva se da durante las épocas de corte (zafra, corte de café entre otras), estas condiciones se manifiestan sobre todo en esta región.

La migración a países con mayor oportunidad de desarrollo se da orientado a grandes potencias económicas como es el caso de Estados Unidos, que a pesar de sus controles fronterizos, la migración no es detenida.

### 1.5.4. Uso de suelo y agua

Las tierras del área de Panzós están concentradas directamente por fincas y micro fincas, donde el 75 % del área de este municipio es ocupada por estas últimas. Existiendo fincas con áreas de 0.05 ha hasta 52 ha que en su mayoría están dedicadas a la producción palma y otros cultivos de café, cardamomo, citronela, limón, hule, arroz, maíz, frijol.

### 1.5.5. Actividad principal

En términos generales la producción de maíz y frijol que se obtiene una gran parte es para consumo familiar y se dedica al comercio pequeños excedentes que pueden obtenerse después de la selección de una parte de la producción para ser utilizada en semilla para la próxima cosecha, dichas semillas se cultivan dos veces al año en forma extensiva, están supeditados a la lluvia en la época seca estas tierras no son utilizadas. En cuanto a la tecnología, se nota la persistencia de la agricultura tradicional al nivel de los pequeños agricultores y en general, en donde la tecnología solo está presente en un 40% y los agricultores trabajan rudimentariamente en estos quehaceres.

La actividad agronómica se ve afectada de forma negativa directa por la capacidad de brindar asesoría técnica por parte de la Extensión del MAGA Panzós, debido a la falta de personal, pues cuenta con 3 personas para cubrir la totalidad de los pueblos del municipio.

### 1.5.6. Cultivos potenciales

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) posee una potencial ventaja extractiva, que es un cultivo de alta expectativa para la parte montañosa que rodea al municipio.

La utilización de cucurbitaceae como cultivos de rotación es la oportunidad de diversificar y obtener una mejora sustancial a la actividad agraria del municipio, los cultivos tomate, cebolla, chile pimiento son cultivos potenciales para la parte baja del municipio de Panzós.

### 1.5.7. Antecedentes

Según Monterroso, 2007, en el departamento de Alta Verapaz se registró brotes de mancha de asfalto. Esta información, deja evidenciado que el cultivo de maíz se encuentra afectado por enfermedades de origen endémico como el complejo mancha de asfalto, dicha enfermedad se encuentra actualmente en todas las regiones maiceras, cuando las condiciones climáticas favorecen el desarrollo de la enfermedad. En el año 2012 información estimada por parte del MAGA, realizó muestreos en algunas comunidades del municipio; como ejemplo se encuentra Caboncito (450 msnm), Telemán (550 msnm), Turbinas (900 msnm). Se muestreo durante la fase de campo, determinando que las pérdidas en el cultivo de maíz y precios a nivel comunitario. Según la información reportada existe cerca del 65% en promedio de pérdidas de maíz en las comunidades de Panzós. Los bajos rendimientos se deben a la utilización de materiales susceptibles al complejo mancha de asfalto o de mediana capacidad productiva como ejemplo de dicha situación está el híbrido HB-83, el cual lo distribuye el MAGA año con año para la agricultura de subsistencia.

De acuerdo a la información recabada las zona maicera que se ubica en la región del valle de Polochic tiene una incidencia de mancha de asfalto alta pues los agricultores de la región dependen de los aportes en especie que hace el MAGA, en el cual ofrecen

únicamente la variedad HB-83 la cual es sumamente susceptible al complejo mancha de asfalto.

Además de este híbrido los agricultores siembran, criollos blanco y criollo negro (ambos son de producción mediana), que son seleccionados de cosechas anteriores; ICTA-B7 que es distribuida por el MAGA, JC-24, el cual presenta un costo más elevado que la variedad HB-83.

### 1.5.8 Problemas identificados en el cultivo de Maíz (*Zea mays* L.)

A. Fertilización: Los fertilizantes usados para el cultivo de maíz disponibles para el área son:

- 20 - 20 - 0
- 15 – 15 - 15
- Urea

Problema: Según lo evaluado los productores no realizan las aplicaciones correctamente lo se sabe que los materiales híbridos requieren de mayores dosis de fertilización lo cual hace que no obtengan un rendimiento de grano.

Problema: Según lo evaluado; se identifican algunos problemas derivados directamente en el desarrollo del ciclo del cultivo.

- Una potencial pérdida de dinero derivado a sobre aplicación de productos que se encuentran disponibles en el suelo.
- Una potencial toxicidad por la aplicación excesiva de elementos.
- Una pérdida económica por la aplicación de productos con nutrientes presentes
- Una incorrecta aplicación de nutrientes lo que implica que las plantas no lo aprovechen.

B. Enfermedades: Complejo Mancha de Asfalto (*Phyllachora maydis*, *Monographella maydis*, y dentro de los estromas de *P. maydis* el hiperparásito (*Coniothyrium phyllachorae*).

Problemas: Los agricultores hacen mención de la presencia en la zona del complejo mancha de asfalto, la mayor incidencia que la reportan para la época de diciembre a marzo. El 80% (5000 agricultores), de los agricultores siembra en el mes de mayo y el 10% (625 agricultores) siembran entre noviembre y diciembre. También reportan que el maíz de tardío tiene mayor grado de severidad por la enfermedad de Mancha de asfalto.

C. Fungicida

- ALTO 10

Problemas: Los agricultores utilizan el Alto 10 del grupo químico Triazoles, fungicida sistémico preventivo, funciona inhibiendo la síntesis de ergosterol, utilizado para la acción de hongos Ascomycetes, Basidiomycetes y Deuteromycetes, incluye a royas y mildius. Reportan los agricultores que la aplicación del fungicida ya no les ayuda al control de la enfermedad.

#### D. Suelos

:

En la región del valle del Polochic se encuentran las condiciones de humedad relativa superiores al 90% en invierno, para el verano baja al 70% del mismo, las tierras a la Riviera del río Polochic y sus afluentes crecen en invierno arrastrando gran cantidad de objetos y cubriendo dichas tierras por lo que en invierno se vuelve muy complicado la siembra.

## **1.6. CONCLUSIONES**

1. Las comunidades del municipio Panzós, Alta Verapaz se dedican a la producción de maíz ocupando un 60% de la superficie y volumen de siembras siendo esta una de las de mayor economía para los agricultores. En el Sector sur de la montaña de Sebax los agricultores se dedican a la producción de cacao artesanal.
2. Los principales problemas detectados fueron: enfermedades en los cultivos de maíz, su grado de incidencia se manifiesta con mayor propagación en los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero. Malas prácticas para el manejo de los cultivos, se analizó la posible determinación que no hay una organización y orientación del manejo integrado para el desarrollo óptimo de los cultivos.

### **1.7. RECOMENDACIONES**

1. Realizar una evaluación de diferentes semillas de maíz, tanto comerciales como autóctonas que sean resistentes a la mancha de asfalto para su introducción al municipio de Panzós.
2. Buscar un programa fúngico que proteja las cosechas de los agricultores de la región contra la mancha de asfalto.
3. Recomendar al MAGA realizar FODA para la región agricultora, para conocer sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas; proponiendo así un plan de desarrollo agropecuario pues es una región productora.
4. Realizar un diagnóstico en Santa Catalina La Tinta para poder hacer una comparación más exacta e identificar como puede desarrollarse como región dicho valle.

## 1.8. BIBLIOGRAFÍA

1. Agrosiembra.com. 2012. Alto 10 SL (en línea). República Dominicana. Consultado 12 ago. 2015. Disponible en [http://www.agrosiembra.com/nc=ALTO\\_10\\_SL-12](http://www.agrosiembra.com/nc=ALTO_10_SL-12).
2. Chub C, A. 2012. El monitoreo sobre el desarrollo de las habilidades lingüísticas de estudiantes y docentes, del Instituto Privado Mixto del Magisterio de Educación Primaria Bilingüe Aj K'utunel, del municipio de Panzós, Alta Verapaz. Tesis Lic. Educ. Guatemala, USAC, Facultad de Humanidades. 133 p.
3. Coy Poou, M. 2008. Trabajo de graduación situación actual de los recursos hídrico y edáfico y los aspectos socioeconómicos, en las subcuencas Pueblo Viejo y Zarco del municipio de Panzós, Alta Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 213 p.
4. IGN (Instituto Geográfico Nacional, Guatemala). 1972. Atlas nacional de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:1,000,000.
5. INAFOR (Instituto Nacional Forestal, Guatemala). 1983. Mapa de zonas de vida de Guatemala; basado en el sistema Holdridge. Guatemala. Esc. 1:600,000.
6. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, Guatemala). 2015. Datos meteorológicos de los departamentos (en línea). Guatemala. Consultado 20 ago. 2016. Disponible en <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTADISTICAS.htm>
7. Mancha de asfalto en maíz (en línea). 2013. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, Centro de Telemática. Consultado 10 feb. 2014. Disponible en [http://fausac.usac.edu.gt/GPublica/index.php/Mancha de Asfalto en Ma%C3%ADz](http://fausac.usac.edu.gt/GPublica/index.php/Mancha_de_Asfalto_en_Ma%C3%ADz).
8. Monterroso S, D. 2007. Modelos generales usados para la interpretación de la dinámica de las enfermedades en plantas. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, Instituto de Investigaciones Agronómicas. 8 p.
9. Municipalidad Panzós, Alta Verapaz, Guatemala. 2015. Información general de las aldeas de Panzós, Alta Verapaz, Guatemala. Panzós, Alta Verapaz, Guatemala, Municipalidad de Panzós, Dirección Municipal de Planificación. s.p.
10. SEGEPLAN (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala) 2014. Diagnóstico territorial de la sub-región Polochic, Alta Verapaz, Guatemala. Guatemala. 296 p.

11. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. p. 488-495.
12. Zarceño A, E. 2005. Trabajo de graduación del diagnóstico, investigación y servicios, realizado en la zona arrocera el municipio de Panzós, Alta Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 97 p.

## **CAPÍTULO II**

**Evaluación del comportamiento de 8 materiales comerciales de maíz con énfasis en resistencia a la mancha de asfalto y pudrición de la mazorca, en el caserío Xucub, municipio de Panzós, A.V. Guatemala, C.A.**

Evaluation of the behavior of 8 commercial maize materials with emphasis on resistance to Corn Tar Spot Complex, in the Xucub hamlet, Panzós municipality, A.V. Guatemala, C.A.

## 2.1. PRESENTACIÓN

Para Guatemala, el maíz se considera base alimenticia y patrimonio nacional. Este se cultiva en un área aproximada de 70,000 ha, el 75 % de la producción nacional es realizada por pequeños agricultores que lo utilizan para autoconsumo.

En Guatemala, estudios realizados, aproximadamente el 80 % - 85 % de la producción nacional la constituye el maíz blanco, en cantidades menores el maíz amarillo y el maíz negro; el maíz blanco principalmente se usa para la producción de tortillas fuente diaria de energía para la población guatemalteca.

De la totalidad de los productores de maíz a nivel nacional, el 80 % son pequeños agricultores, utilizan semilla criolla; normalmente no tienen acceso a las técnicas e insumos necesarios para un alto rendimiento en la producción, sin embargo, en los últimos años la tendencia es utilizar semillas mejoradas con vistas a un mejor rendimiento, lo cual los hace dependientes de las casas productoras de este tipo de semillas.

Se ha detectado que el aumento del uso de semillas mejoradas, ha provocado un aumento directamente proporcional a la cantidad de enfermedades que les afectan, activando agentes patológicos que se encontraban en un delicado equilibrio en los ecosistemas.

BANGUAT (2017), reporta una merma en las divisas obtenidas del año 1995 al 2016, las exportaciones de maíz han venido a la baja pasando de US. \$.7,960,221.00 a US.\$3,097,719.00; esto debido no solo al complejo mancha de asfalto, sino también a los factores mencionados anteriormente.

Una de estas enfermedades es la denominada Mancha de Asfalto que es causada por un complejo de hongos *Phyllachora maydis*, *Monographella maydis*, *Coniothyrium phyllachorae*; los cuales intervienen reduciendo el rendimiento e incluso anulándolo. Antes del año 2009, en Guatemala, los daños provocados por mancha de asfalto no eran significativos, esto probablemente por el uso de germoplasmas de maíces nativos, los que presentaban genes de resistencia a la enfermedad; en los años siguientes, se reportó daño de mancha de asfalto por la disminución del uso de materiales criollos.

En el 2012 se reportó una pérdida de 5,506 ha de cultivo, debido a esta enfermedad, lo que afectó directamente la subsistencia de aproximadamente 1,542 familias. Para mayo 2012 se registró una producción de 974 kg/ha, comparado con 1,818 kg/ha reportados para estos materiales, debido a la expansión de la enfermedad (Monterroso 2014).

La investigación se realizó en la región del Polochic, debido a que es una de las cuatro zonas de mayor producción de maíz en Guatemala, siendo además una de las regiones con mayor índice de desnutrición y pobreza del país. Por lo que el impacto de dicho estudio será positivo para esta región y beneficiara la producción en general.

Se determinó que los materiales que se adaptaban de mejor manera a las características edafoclimáticas del valle del Polochic son HR-245 y DK-390 los cuales presentaron los mejores rendimientos 5012 kg y 5511 kg respectivamente. Siendo resistentes a la mancha de asfalto.

## **2.2 MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1. Marco Conceptual**

#### **2.2.1.1. Origen del maíz**

El maíz es una especie botánica, que tiene dos parientes cercanos, uno el Teosinte, el otro, *Tripsacum*, ambos son de crecimiento silvestre en Guatemala; el Teosinte se puede encontrar en el noroccidente del país en el área de Jacaltenango, del departamento de Huehuetenango; mientras que el otro crece de forma silvestre por las partes bajas de Guatemala (Segura 2008).

Según botánicos existen dos posibles centros de origen:

- a) Valles altos de Perú, Ecuador y Bolivia.
- b) Mesoamérica que comprende la parte sur de México, Guatemala, Belice, El Salvador y Honduras (Segura 2008).

Se han formulado hipótesis para explicar cómo se originó el maíz, una de ellas menciona que el maíz se originó por domesticación del Teosinte o de los ancestros del mismo. La otra sugiere que, fue por evolución a partir de un maíz primitivo tunicado; pero todavía no hay una teoría que sea aceptada por los expertos (Collado 1982 y Segura 2008).

Además de las hipótesis sobre el origen del maíz, que se han mencionado anteriormente, se debe hacer referencia a los repetidos informes y opiniones respecto a que el maíz silvestre existe, ya que plantas solas del teosinte y *tripsacum* sobreviven gracias a su capacidad de auto reproducirse y permanecer en el tiempo sin la ayuda del hombre en lugares lejanos a los habitados por el hombre (Collado 1982 y Segura 2008).

#### **2.2.1.2. Clasificación botánica del maíz**

En el cuadro 1 se presenta la clasificación taxonómica del maíz

**Cuadro 1. Clasificación taxonómica del maíz**

<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Tracheophyta
<b>Sub división</b>	Pteropsidae
<b>Clase</b>	Angiospermae
<b>Subclase</b>	Monocotiledoneae
<b>Grupo</b>	Glumiflora
<b>Orden</b>	Graminales
<b>Familia</b>	Gramineae
<b>Tribu</b>	Maydeae
<b>Género</b>	<i>Zea</i>
<b>Especie</b>	<i>Mays</i>

Fuente: Segura, 2008.

### 2.2.1.3. Crecimiento y fases de desarrollo

El maíz presenta diferentes comportamientos a las distintas condiciones agroclimáticas, que le permiten manifestar una amplia gama de características fenológicas; que influyen en el rendimiento y sus componentes. Se establecen punto de germinación, fases vegetativa, reproductiva y llenado de grano. El tiempo que dure cada una de estas fases depende de la conformación génica principalmente, aunque existen otros factores que influyen tales como: el fotoperíodo, la humedad y la temperatura (Segura 2008).

#### A. Fase vegetativa

Esta fase inicial al momento de la germinación de la semilla, a partir de la cual emergen las plántulas; estas desarrollan todo el follaje que será la base primordial para la actividad fotosintética, lo que permitirá la mayor y mejor producción de biomasa, la cual está altamente relacionada con el tamaño final de la mazorca y el rendimiento de grano, en promedio se estima que el peso del grano ocupa el 40 % del peso total de la planta; y termina cuando emergen las estructuras florales: panícula y espiga (Collado 1982 y Segura 2008).

#### B. Fase reproductiva

Esta inicia al momento de la floración y concluye con la formación de la mazorca; en esta fase se forma el principal producto de interés económico: la mazorca y los granos, fin último desde el punto de vista humano: producir alto rendimiento aprovechable para la alimentación humana principalmente, aunque también es materia prima para la alimentación del ganado (Collado 1982 y Segura 2008).

Dependiendo de la zona de cultivo, existe un período que va de uno a dos días, entre la emisión del polen y la salida de los estigmas en la floración. Este período se puede alargar entre 5 días y 8 días para las condiciones del altiplano. La polinización es una fase extremadamente sensible, ya que cualquier cambio en las condiciones climáticas llega a producir estrés que afecta negativamente el rendimiento (Collado 1982 y Segura 2008).

### C. Fase de llenado de grano

Se inicia inmediatamente después de la fertilización del óvulo y determina el peso final del grano y de la mazorca. El peso de este, está correlacionado con la duración y la cantidad de radiación interceptada en esta fase, y es afectada directamente por el estrés hídrico y nutricional (Collado 1982 y Segura 2008).

Esta etapa está dividida en tres fases:

a) Arresto: inicia con el transporte de carbohidratos hacia el endospermo del grano, puede durar de 10 días a 20 días,

b) Lineal o lechoso: los granos muestran externamente un color amarillo externo mientras que en la parte interna se encuentra un fluido blanco lechoso y tiene una duración de 7 días a 14 días que concluye con la aparición de la capa negra

c) Capa negra: la capa de almidón avanza hasta la zona de unión del grano con la mazorca, el grano cesa de alimentarse de la planta, formándose una capa de color negro que evita la entrada de nutrientes al grano, aspecto que da nombre a esta fase. La madurez fisiológica se alcanza cuando el grano está cerca de los 32 %- 35 % de humedad (Collado 1982 y Segura 2008).

#### **2.2.1.4. Requerimientos para el crecimiento del cultivo**

El cultivo del maíz requiere de condiciones mínimas que favorezcan su rendimiento. El conocimiento de los diferentes eventos fenológicos de la planta facilita entender el marco temporal de la formación, del rendimiento y sus componentes. El maíz es una planta anual determinada por los siguientes puntos cardinales: germinación, iniciación floral, floración y madurez fisiológica; delineando respectivamente las fases vegetativa, reproductiva y de llenado de grano. La duración de cada una de estas fases depende de la conformación génica, del fotoperíodo, humedad y temperatura (Collado 1982 y Segura 2008).

El maíz se adapta a una amplia variedad de suelos donde puede producirse buenas cosechas si se emplean los materiales y técnicas adecuados a ese suelo.

El suelo óptimo para el cultivo del maíz, se caracteriza por textura franca, fértiles con alto contenido de potasio que beneficia la fase de floración y fructificación, bien drenados para evitar el encharcamiento.

Requiere pH entre 5.5 a 7.8 siendo una de las plantas que puede vivir en suelos ácidos o alcalinos, fuera del rango óptimo, se producen desbalances en la absorción de nutrientes, generando toxicidad principalmente con aluminio, calcio y magnesio.

### **2.2.1.5. Influencia del fotoperíodo en el maíz**

El maíz como todas las plantas depende de la cantidad de luz que recibe, retrasando el cambio entre fases, si no alcanza la cantidad necesaria de esta para dicho cambio. En general, el maíz tiene un fotoperíodo crítico que oscila entre 11 horas y 14 horas, con promedio de 13.5 horas. Esto es determinante para la formación de la mazorca y por lo tanto del rendimiento (Collado 1982 y Segura 2008).

### **2.2.1.6. Agua**

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

La utilización de agua en el desarrollo fenológico de la planta, se correlaciona con otras variables muy importantes como lo son la capacidad de campo, evapotranspiración y temperatura, y las relaciones que se suscitan entre ellas. La cantidad de agua accesible al cultivo en un momento dado depende de la profundidad penetrada por las raíces, de la cantidad de agua disponible hasta dicha profundidad y de la efectividad con que las raíces puedan extraer la humedad del suelo (Collado 1982 y Segura 2008).

El efecto de la sequía afecta la habilidad de la planta a producir grano, en el desarrollo del cultivo se observan tres puntos críticos:

- a) Inicio del ciclo del cultivo, en estado de plántula puede llegar a matar a estas plantas y reducir la densidad de población;
- b) Floración, se dan abortos florales debido a la alta concentración de sales y poca disponibilidad de este líquido.
- c) Llenado de grano, se han realizado diferentes estudios en maíces tropicales para simular y cuantificar potencialmente el efecto de la reducción del grano por 11 efectos de sequía. 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 (Collado 1982 y Segura 2008).

El momento crítico del maíz se ubica entre los siete días previos al inicio de la floración y 15 días posterior a esta. En esta etapa, la reducción de rendimiento es notable y puede

ser dos o tres veces mayor que en la fase de crecimiento. Se indica también que en esta etapa el número de granos puede reducirse hasta en 45 % (Collado 1982 y Segura 2008).

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; sin embargo, aún esa cantidad de lluvia no es suficiente si la humedad no puede ser almacenada en el suelo debido a la poca profundidad, el escurrimiento, la textura y/o la evapotranspiración es muy grande por las temperaturas elevadas y la escasa humedad relativa (Collado 1982 y Segura 2008).

### **2.2.1.7. Temperatura**

El desarrollo vegetativo y reproductivo de la planta de maíz en la zona tropical está muy relacionado con la altitud (m s.n.m.) en donde se encuentra la plantación. Dependiendo de la ubicación de la zona, esta manifestará diferente comportamiento relacionado a la temperatura ambiental. En Guatemala, la zona del Trópico Bajo presenta temperaturas promedio de 25°C y pueden manifestar extremos de 35-40°C en ciertos períodos del año. Para las condiciones de altiplano, la temperatura promedio es de 18°C y pueden presentarse temperaturas mínimas cercanas o por debajo de 0°C en ciertas épocas del año (Collado 1982 y Segura 2008).

Localidades con menor temperatura afectan el desarrollo vegetativo: extendiéndolo; localidades con mayor temperatura reducen el ciclo. Cuando las condiciones de temperatura es mayor al promedio (35°C) durante el desarrollo vegetativo y especialmente en la fase de reproducción, generan estrés y la planta entra en un proceso de defensa debido a la disminución en la tasa de fotosíntesis, reduciendo el número de óvulos y viabilidad del polen, efecto negativo en la fase de llenado de grano y su consecuente influencia en el rendimiento. Una temperatura extremadamente baja causa daños a la parte vegetativa y reproductiva, lo que también afecta en manera extrema el rendimiento (Collado 1982 y Segura 2008).

### **2.2.1.8. Insectos y enfermedades**

#### **A. Insectos**

Las principales plagas del maíz son: Gusano alambre, pulgones, barrenador del tallo, taladro del maíz, gallina ciega, gusano cogollero y otros.

#### **a. Gusano de alambre, *Agriotes* spp.**

Viven en el suelo, aparecen en suelos arenosos y ricos en materia orgánica. Estos gusanos son coleópteros. Las hembras realizan puestas de 100 a 250 huevos de color blanquecino y forma esférica, existen del género *Conoderus* y *Melanotus*.

Los principales daños son producidos por las larvas, estas se alimentan de las raíces de la planta de maíz, en estado de plántula se observa que no hay germinación al comerse las yemas.

- Control químico

Las materias activas para el control del gusano alambre se presentan en el cuadro 2.

**Cuadro 2. Control Químico de gusano de alambre**

<b>Ingrediente activo</b>	<b>Tipo de tratamiento</b>
Imidacloprid	Tratamiento de semillas
Clotianidina	Tratamiento de semillas
Tiametoxam	Tratamiento de semillas
Clorpirifos	Aplicación al suelo
Etoprofos	Aplicación al suelo

Fuente: Segura, 2008.

b. Gusanos grises.

Son larvas de clase lepidópteros pertenecientes al género *Agrotis*, siendo el mas representativo el *A. ipsilon*; las larvas son de diferentes colores: negro, gris y pasando por los colores verde grisáceo y son de forma cilíndrica.

- Control químico

Las materias activas para el control del gusano gris se presentan en el cuadro 3.

**Cuadro 3. Control químico de gusano gris.**

<b>Ingrediente activo</b>	<b>Tipo de tratamiento</b>
Clorpirifos	Aplicación a la planta
Etoprofos	Aplicación a la planta

Fuente: Segura, 2008.

c. Pulgón

El pulgón más dañino del maíz es *Rhopalosiphum padi*, ya que se alimenta de la savia influyendo en rendimiento final del cultivo, el pulgón verde del maíz *Rhopalosiphum maidis* es transmisor del virus del enanismo de los cereales, al extraer la savia de las plantas, ataca principalmente al maíz dulce.

- Control químico

Las materias activas para el control del pulgón se presentan en el cuadro 4.

**Cuadro 4. Control químico Pulgón**

Ingrediente activo	DOSIS	PRESENTACIÓN
Benfuracarb 5 %	12-15 Kg/ha	Gránulo
Carbofurano 5 %	12-15 Kg/ha	Gránulo
Cipermetrin 4 % + Profenofos 40 %	0.15 %-0.1-30 %	Concentrado soluble
Diazinon 40 %	0.10 %-0.20 %	Polvo mojable
Malation 50 %	0.30 L/ha	Concentrado soluble
Metamidofos 50 %	0.10 %-0.15 %	Concentrado soluble
Napropamida 50 %	0.20 %-0.30 %	Polvo mojable

Fuente: Segura, 2008.

d. Barrenador del tallo, *Ostrinia nubilalis*.

Se desarrollan de 2 a 3 generaciones larvarias, alcanzando los 2cm de longitud. Las larvas comienzan alimentándose de las hojas del maíz y acaban introduciéndose en el interior del tallo, destruyendo tanto tallos como mazorcas; excavan galerías en el interior de la caña, destruyendo la médula, la planta se debilita, con lo que afecta con una reducción de la producción y favoreciendo el ataque de enfermedades secundarias, también puede vivir en el interior de la mazorca, las plantas atacadas se rompen con facilidad por el pie.

- Control químico

Las materias activas para el control del barrenador del tallo se presentan en el cuadro 5.

**Cuadro 5. Control químico Barrenador del tallo**

Ingrediente activo	Tipo de tratamiento
Clorpirifos	Aplicación a la planta
Etoprofos	Aplicación a la planta

Fuente: Segura, 2008.

e. Gallina Ciega *Phyllophaga* spp.

El ciclo de vida dura aproximadamente un año, a mediados del verano y durante un periodo de aproximadamente dos semanas, las hembras ponen 60 a 75 huevos en bolas de barro bajo tierra, el principal daño es causado por las larvas que se encuentran en el suelo comiendo raíces jóvenes, lo que impide que la planta pueda alimentarse y según la gravedad llega a morir por inanición.

- Control químico  
Las materias activas para el control de gallina ciega se presentan en el cuadro 6.

**Cuadro 6. Control químico Gallina Ciega**

Insecticida	Tipo de Tratamiento
Foxim	Tratamiento a la planta
Etoprofos	Tratamiento a la planta
Terbufos	Tratamiento a la planta
Imidacloprid	Tratamiento a la planta

Fuente: Segura, 2008

f. Gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda*

En estado larvario, afecta directamente a la planta de maíz es una larva de color café verdosa; que consume el follaje y posteriormente se dirigen al cogollo.

Permanecen ocultas dentro del cogollo, mientras se alimentan. Si no se controla correctamente barrena el tallo y mazorcas produciendo daños parciales o letales.

- *Control químico*

Se realiza a base de carbamatos o triazoles y se hace a partir de los 25 días después de la germinación, este control es el más usado por los agricultores.

**B. Enfermedades**

Dentro de los patógenos más importantes que afecta al maíz son: *Xanthomonas stewartii*, *Helminthosporium turcicum*, *Colletotrichum graminocolum*, *Puccinia sorghi*, *Ustilago maydis*, *Phyllachora maydis*, *Monographella maydis*, *Coniothyrium phyllachorae* y otras.

De estos patógenos los que se analizaran son los relacionados con mancha de asfalto: *Phyllachora maydis*, *Monographella maydis* y *Coniothyrium phyllachorae*.

a. Bacteriosis: *Xanthomonas stewartii*

Ataca al maíz dulce principalmente, los síntomas se manifiestan en las hojas que van desde el verde claro al amarillo pálido. En tallos de plantas jóvenes aparece un aspecto de mancha que ocasiona gran deformación en su centro y decoloración. Si la enfermedad se intensifica se llega a producir un bajo crecimiento de la planta.

La protección genética contra este patógeno no es completa, hay algunas variedades resistentes, pero sobre todo del maíz dulce, ya que es en estas variedades donde produce el mayor daño. Los híbridos más importantes de maíz seco de la UE son generalmente sensibles a este patógeno.

Una nutrición equilibrada, evitando excesos de nitrógeno o fósforo, puede ayudar a evitar daños serios; el control de los vectores es muy importante; la bacteria se extiende de manera persistente, por lo que los insecticidas tienen tiempo suficiente para matar a los vectores antes de que se produzca la transmisión del patógeno.

b. Tizón del maíz, *Helminthosporium turcicum*.

Afecta a las hojas inferiores del maíz, con manchas grandes de 3 cm a 15 cm y la hoja va tornándose de verde a parda, los ataques son más intensos en temperaturas de 18 °C a 25°C, las hojas caen si el ataque es muy marcado.

Se presenta sobre las hojas de plantas jóvenes como manchas, el atizamiento temprano de las hojas determina caídas en el rendimiento y en la calidad de la semilla.

- Control químico  
El control químico se realiza con carbamatos.

c. Antracnosis, *Colletotrichum graminocolum*

Son manchas color marrón-rojizo y se localizan en las hojas, producen arrugamiento del limbo y destrucción de la misma.

- Control químico  
El control químico se realiza con carbamatos.

d. Roya, *Puccinia sorghi*

Son pústulas de color marrón que aparecen en el haz y envés de las hojas, llegan a romper la epidermis.

- Control químico

Se realiza con carbamatos, tales como Trifloxistrobin y tebuconazole que pertenece a la familia de los triazoles.

e. Carbón del maíz, *Ustilago maydis*

Son agallas en las hojas del maíz, mazorcas y tallos, esta enfermedad se desarrolla a una temperatura de 25 °C a 33 °C.

- Control químico

Se realiza con fungicidas de la familia de los triazoles, hasta antes de la fase de llenado para evitar rastros de producto en el grano.

f. Mancha de asfalto: *Phyllachora maydis*, *Monographella maydis* y *Coniothyrium phyllachorae*

a. Descripción del daño provocado por la mancha de asfalto

La mancha de asfalto es una enfermedad que produce marcas que aparecen en las hojas de maíz a lo largo del período vegetativo, iniciando con puntos amarillos en las hojas, con el paso del tiempo cambia a negro, generando en su última fase necrosis en el tejido fotosintético, el efecto aumenta a lo largo del ciclo vegetativo, dificultándose la fotosíntesis y el rendimiento por unidad de área.

La necrosis produce las siguientes consecuencias: afecta la fotosíntesis, por lo que afecta el desarrollo de la planta, el fruto es afectado dando como resultado menor número de hileras, menos granos por hilera y granos de menor peso.

Al cocinarse los granos afectados, por la enfermedad, no pueden perder el pericarpio generando una falta de uniformidad y al transformarse en nixtamal generan un sabor amargo a dicha masa con coloración y puntos negros en ella.

En el área rural, las hojas tienen diferentes formas de aprovechamiento, una de las más utilizadas domésticamente es para envolver la masa de maíz y formar los tamales de masa, para su cocción, por lo que genera el desuso del mismo; además son utilizadas para la alimentación de ganado en fresco y ensilado, acá la relación carbono/nitrógeno se amplía generando la desaparición de azúcares haciéndolas no aptas para este proceso (Monterroso 2014)

### b. Ciclo de enfermedad

Se presenta primero los síntomas provocados por *P. maydis*, seguido por los síntomas causados por *M. maydis* que pueden definirse como necrosis de las hojas y su efecto es el más devastador, los síntomas principales cubren alrededor de un 12 % de la superficie de la hoja debajo de la hoja de la mazorca (hoja bandera), mientras que el tejido necrótico del resto de hojas, aunque ascendió a 30 % - 60 %, se considera un efecto secundario.

### c. Clasificación taxonómica de los hongos que componen la mancha de asfalto.

En el cuadro 7 se presenta la clasificación de los hongos que componen el complejo mancha de asfalto.

**Cuadro 7. Clasificación taxonómica de los hongos del complejo mancha de asfalto.**

<b>Hongo</b>	<i>Phyllachora maydis</i>	<i>Monographella maydis</i>	<i>Coniothyrium phyllachorae</i>
<b>Reino</b>	Fungi		
<b>División</b>	Ascomycota		
<b>Subdivisión</b>	Pezizomycotina		
<b>Clase</b>	Sordariomycetes	Ascomycetes	Dothideomycetes
<b>Subclase</b>	Incertaesedis	Xylariomycetidae	Pleosporomcetidae
<b>Orden</b>	Phyllachorales	Xylariales	Pleosporales
<b>Familia</b>	Phyllachoraceae	Amphisphaeriaceae	Leptosphaeriaceae
<b>Género</b>	<i>Phyllachora</i>	<i>Monographella</i>	<i>Coniothyrium</i>
<b>Especie</b>	<i>maydis</i>	<i>maydis</i>	<i>phyllachorae</i>

Fuente: MAGA, 2000.

### d. Manejo integrado de la mancha de asfalto.

Es recomendable priorizar el manejo integrado de la mancha de asfalto a manera de lograr un control efectivo, minimizando el uso de agroquímicos y logrando un mayor control de la enfermedad.

- Manejo cultural

### Manejo de los rastrojos

El manejo de los rastrojos permite romper con el ciclo de la enfermedad ya que este es la fuente y reservorio principal del inóculo inicial, el manejarlos adecuadamente permitirá un control óptimo desde el inicio del ciclo; entre los manejos principales que se debe dar esta principalmente la quema. Aunque también puede realizarse la incorporación al suelo; sin embargo dicho proceso no es recomendable pues las estructuras del hongo, cleistotecios, tienen la capacidad de sobrevivir hasta por 20 años debido a su tipo de arreglo reproductivo.

## La quema

Quemar los rastrojos, baja el inóculo residual actual, por lo tanto evita que se convierta en inóculo inicial para el siguiente ciclo de cultivo, consecuentemente, retarda el inicio de la epidemia. La desventaja es que la práctica, la quema ha sido restringida por el riesgo de los incendios forestales, contaminación ambiental y riesgos para el ser humano (Monterroso, 2014).

## Las enmiendas orgánicas

Las enmiendas orgánicas al suelo del sistema maíz, no solamente mejora la estructura y el estado nutricional del suelo, sino que además fortalece la planta, este vigor enriquecido con micro elementos, contribuye a detener el crecimiento de la epidemia (Monterroso, 2014).

## Fecha de siembra

Siembras tempranas dificultan el desarrollo de epidemias, las plantas escapan de la infección se deduce por las condiciones adversas para los patógenos. Esto es lo que pasa en el área del Polochic, con adelantar las siembras por lo menos 15 días, en esta zona, sembrar las primeras dos semanas de noviembre, se logra escapar de la mancha de asfalto en un buen porcentaje (Monterroso, 2014).

Estudios recientes demuestran que la utilización de silicio en caña de azúcar, favorece la resistencia a la roya de la caña de azúcar, donde existe sustitución directa en la pared celular de Calcio por Silicio (Pérez, Hernández, Azañón, Martínez y Duarte 2016).

## Sistemas complejos en asocio o alternos

La milpa es un agroecosistema mesoamericano cuyos principales componentes productivos son maíz, frijol y ayote, complementados por el chile en algunas regiones, este término se utiliza, en regiones fuera del ámbito mesoamericano, a los campos sembrados de maíz, proporcionando un equilibrio ecológico muy superior al monocultivo, existiendo además una barrera física que impide la diseminación de la enfermedad (Monterroso, 2014).

El nombre milpa deriva del náhuatl *milli* = parcela sembrada, y *pan* = encima, en, literalmente, “lo que se siembra encima de la parcela”.

La milpa es, entonces, tanto el espacio físico, la tierra, la "parcela", como las especies vegetales y la diversidad productiva que sobre ella crece. Adicionalmente la milpa es también el reflejo de los conocimientos, la tecnología y las prácticas agrícolas necesarias

para obtener de la tierra y del trabajo humano los productos necesarios para satisfacer las necesidades básicas de la familia campesina (Monterroso, 2014).

Hacer milpa significa realizar todo un proceso productivo, desde la selección del terreno hasta la cosecha. En este sentido, la milpa significa un sistema de conocimientos, de la naturaleza y de la agricultura, sinónimo de sobrevivencia biológica, de reproducción social y de conservación de la biodiversidad (Monterroso 2014).

La diversidad genética de las especies cultivadas, combinada con la diversidad de plantas espontáneas que aparecen en el terreno, hacen de la milpa uno de los ecosistemas más ricos y complejos de la agricultura campesina (Monterroso 2014).

El sistema milpa está en vías de extinción, a causa del enfoque de la cultura del monocultivo, los programas sociales de gobierno, aportan algunos insumos como la semilla de variedades mejoradas que requiere el mercado actual; no debería esto ir en contra de los policultivos, asociación de cultivos y rotación de los mismos; no olvidando los sistemas integrados de producción agroforestal y aprovechando el conocimiento ancestral, que se tiene del sistema milpa, incluyendo la formación de materiales mejorados con técnicas modernas (Monterroso 2014).

El sistema milpa en Guatemala tiene una serie de variantes, según altura sobre el nivel del mar, la etnia y el clima:

a) En el altiplano guatemalteco se encuentra compuesto por maíz, asociado con frijol, arveja, choreque (*Lathyrus latifolius*) sembrado en la segunda calza, cucúrbitas regularmente chilacayote (*Cucurbita ficifolia* Bouché) y güicoy (*Cucurbita pepo*).

b) En el área del Polochic, principalmente de clima cálido, se encuentran maíz negro (*Zea mays*), calabazas (*Cucurbita* spp.) y frijol común (*Phaseolus vulgaris*) y otros frijoles (*Phaseolus* spp.) (Monterroso 2014).

- Control químico

El control químico debe de fundamentarse en una estrategia anti resistencia, el uso que actualmente se da en los sistemas de producción en general y en particular para luchar contra la mancha de asfalto, es proclive a la selección de los hongos para resistir los ingredientes químicos “sistémicos” que están actualmente en el mercado, el monitoreo de la mancha de asfalto en campo, se hace necesario para la toma de decisiones en cuanto a la protección con aplicación de ingredientes químicos (Monterroso, 2014).

g. Pudrición de la mazorca *Fusarium* sp. y *Diplodia* sp.

La pudrición de la mazorca es una enfermedad que se origina a partir de ciertas características climáticas y/o con un ataque directo sobre la mazorca de algunos insectos

que provocan condiciones propicias para el desarrollo de algunos hongos (Kirk 2014 y Kierste, 2009).

#### a. Síntomas

Los síntomas varían dependiendo del genotipo de maíz, especie del parásito, ambiente y del estado de desarrollo de la enfermedad (Kiersten, 2009).

El daño por *Fusarium* sp. se manifiesta en granos individuales o bien, en pequeños grupos de granos podridos, en cualquier parte de la mazorca. Los granos maduros pueden desarrollar rayas blancas radiales el pericarpio (Kiersten 2009).

Cuando la humedad es alta sobre los granos se aprecia una vellosidad algodonosa, de color blanquizco, rosado o rojizo. Las hojas de las mazorcas comúnmente no quedan pegadas a los granos afectados (Kiersten, 2009).

#### b. Clasificación taxonómica de los hongos que provocan la pudrición de la mazorca.

En los cuadros 8 y 9 se presenta la clasificación taxonómica de los hongos que provocan la pudrición de la mazorca.

#### **Cuadro 8. Clasificación taxonómica del hongo *Diplodia***

Reino:	Fungi
División:	Ascomycota
Clase:	Dothideomycetes
Orden:	Botryosphaeriales
Familia:	Botryosphaeriaceae
Género:	<i>Diplodia</i>
Especie	sp.

Fuente: Kiersten, W., 2009.

#### **Cuadro 9. Clasificación taxonómica del hongo *Fusarium***

Reino:	Fungi
Filo:	Ascomycota
Clase:	Sordariomycetes
Orden:	Hypocreales
Familia:	Nectriaceae
Género:	<i>Fusarium</i>
Especie	sp.

Fuente: Kirk, Peter., 2014

## 2.3. OBJETIVOS

### 2.3.1. Objetivo general

- Comparar el comportamiento de 8 materiales de maíz (*Zea mays*) con enfoque en la resistencia a la mancha de asfalto y la pudrición de la mazorca.

### 2.3.2. Objetivos específicos

- Determinar que material evaluado presenta la mayor resistencia a la mancha de asfalto y pudrición de la mazorca.
- Determinar que material evaluado presenta el mejor rendimiento.

#### **2.4. HIPÓTESIS**

Se espera que los materiales de maíz comercial Yum Kaax, HR 245, DK – 390, presenten mayor resistencia a mancha de asfalto y pudrición de mazorca, además presenten una mayor producción por unidad de área.

## 2.5. METODOLOGÍA

### 2.5.1. Descripción del material experimental

En el presente estudio se evaluaron ocho materiales de maíz, dos de origen local y seis comerciales, la descripción de cada uno de ellos se presenta en el Cuadro 10.

**Cuadro 10. Descripción de los materiales utilizados**

Material	Características Agronómicas	
YUM KAAX Fuente: Empresa Productora de Semilla 2013	<b>Adaptación</b>	0 – 1600 m s.n.m.
	<b>Días de floración</b>	57 – 60 días
	<b>Ciclo</b>	115 – 130 días
	<b>Rendimiento</b>	8,000 – 12,000 kg/ha
	<b>Altura de la planta</b>	2.20 – 2.30m
	<b>Posición de la mazorca</b>	1.10 – 1.20m
HR – 245 Fuente: Empresa Productora de Semilla GT 2013	<b>Adaptación</b>	0 – 1400 m s.n.m.
	<b>Días de floración</b>	55 - 57 días
	<b>Ciclo</b>	110 – 120 días
	<b>Rendimiento</b>	6,000 – 9,000 kg/ha
	<b>Altura de la planta</b>	2.20 – 2.35m
	<b>Posición de la mazorca</b>	1.15 – 1.30m
DKB – 390 Fuente: Monsanto 2012	<b>Adaptación</b>	0 – 1400 m s.n.m.
	<b>Días de floración</b>	58 días
	<b>Ciclo</b>	135 días
	<b>Rendimiento</b>	6,000 kg/ha
	<b>Altura de la planta</b>	2.25m
	<b>Posición de la mazorca</b>	1.20m
JC-24 Fuente: APROS 2013	<b>Adaptación</b>	0 – 1400 m s.n.m.
	<b>Días de floración</b>	53 días
	<b>Ciclo</b>	130 días
	<b>Rendimiento</b>	5,840 kg/ha
	<b>Altura de la planta</b>	1.9m
	<b>Posición de la mazorca</b>	1.1m
HB-83 Fuente: ICTA	<b>Adaptación</b>	0 – 1500 m s.n.m.
	<b>Días de floración</b>	52 días
	<b>Ciclo</b>	120 días

Continúa cuadro 10.

	<b>Rendimiento</b>	4540 kg/ha
	<b>Altura de la planta</b>	2.3m
	<b>Posición de la mazorca</b>	1.24m
ICTA-B7 Fuente: ICTA	<b>Adaptación</b>	0 – 1500 m s.n.m.
	<b>Días de floración</b>	55 días
	<b>Ciclo</b>	110 días
	<b>Rendimiento</b>	3830 kg/ha
	<b>Altura de la planta</b>	2.17m
	<b>Posición de la mazorca</b>	1.18m
Criollo Blanco	<b>Adaptación</b>	----
	<b>Días de floración</b>	52 días
	<b>Ciclo</b>	120 días
	<b>Rendimiento</b>	4740 kg/ha
	<b>Altura de la planta</b>	2.17m
	<b>Posición de la mazorca</b>	1.3m
Criollo Negro	<b>Adaptación</b>	----
	<b>Días de floración</b>	52 días
	<b>Ciclo</b>	110 días
	<b>Rendimiento</b>	3700 kg/ha
	<b>Altura de la planta</b>	2.17m
	<b>Posición de la mazorca</b>	1.4m

Fuente: Prosemillas, Monsanto, APROS, ICTA y Agricultores de la Zona; 2014.

## 2.5.2. Diseño experimental

Para la presente evaluación se utilizó un diseño de Bloques al Azar, de ocho tratamientos y seis repeticiones, para un total de 48 unidades experimentales.

### 2.5.2.1. Modelo estadístico

El diseño de Bloques al Azar, maneja el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

### 2.5.2.2. Tratamientos

Se utilizaron ocho tratamientos y seis repeticiones, con una aleatorización utilizando la función Random.

En el cuadro 11 se observa la nomenclatura de los tratamientos.

**Cuadro 11. Datos de los tratamientos**

Tratamiento 1	Yum Kaax
Tratamiento 2	HR 245
Tratamiento 3	DK – 390
Tratamiento 4	JC – 24
Tratamiento 5	HB - 83
Tratamiento 6	ICTA – B7
Tratamiento 7	Criollo Blanco
Tratamiento 8	Criollo Negro

Fuente: Elaboración propia, 2014.

### 2.5.2.3. Datos y arreglo experimental

Diseño: Bloques completos al azar

Unidad experimental (parcela bruta): 40.96 m<sup>2</sup> (6.4 m x 6.4 m).

Individuos muestreados: dos (02) plantas por parcelas.

Numero de semillas por parcela: 512

Distanciamiento entre planta: 0.2 metros

Distanciamiento entre surcos: 0.8 metros

En el cuadro 12 se observa la aleatorización de los tratamientos en el campo.

**Cuadro 12. Arreglo de la distribución espacial de los tratamientos en el campo**

Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Bloque 5	Bloque 6
T8	T3	T5	T4	T5	T2
T6	T2	T1	T3	T6	T7
T4	T4	T2	T1	T8	T1
T1	T5	T8	T8	T1	T6
T3	T8	T4	T6	T3	T4
T5	T1	T3	T7	T4	T5
T7	T5	T6	T2	T7	T3
T2	T6	T7	T5	T2	T8

Fuente: Elaboración propia, 2014.

### 2.5.2.4. Hipótesis estadísticas

$H_0: \tau = \tau_i$  (Todos los tratamientos producen el mismo efecto sobre  $Y_{ij}$ )

$H_a: \tau_i \neq \tau$  (al menos uno de los tratamientos produce efecto distinto sobre  $Y_{ij}$ )

### 2.5.3. Análisis de la información

En el cuadro 13 se presenta el modelo estadístico de bloques al azar.

**Cuadro 13. Modelo del análisis de varianza para un diseño bloques al azar**

Causas o fuentes de la varianza	Grados de libertad (G.L.)	Suma de Cuadrados (S.C.)	Cuadrado medio (C.M.)	Valor del estadístico F
Bloques	$r - 1$	$SC_{bloque} = \sum \left( \frac{Y_j^2}{t} \right) - \frac{Y_{..}^2}{\tau r}$		
Tratamientos	$\tau - 1$	$SC_{trat} = \sum \left( \frac{Y_i^2}{r} \right) - \frac{Y_{..}^2}{\tau r}$	$\frac{SC_{trat}}{G.L. trat} = A$	$\frac{A}{B}$
Error	$(\tau - 1)(r - 1)$	$SC_{error} = SC_{total} - (SC_{trat} + SC_{bloque})$	$\frac{SC_{error}}{G.L. error} = B$	
Total	$\tau r - 1$	$SC_{total} = \sum_{i=1}^{\tau} \sum_{j=1}^r (y_{ij}^2) - \frac{Y_{..}^2}{\tau r}$		

Fuente: Elaboración propia, 2014.

Para probar la información posterior a realizar el ANDEVA se propone la utilización de Tukey en caso de existir diferencias estadísticas significativas.

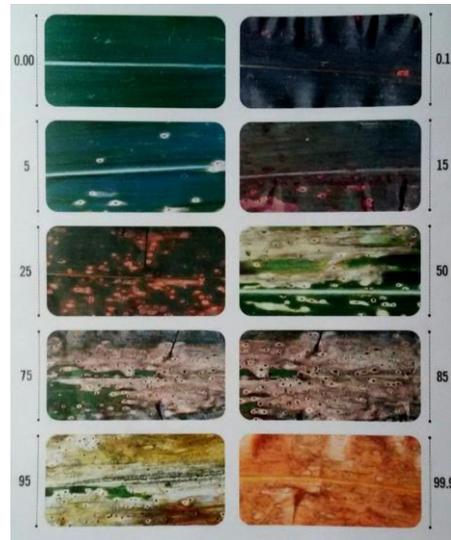
#### 2.5.3.1. Variables de respuesta

Los resultados del experimento fueron obtenidos a través de las siguientes variables:

- Grado de severidad,
- Porcentaje de tejido verde,
- Número de mazorcas enfermas,
- Número de mazorcas sanas,
- Rendimiento en kg/ha

#### A. Grado severidad a Mancha de Asfalto.

Se refiere al porcentaje de área foliar dañada o afectada de la planta, la toma de lecturas del grado de severidad, se realizó a partir de los 14, 21, 29, 36, 50, 56, 63 y 79 días después de la siembra; para la toma de datos se consideraron dos plantas por unidad experimental.



Fuente: Monterroso, 2014.

**Figura 2: Fotografía de la escala pictórica de severidad a la mancha de asfalto.**

### **B. Porcentaje de tejido verde no afectado por mancha de asfalto**

Las lecturas fueron tomadas a los 85 días después de la siembra, utilizando una escala de 0 a 100, donde 0 significó ausencia de enfermedad y 100 daño total de la planta.

### **C. Número de mazorcas enfermas**

Se contabilizaron todas las mazorcas de cada tratamiento, con presencia de Mancha de Asfalto, Fusarium y/o Diplodia.

### **D. Número de mazorcas sanas**

Se contabilizaron todas las mazorcas de cada tratamiento, las cuales no presentaron daños de ninguna enfermedad.

### **E. Rendimiento**

Se desgranó, pesó la totalidad de las mazorcas de cada tratamiento, que no presentaron daño a los 135 días después de la siembra, utilizando como base el peso en gramos; multiplicando el número de mazorcas por tratamiento, luego se transformaron a kilogramos por hectárea.

### 2.5.3.2. Análisis estadístico

Se desarrolló un análisis de varianza, utilizando el programa estadístico INFOSTAT, con un nivel de significancia de 0.05, encontrando diferencia significativa entre tratamientos por lo que se realizó la prueba de medias Tukey.

### 2.5.4. Análisis económico

Este se realizó para determinar la rentabilidad de cada tratamiento.

### 2.5.5. Manejo del cultivo

- La preparación del terreno consistió en una limpieza con machete, eliminación de ramas que provocasen sombra sobre el experimento.
- Se trazó y marcó con estacas y pita las diferentes parcelas, surcos y posturas.
- La siembra se hizo el día 9 de diciembre del 2014, depositando en cada una de las posiciones 2 semillas, ubicándolas a cada 0.20 m y cubriéndolas con tierra.
- Se fertilizó en base al análisis de suelo realizado en el Laboratorio de Análisis de Suelo, Planta y Agua, de la Facultad de Agronomía (FAUSAC); al momento de la siembra una aplicación de 20-20-0 (NPK), mas 2 aplicaciones de 20-20-20 (NPK) a los 15 y 30 días posteriores a la siembra, una aplicación de urea (46-0-0) (NPK) 45, reforzándolo con una aplicaciones foliares de potasio 0-0-15 (Pentamin Potasio).
- Se realizaron tres limpiezas mecánicas (machete y azadón) de malezas, incluyendo el uso de Gramoxone para el control pre-siembra, una semana antes dela siembra.
- Se utilizó para el control de gallina ciega (*Phyllophaga* spp.), Blindaje (Carbamato), también se Cogollero Max (Carbamato) para el control de cogollero (*Spodoptera frugiperda*).
- No se realizaron aplicaciones de fungicidas en dicho estudio, pues se necesitó de un ambiente en el cual la mancha de asfalto pudiera desarrollarse sin limitación alguna.

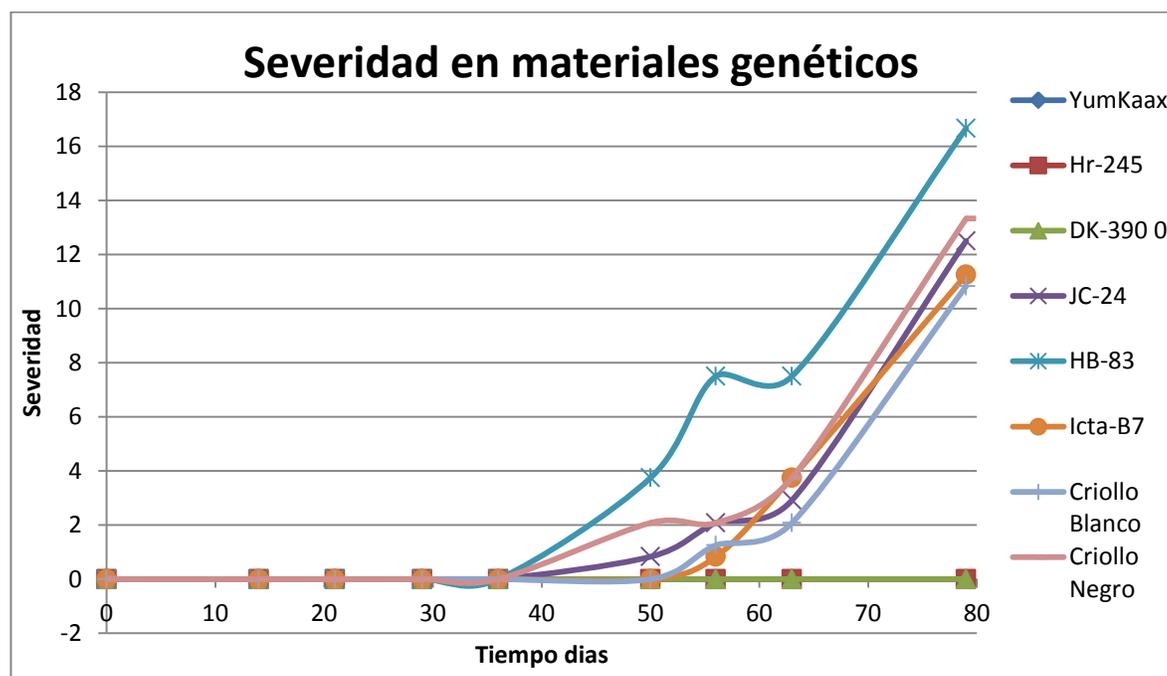
## 2.6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después del proceso de cultivo (siembra, limpias, control de plagas, aplicación de nutrientes y cosecha), se procedió a hacer la fase 2 de gabinete en la que se analizaron de los datos obtenidos.

### 2.6.1. Análisis de las variables evaluadas

#### 2.6.1.1. Grado de severidad

El grado de severidad de mancha de asfalto, es el porcentaje de área foliar dañada que se encuentra en la planta, en la siguiente grafica se presentó el daño de la enfermedad mancha de asfalto, desde su inicio en 2 de los tratamientos a los 40 días, hasta el final del ciclo del cultivo (figura 4).



**Figura 3. Grafica del comportamiento de la enfermedad en los diferentes materiales**

En la Figura anterior se observa el comportamiento de la enfermedad a lo largo de todo el experimento y en cada una de los materiales evaluados, notando como punto de inicio que el híbrido HB-83 fue el más susceptible al complejo mancha de asfalto, lo que se puede considerarse como una evolución de producción siendo un germoplasma que fue desarrollado para elevar la producción de las áreas maiceras de Guatemala, tres materiales no presentaron daños significativos, son estos DK-390, HR-245 y Yumm Kaax, estos presentaron resistencia a mancha de asfalto y son considerados buenos productores dentro de otros experimentos; los materiales endémicos de la región: Criollo Blanco y Criollo Negro, no presentaron una alta condición de severidad debido a que estos

materiales han convivido con la enfermedad, lo cual les confiere una cierta tolerancia a la enfermedad.

#### 2.6.1.1.2. Grado de severidad a los 79 días después de la siembra

De las lecturas tomadas durante el experimento, la lectura final permite tener un estimado total del daño de mancha de asfalto presente en el experimento, observando en esa lectura la mayor cantidad de daño que esta enfermedad logró durante todo su ciclo.

En el cuadro 14 se presenta la severidad a los 79 días después de la siembra.

**Cuadro 14. Severidad a los 79 días**

Tratamiento	Repeticiones						Promedio
	I	II	III	IV	V	VI	
Yum Kaax	0	0	0	0	0	0	0.00
HR-245	0	0	0	0	0	0	0.00
Dk-390	0	0	0	0	0	0	0.00
JC-24	12.5	10	12.5	15	12.5	12.5	12.50
HB-83	17.5	17.5	15	20	12.5	17.5	16.67
Icta-B7	12.5	12.5	12.5	7.5	10	12.5	11.25
Criollo Blanco	10	10	12.5	7.5	12.5	12.5	10.83
Criollo Negro	12.5	12.5	12.5	15	12.5	15	13.33

En el Cuadro 14, se observa la distribución de tres grupos en los cuales se engloba la cantidad de enfermedad como lo es el grupo de menor severidad (Yum Kaax, HR-245 y DK-390), el grupo de mediana tolerancia (ICTA-B7, Criollo Blanco, JC-24 y Criollo Negro), y el grupo que más daño sufrió (HB-83).

El híbrido HB-83, fue el más susceptible al complejo mancha de asfalto (16.67 % de severidad), le sigue el Criollo Negro con 13.33 %, JC-24 con 12.50 % &, ICTA-B7 con 11.25 %, luego el Criollo Blanco con 10.83 %; tanto el Criollo Negro como el Criollo Blanco, a pesar de ser los locales, presentaron porcentajes de severidad diferentes, lo que lleva a especular si realmente por ser materiales locales cuentan con las bondades de la selección asistida de los agricultores.

Se sabe que el híbrido JC-24 es un alto productor, sin embargo es un híbrido que no presenta resistencia a la enfermedad.

Con los datos obtenidos de la evaluación se procedió a realizar un Análisis de Varianza (ANDEVA), para determinar la base estadística de los resultados obtenidos (cuadro 15).

**Cuadro 15. Análisis de varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2006.12	7	286.59	118.33	<0.0001
Repetición	2006.12	7	286.59	118.33	<0.0001
Error	96.88	40	2.42		
Total	2102.99	47			

El Coeficiente de variación tuvo un resultado en 19.28 %, por lo cual se considera que tuvo una dispersión mediana por lo cual se considera una muestra medianamente heterogénea.

En el Cuadro 15, se observa que hay una diferencia significativa en cuanto a la cantidad de enfermedad presente en cada uno de los tratamientos realizados, debido a esto se procedió a realizar un una prueba de medias (Tukey), para determinar qué tratamiento fue el estadísticamente relevante (cuadro 16).

**Cuadro 16. Prueba de Tukey para la severidad a los 79 días**

Tratamiento	Medias	n	E.E.	Agrupación Tukey		
T3	0	6	0.62	A		
T2	0	6	0.62	A		
T1	0	6	0.62	A		
T7	10.67	6	0.62		B	
T6	11	6	0.62		B	
T4	12.17	6	0.62		B	
T8	13	6	0.62		B	
T5	16.83	6	0.62			C

La prueba de Tukey (alfa=0.05) delimitó 3 grupos:

- Grupo A: los que presentaron una severidad de 0 %, acá se localizan los materiales Yum Kax y HR-245
- Grupo B: presentaron una severidad entre 10 % y 13 % de severidad, compuesta por los materiales Criollo Blanco, Criollo Negro, JC-24 e ICTA-B7
- Grupo C: presentó porcentajes de severidad mayor al 16 %, representado por el HB-83

En este análisis, falta ver el comportamiento de rendimiento para poder emitir una recomendación más acertada y apegada a la realidad.

### 2.6.1.2. Porcentaje de tejido verde 85 días después de la siembra

Para esta variable se elaboró una escala en porcentaje, con rangos 0 %-100 % donde el 0 indicaba una muerte total de la planta y 100, indica una funcionalidad total del tejido fotosintético.

En el cuadro 17 se presenta los datos de porcentaje de tejido verde a los 85 días después de la siembra.

**Cuadro 17. Porcentaje de tejido vivo 85 días**

Tratamiento	Repeticiones						Promedio
	I	II	III	IV	V	VI	
Yum Kaax	80	80	80	80	80	80	80.00
HR-245	85	82.5	82.5	82.5	82.5	80	82.50
DK-390	82.5	80	77.5	77.5	82.5	82.5	80.42
JC-24	70	75	70	72.5	72.5	72.5	72.08
HB-83	60	65	60	62.5	57.5	57.5	60.42
ICTA-B7	65	70	70	70	70	70	69.17
Criollo Blanco	72.5	70	70	70	75	70	71.25
Criollo Negro	65	60	62.5	60	62.5	62.5	62.08

Al observar los resultados del porcentaje de tejido vivo a los 85 días después de la siembra, existe una agrupación de los materiales evaluados que demuestra 3 grupos significativamente separados el grupo con mayor porcentaje de tejido vivo Yum Kaax, HR-245, DK-390 con 80 % de tejido vivo que indica que para la fase de llenado de granos tienen aún área foliar necesaria para efectuar este proceso fisiológico, facilitando un llenado de grano más completo de la mazorca.

Mientras que vemos 3 materiales lo cuales tienen alrededor del 70 % de tejido vivo los cuales pueden permitir un llenado regular de granos y se observan 2 variedades con un 60 % de tejido vivo con lo cual la producción de almidón frente a los otros materiales se vuelve deficiente 20 % con el grupo menos dañado de diferencia.

Debido a los resultados presentados en esta variable se procedió a realizar un ANDEVA para identificar y confirmar los posibles grupos de dicha variable (cuadro 18).

**Cuadro 18. Análisis de varianza para porcentaje de tejido vivo 85 días**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2966.67	7	423.81	108.5	<0.0001
tratamiento	2966.67	7	423.81	108.5	<0.0001
Error	156.25	40	3.91		
Total	3122.92	47			

El Coeficiente de Variación para el variable porcentaje de tejido vivo a los 85 días es de 2.73 lo cual asegura una excelente precisión de los datos debido al bajo coeficiente del mismo.

En el cuadro anterior se observa una fiabilidad de los datos y demuestra un cambio entre cada una de los tratamientos con lo cual se procedió a hacer una prueba post ANDEVA como lo es Tukey (cuadro 19).

**Cuadro 19. Prueba de Tukey porcentaje de tejido vivo 85 días**

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
HR-245	82.92	6	0.81	A		
DK-390	80.42	6	0.81	A		
Yum Kaax	80	6	0.81	A		
JC-24	72.08	6	0.81		B	
Criollo Blanco	71.25	6	0.81		B	
ICTA-B7	69.17	6	0.81		B	
Criollo Negro	62.08	6	0.81			C
HB-83	60.42	6	0.81			C

Al realizar una comparación con un modelo post ANDEVA se puede observar varias cosas importantes. La diferencia que presentan los diferentes grupos de Materiales que se usaron para la evaluación concuerdan con los datos sin analizar del cuadro 15 en el cual se puede observar una diferencia significativa entre cada 1 de los grupos; que es confirmada por la prueba de Tukey (alfa=0.05).

### 2.6.1.3. Número de mazorcas dañadas

El número de mazorcas enfermas por tratamiento es una variable cuantitativa que permite identificar daños antes de la cosecha y si el factor genético tiene gran responsabilidad del mismo.

El número de mazorcas dañadas es una variable que permite identificar otras enfermedades que afectan con la mancha de asfalto como es el fusarium o la Diplodia.

En el cuadro siguiente se presentan los datos extraídos de mazorcas dañadas a nivel de campo.

En el cuadro número 20 se presentan el resumen por unidad muestral de la variable de mazorcas dañadas.

**Cuadro 20. Número de mazorcas dañadas**

Variedad	Repeticiones						Promedio
	Fila 1	Fila 2	Fila 3	Fila 4	Fila 5	Fila 6	
Yum Kaax	12	14	12	9	9	9	11
HR-245	6	6	6	5	6	3	6
DK-390	7	7	7	3	5	3	5
JC-24	9	7	7	7	10	7	8
HB-83	10	10	10	8	6	3	8
Icta-B7	10	7	10	7	7	7	8
Criollo Blanco	8	8	8	9	8	8	8
Criollo Negro	8	8	8	8	6	6	7

Se observa que no existe gran diferencia entre el número de mazorcas dañadas por los patógenos esto es debido a una posible incidencia externa del área utilizada, lo interesante del cuadro anterior es que el material Yumm Kaax que es un material que no presento daño de Mancha de Asfalto es ahora el material que presenta mayor daño en las mazorcas esto debido a una probable mala adaptación de esta variedad al área.

Debido a estos cambios en esta variable se presenta a continuación un ANDEVA para la cantidad de mazorcas dañadas (cuadro 21).

**Cuadro 21. ANDEVA número de mazorcas dañadas**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	128.33	7	18.33	6.25	0.0001
tratamiento	128.33	7	18.33	6.25	0.0001
Error	117.33	40	2.93		
Total	245.67	47			

El coeficiente de variación para la variable número de mazorcas dañadas es de 22.59 lo que indica que los datos se encuentran bastante dispersos es decir los datos son heterogéneos.

Al realizar el ANDEVA de número de mazorcas dañadas se puede observar que existe diferencia significativa entre los tratamientos lo que repercute en una identificación de los grupos, por lo que se procedió a realizar un post-ANDEVA

En el cuadro 22 se presenta el resumen de la prueba de Tukey para número de mazorcas enfermas.

**Cuadro 22. Prueba de Tukey número de mazorcas enfermas**

tratamiento	Medias	n	E.E.		
DK-390	5.33	6	0.7	A	
HR-245	5.33	6	0.7	A	
Criollo Negro	7.33	6	0.7	A	
HB-83	7.83	6	0.7	A	B
JC-24	7.83	6	0.7	A	B
ICTA-B7	8	6	0.7	A	B
Criollo Blanco	8.17	6	0.7	A	B
Yum Kaax	10.83	6	0.7		B

Al realizar Tukey (alfa =0.05) se observa que los grupos tienen muy poca diferencia entre los distintos tratamientos, resaltando 3 grupos el de menor daño (DK-390, HR-245, Criollo Negro), los que se identificaron como medianamente dañados (HB-83, JC-24, ICTA-B7, Criollo Blanco) y el que presentó un mayor daño en la mazorca como fue el material Yum Kaax un dato interesante que permite observar acá es lo siguiente Yum Kaax un material que no tuvo enfermedad pues se evaluó a los 79 días y tuvo uno de los % más altos de Tejido vivo a los 85 días tuvo mayor enfermedad relacionada al daño en la mazorca, lo cual dice que no tuvo la adaptación necesaria para poder mostrar su potencial en ese lugar.

#### 2.6.1.4. Numero de mazorcas sanas (no dañadas)

El número de mazorcas no dañadas es una variable importante en las unidades de producción agrícola pues permite evitar pérdidas cuanto más alto sea nuestra producción y la sanidad que se trabaja permite obtener mayor cantidad de mazorcas sanas lo que al final se traduce como rendimiento extra.

En el cuadro 23 se presenta el resumen de producción por unidad experimental del número de mazorcas que no presentaron daños por hongos.

**Cuadro 23. Número de mazorcas buenas**

Variedad	Repeticiones						promedio
	Fila 1	Fila 2	Fila 3	Fila 4	Fila 5	Fila 6	
Yum Kaax	60	65	69	60	55	65	62
HR-245	145	148	142	151	145	142	146
DK-390	160	163	167	160	167	157	162
JC-24	135	138	145	135	138	149	140
HB-83	115	105	118	115	121	112	114
Icta-B7	117	114	114	117	117	114	115
Criollo Blanco	109	113	109	113	113	120	113
Criollo Negro	90	86	86	94	90	86	89

En el cuadro se puede observar que los datos de número de mazorcas tiene un rango muy grande desde la cantidad producida por Yumm Kaax hasta la producida por el materia DK-390 por lo que es necesario hacer un análisis de varianza para identificar si existe variaciones estadísticas (cuadro 24).

**Cuadro 24. Análisis de varianza de mazorcas no enfermas**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	43263.15	7	6180.45	338.11	<0.0001
tratamiento	43263.15	7	6180.45	338.11	<0.0001
Error	731.17	40	18.28		
Total	43994.31	47			

El coeficiente de variación para el numero de mazorcas buenas (no dañadas) es de 3.63 lo que indica una fiabilidad de los datos esto permite decir que si existe con certeza una variabilidad estadística entre los datos y por lo cual se procede a realizar un Post-ANDEVA (cuadro 25).

**Cuadro 25. Prueba de Tukey número de mazorcas no enfermas**

tratamiento	Medias	n	E.E.					
DK-390	162.33	6	1.75	A				
HR-245	145.5	6	1.75		B			
JC-24	140	6	1.75		B			
Icta-B7	115.5	6	1.75			C		
HB-83	114.33	6	1.75			C		
Criollo Blanco	112.83	6	1.75			C		
Criollo Negro	88.67	6	1.75				D	
Yum Kaax	62.33	6	1.75					E

Al realizar la prueba de Tukey (alfa=0.05) se puede dentar que existen 4 grupos relacionados a la cantidad de mazorcas sanas en el ensayo.

Se puede observar que el grupo A tiene la cantidad mayor de número de mazorcas seguido por la HR-245 y JC-24 esto se vuelve a confirmar con la serie de variables anteriores que se han venido observando. Lo que indica que desde el punto de vista de producción estos materiales pueden llegar a ser buenos productores.

### 2.6.1.5. Rendimiento

Una de las principales características que interesa como investigadores agrícolas va de la mano de la resistencia y el rendimiento de los materiales, esto es importante debido a que un rendimiento alto con una buen resistencia permite evaluar varios criterios que permiten tomar una decisión a la hora de sembrar algún material.

En el cuadro 26 se presentan los datos de producción en kg/ha de cada uno de los materiales utilizados en esta evaluación.

**Cuadro 26. Rendimiento en kg/ha**

Variedad	Repeticiones						Promedio
	Fila 1	Fila 2	Fila 3	Fila 4	Fila 5	Fila 6	
Yum Kaax	1442.65	1553.62	1664.60	1442.65	1331.68	1553.62	1498.14
HR-245	4993.79	5104.76	4882.81	5215.73	4993.79	4882.81	5012.28
DK-390	5437.68	5548.65	5659.62	5437.68	5659.62	5326.70	5511.66
JC-24	4327.95	4438.92	4660.87	4327.95	4438.92	4771.84	4494.41
HB-83	3995.03	3662.11	4106.00	3995.03	4216.97	3884.06	3976.53
Icta-B7	3773.08	3662.11	3662.11	3773.08	3773.08	3662.11	3717.60
Criollo Blanco	3218.22	3329.19	3218.22	3329.19	3329.19	3551.14	3329.19
Criollo Negro	2663.35	2552.38	2552.38	2774.33	2663.35	2552.38	2626.36

Debido a la gran variabilidad en el rendimiento a simple vista no se puede dividir en grupos en cuanto a rendimiento por unidad de área lo que permite realizar un cuadro ANDEVA para la identificación estadística (cuadro 27).

**Cuadro 27. ANDEVA de rendimiento en kg/ha**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	70862316.6	7	10123188.1	558.88	<0.0001
Material	70862316.6	7	10123188.1	558.88	<0.0001
Error	724528.49	40	18113.21		
Total	71586845.1	47			

Al realizar el análisis estadístico se observa un coeficiente de variación de 3.57 lo que implica que existe una gran certeza en los datos. Lo que permite inferir que existe una diferencia significativa entre cada una de los materiales genéticos observados. Por lo que se considera una evaluación post ANDEVA (cuadro 28).

**Cuadro 28. Prueba de Tukey rendimiento en kg/ha**

Material	Medias	n	E.E.							
DK-390	5511.66	6	54.94	A						
HR-245	5012.28	6	54.94		B					
JC-24	4494.41	6	54.94			C				
HB-83	3976.53	6	54.94				D			
Icta-B7	3717.60	6	54.94					E		
Criollo Blanco	3329.19	6	54.94						F	
Criollo Negro	2626.36	6	54.94							G
Yum Kaax	1498.14	6	54.94							H

Al realizar un Post-ANDEVA como lo es la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) se observa que existe una variabilidad total entre los diferentes rendimientos. Lo que genera una gran expectativa en cuanto a la adaptabilidad de cada uno de los diferentes materiales evaluados.

Datos interesantes salen de esta última evaluación y es que los materiales más rendidores lo son el material DK-390 y el HR-245 material que se observa con un alto rendimiento luego al seguir observando la tabla de Tukey se puede ver que el material Yum Kaax presenta un mal rendimiento lo cual atribuimos a causas de adaptación en la última fase del experimento ya que no tuvo enfermedad.

Vea figura 4 en la cual no presenta daños debidos a mancha de asfalto y también en el porcentaje de tejido vivo cuadro 15 en el cual presenta tejido vivo al 80% a los 85 días lo que se considera que existe una probable baja adaptabilidad de dicho material. Algo importante es que los materiales Criollo Blanco y Criollo Negro presentan un rendimiento bajo frente los materiales híbridos y las variedades lo que implica que si los agricultores se tecnificaran más por el uso de híbridos o variedades tendrían un aumento en el rendimiento.

### 2.6.2. Cuadro resumen sobre las variables de respuesta evaluadas.

Para la identificación de los mejores tratamientos se observaron las pruebas de Tukey de cada una de las variables analizadas (cuadro 29).

**Cuadro 29. Cuadro resumen de variables evaluadas**

No.	Variable	Mejores tratamiento	valores
1	Grado de Severidad	Yum Kaax	0 %
		Hr-245	0 %
		Dk-390	0 %
2	Porcentaje de Tejido Verde	HR-245	82.92 %
		DK-390	80.42 %
		Yum Kaax	80 %
3	Numero de mazorcas enfermas	DK-390	5
		HR-245	6
		Criollo Negro	7
4	Numero de mazorcas sanas	DK-390	162
5	Rendimiento en Kg/Ha	DK-390	5511

Se puede observar que de los 8 materiales evaluados se observar que 3 Yum Kaax, HR-245 y DK-390 no presentaron severidad de mancha de asfalto lo cual indica que presentan una resistencia que permite escogerlos como posibles materiales para esta área.

En el porcentaje de tejido verde se puede observar que los materiales DK-390, HR-245 y Yum Kaax presentaron un mayor cantidad de tejido vivo a los 85 días esto indica que son materiales que presentan una mayor cantidad de tejido fotosintético para la fase de llenado de grano facilitando el llenado del mismo.

En el número de mazorcas enfermas se observa Dk-390, Hr-245, criollo negro se observa que uno de los materiales locales presentó también una menor cantidad de pudrición de la mazorca permitiendo una mejor calidad de grano seco.

En el rendimiento se observó que el material que sobre salió fue el DK-390 que presentó una cantidad considerable de producción 5511 kg/ha.

### **2.6.3. Costos de producción y rentabilidad.**

Para identificar cuál de los materiales genéticos utilizados en el experimento produjo la mejor respuesta rentable es necesario un análisis de rentabilidad sacando los costos totales y los ingresos totales para la identificación de la misma (cuadro 30).

**Cuadro 30. Costos de producción y rentabilidad**

<b>Costos</b>	<b>YUM KAAX</b>	<b>HR 245</b>	<b>DK390</b>	<b>JC-24</b>	<b>HB-83</b>	<b>Icta-B7</b>	<b>Criollo Blanco</b>	<b>Criollo Negro</b>
<b>Mano de obra</b>								
Limpieza del terreno	Q. 1,670.73	Q. 1,670.73						
siembra	Q. 2,004.88	Q. 2,004.88						
Fertilización 1, 2 y 3	Q. 2,195.12	Q. 2,195.12						
limpieza 1 y 2	Q. 2,195.12	Q. 2,195.12						
Insecticida 1,2,3	Q. 1,336.59	Q. 1,336.59						
Cosecha	Q. 2,439.02	Q. 2,439.02						
<b>Insumos</b>								
Maíz	Q. 731.71	Q. 731.71	Q. 1,226.83	Q. 724.39	Q. 587.80	Q. 460.98	Q. 90.24	Q. 90.24
Blindaje	Q. 451.22	Q. 451.22						
Triple 20	Q. 334.15	Q. 334.15						
Urea	Q. 685.37	Q. 685.37						
Cogollero max	Q. 100.00	Q. 100.00						
Pentamin Potasio	Q. 234.15	Q. 234.15						
<b>Total de costos Directos</b>	<b>Q. 14,378.05</b>	<b>Q. 14,378.05</b>	<b>Q. 14,873.17</b>	<b>Q. 14,370.73</b>	<b>Q. 14,234.14</b>	<b>Q. 14,107.32</b>	<b>Q. 13,736.59</b>	<b>Q. 13,736.59</b>
Producción	32.99	110.39	121.39	98.98	87.58	81.87	73.32	57.84
Precio del producto (Q.140/qq)	4619.19506 8	15454.344	16994.075 7	13857.585 2	12260.826 4	11462.447	10264.8779	8097.84814
<b>Ingreso Neto</b>	<b>-Q. 9,758.85</b>	<b>Q. 1,076.30</b>	<b>Q. 2,120.90</b>	<b>-Q. 513.15</b>	<b>1,973.32</b>	<b>2,644.87</b>	<b>-Q. 3,471.71</b>	<b>-Q. 5,638.74</b>
<b>Rentabilidad</b>	<b>-67.87</b>	<b>7.49</b>	<b>14.26</b>	<b>-3.57</b>	<b>-13.86</b>	<b>-18.75</b>	<b>-25.27</b>	<b>-41.05</b>

Se realizó un análisis económico a la investigación en la cual se calcularon los costos directos (**sumatoria de mano de obra más insumos**), costos indirectos (**no habían**), los costos totales (**sumatoria de costos directos e indirectos**). Se calculó el ingreso por la venta del producto (**qq \* precio unitario**). Y el ingreso neto el cual se obtuvo (**diferencia entre ingreso de la venta y costo total**).

La rentabilidad % de cada uno de los materiales se obtuvo ((ingreso neto/ costo total)\*100), Nuestra mayor rentabilidad la obtuvo el material DK-390 14.26 % lo que indica desde un punto de vista económico que está bajo la condición de mercado de rentabilidad (20 %) lo que indica que como una actividad productora aún se necesita tecnificar el desarrollo de la misma para reducir los costos y aumentar el rendimiento de la misma.

El siguiente material en cuestión de rendimiento es el HR-245 que es un material con una rentabilidad del 7.49 % lo que indica que aún es más bajo de lo esperado por los agricultores.

Para el resto de los tratamientos se tiene una rentabilidad negativa lo que indica que en lugar de ganar algo con el proyecto lo estamos perdiendo un dato interesante que se observa acá es que los datos de JC-24 es uno de los materiales que esta sobre el umbral de rentabilidad lo que quiere decir que el aumento en la tecnificación podría generar valores positivos un próximo ensayo, el material Yumm Kaax.

En el cuadro 31, se presentan los cálculos de los presupuestos parciales.

**Cuadro 31. Análisis de presupuestos parciales**

Material Comercial	Costo Variable	Ingreso Venta	Beneficio Neto
	Q/ha	Q/ha	Q/ha
<b>YUM KAAX</b>	Q. 731.71	Q. 4,619.20	Q. 3,887.49
<b>HR-245</b>	Q. 731.71	Q. 15,454.34	Q. 14,722.64
<b>DK-390</b>	Q. 1,226.83	Q. 16,994.08	Q. 15,767.25
<b>JC-24</b>	Q. 724.39	Q. 13,857.59	Q. 13,133.19
<b>HB-83</b>	Q. 587.80	Q. 12,260.83	Q. 11,673.03
<b>Icta-B7</b>	Q. 460.98	Q. 11,462.45	Q. 11,001.47
<b>Criollo Blanco</b>	Q. 90.24	Q. 10,264.88	Q. 10,174.63
<b>Criollo Negro</b>	Q. 90.24	Q. 8,097.85	Q. 8,007.60

En el cuadro 32 se presenta la tasa marginal de retorno para los híbridos HR-245 y DK-390

**Cuadro 32. Tasa marginal de retorno**

<b>MATERIAL COMERCIAL</b>	<b>COSTO VARIABLE</b>	<b>BENEFICIO NETO</b>	<b>CAMBIO EN CV</b>	<b>CAMBIO EN BN</b>	<b>TMR %</b>
<b>HR-245</b>	Q. 731.71	Q. 14,722.64			
<b>DK-390</b>	Q. 1,226.83	Q. 15,767.25	Q. 495.12	Q. 1,044.61	210.98

Se calculó la tasa marginal de retorno (cambio BN/Cambio en CV) donde la tasa de retorno fue de 210.98 % por lo que se identifica que por cada quetzal que se invierte en DK-390 se obtiene Q. 2.00 del mismo.

## 2.7. CONCLUSIONES

1. De los 8 materiales utilizados en el ensayo los 3 mejores materiales con resistencia a mancha de asfalto son: DK-390 0 %, HR-245 0 %, Yumm Kaax 0 %.
2. El Material que presento mayor daño en mazorcas por pudrición fue Yumm Kaax con el 17 % de mazorcas enfermas, seguido de criollo blanco con el 7 %.
3. Los materiales que presentaron una mayor cantidad de tejido verde a los 85 días fueron HR-245 con 83 %, DK-390 con 81 % y Yum Kaax 80 %
4. Los mejores rendimientos en kg/ha, se obtuvo de: DK-390 5511 kg/ha, HR-245, 5012.28 kg/ha, JC-24 4494.41 kg/ha.
5. El tratamiento rentable fue el DK-390 con 14.26 % y el HR-245 con 7.49 %.
6. De acuerdo a los análisis estadísticos realizados a las diferentes variables evaluadas en el presente ensayo; el material que presenta la mejor adaptación a la región de Panzós es: el hibrido DK-390; obteniendo una nula severidad a lo largo del experimento con un 80 % de tejido verde a los 85 días, además de la menor cantidad de mazorcas enfermas en el experimento (5) y presentando el mayor rendimiento 5,511 kg/ha.

## 2.8. RECOMENDACIONES

1. De los tratamientos evaluados en el ensayo se recomienda la utilización del material DK-390 que presenta el mayor rendimiento 5511 kg/ha, lo que indica que es el mejor tratamiento presente en el ensayo y presenta una severidad nula 0 % para el complejo Mancha de Asfalto.
2. La tecnificación del área es una prioridad para los agricultores de la región si desean ser competitivos y obtener beneficios.
3. Se debe de estudiar el mejoramiento de los criollos locales para obtener semillas a bajo costo.
4. El establecimiento de fechas de siembra no escalonadas ayuda a controlar el inoculo inicial en las distintas áreas.

## 2.9. BIBLIOGRAFÍA

1. ANACAFE (Asociación Nacional del Café, Guatemala). 2004. Programa de diversificación de ingresos en la empresa cafetalera: cultivos de maíz. Guatemala. 18 p.
2. Collado, C. 1982. Evaluación de rendimiento y adaptación de híbridos y variedades de maíz en los municipios de Nueva Concepción y Tiquisate. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, FAUSAC. 44 p.
3. De la Cruz S, JR. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
4. Empresa Productora de Semilla de Guatemala, Guatemala. 2013. Calidad de semilla: híbrido Yum Kaax, HR - 245, características agronómicas. Sanarate, El Progreso, Guatemala. 1 p.
5. FAO. 1966. Guía para la descripción de perfiles de suelos. Roma, Italia. 70 p.
6. ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Guatemala). 1990. Informe técnico, valle del Polochic, Panzós, Alta Verapaz, Guatemala. p. 4, 5.
7. IGN (Instituto Geográfico Nacional, Guatemala). s.f. Mapa de formas de la tierra. Guatemala. Esc. 1: 1,000,000.
8. INAFOR (Instituto Nacional Forestal, Guatemala). 1982. Mapa de zonas de vida de la República de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala. Esc.1:600,000. 20 h.
9. Kiersten, W. 2009. Diseases of corn *Diplodia* ear rot (en línea). US, Purdue University. Consultado 20 set. 2014. Disponible en <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/BP/BP-75-W.pdf>
10. Kirk, P. 2014. *Fusarium* 1809 (en línea). Fungorum Partnership, Index Fungorum. Consultado 20 set. 2014. Disponible en World Register of Marine Species <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=10022>
11. Monterroso S, D. 2007. Modelos generales usados para la interpretación de la dinámica de las enfermedades en plantas. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, Instituto de Investigaciones Agronómicas. 8 p.
12. \_\_\_\_\_. 2014. Manejo integrado de la mancha de asfalto; manual para la capacitación de capacitadores. Guatemala, Tipografía Nacional. 24 p.

13. Obiols Del Cid, R. 1975. Mapa climatológico preliminar de la República de Guatemala, según el sistema Thornthwaite. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. Esc. 1: 1,000,000.
14. Segura G, L. 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 Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 55 p.
15. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.
16. Zarceño A, E. 2005. Trabajo de graduación del diagnóstico, investigación y servicios, realizado en la zona arrocera el municipio de Panzós, Alta Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 97 p.

## 2.10. ANEXOS

En las figuras 4A a la 13A se presentan las fotografías del ciclo del experimento.



Fuente: Elaboración propia, 2014

**Figura 4A. Fotografía de la ubicación del experimento**



Fuente: Elaboración propia, 2014

**Figura 5A. Fotografía de la siembra**



Fuente: Elaboración propia, 2014

**Figura 6A. Fotografía primera etapa de desarrollo del cultivo**



Fuente: Elaboración propia, 2014

**Figura 7A. Fotografía fase vegetativa inicial del cultivo**



Fuente: Elaboración propia, 2015

**Figura 8A. Fotografía fase vegetativa final**



Fuente: Elaboración propia, 2015

**Figura 9A. Fotografía fase de floración y formación del fruto**



Fuente: Elaboración propia, 2015

**Figura 10A. Fotografía proceso de doblado de la planta de maíz**



Fuente: Elaboración propia, 2015

**Figura 11A. Fotografía del proceso de selección de las mazorcas**



Fuente: Elaboración propia, 2015

**Figura 12A. Fotografía del proceso de extracción de maíz por medio mecánico.**



Fuente: Elaboración propia, 2015

**Figura 13A. Fotografía de la entrega del maíz después de la toma de datos al dueño del terreno**

**CAPÍTULO III**

**SERVICIOS REALIZADOS EN PANZÓS, ALTA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A.  
DURANTE EL PERIODO DE AGOSTO 2014 – MAYO 2015**

### **3.1. PRESENTACIÓN**

Los servicios se enfocaron a la agricultura de subsistencia de la región de Panzós, Alta Verapaz. El primer servicio fue impartir una capacitación con los agricultores en manejo del complejo de mancha de asfalto en las comunidades de Telemán, Caserío Xucub y Pueblo Viejo. Dichas zonas son las que se encontraron con mayor incidencia de mancha de asfalto.

El segundo servicio fue el desarrollo de implementación de huertos familiares con alumnos del bachillerato del Instituto Privado Mixto Primaria Bilingüe Aj Kutunel del Municipio de Panzós.

El tercer servicio fue una evaluación de fungicidas para el control de mancha de asfalto, en el caserío Xucub, Panzós, A.V. Guatemala, C.A.

**3.2. CAPACITACION SOBRE EL MANEJO INTEGRADO DEL COMPLEJO MANCHA  
DE ASFALTO EN MAÍZ (*Zea mays* L.).**

### **3.2.1. OBJETIVOS**

- Implementar y/o mejorar tecnologías que sean aplicables para mejorar el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.).
- Capacitar agricultores acerca de los criterios de selección para mejorar sus variedades nativas, las cuales tengan resistencia al complejo Mancha de asfalto.

### **3.2.2. METODOLOGÍA**

Capacitación de los distintos agricultores de la región centrándose en Telemán, Caserío Xucub y Pueblo Viejo, siendo esas las seleccionadas verificando que son las áreas de mayor incidencia de mancha de asfalto en la visita guiada a sus zonas productoras de maíz y que no cuentan con apoyo de extensionistas de la Sub-sede del MAGA, así mismo partiendo de la transferencia de tecnologías al agricultor para la adopción de las mismas.

La elaboración de las capacitaciones se realizó de acuerdo a fechas de siembra de siembra del cultivo de maíz, marcando como primer pasó el manejo integrado de la mancha de asfalto, iniciando con el manejo cultural, resistencia genética y finalizando con el control químico.

En las capacitaciones se utilizó computadora, proyector y se solicitó el salón de reuniones de la municipalidad de Panzós, fue de gran apoyo en la realización de este servicio.

}

### 3.2.3. RESULTADOS

Se realizaron charlas del manejo integrado de mancha de asfalto a los agricultores, en la primera charla se planteó la problemática del complejo de mancha de asfalto, su identificación y la introducción al manejo integrado; realizando una lluvia de ideas con los agricultores presentes para evitar una clase magistral, planteando al finalizar preguntas sobre la problemática de la enfermedad, discutiéndola y generando respuestas a las problemáticas de la enfermedad.



**Figura 14: Taller Problemática del complejo Mancha de Asfalto y manejo integrado**



**Figura 15: Visita técnica a áreas de cultivo**

#### **3.2.4. EVALUACIÓN**

Al finalizar cada charla de manejo integrado de la mancha de asfalto que finalizo con la presentación de las prácticas para minimizar el inculo inicial (eliminación de rastros), se les dio a oportunidad a los productores de hacer los comentarios oportunos para hacer una retroalimentación de la información que se les dios en las charlas, obteniendo como resultado opiniones positivas de los procedimientos que se deben implementar para manejar de mejor manera la mancha de asfalto.

**3.3. TALLER IMPLEMENTACION HUERTOS FAMILIARES CON ALUMNOS DEL  
BACHILLERATO DEL INSTITUTO PRIVADO MIXTO PRIMARIA BILINGÜE AJ  
KUTUNEL DEL MUNICIPIO DE PANZÓS, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ,  
GUATEMALA, C.A.**

### **3.3.1. OBJETIVOS**

1. Capacitar a jóvenes de la región en el desarrollo de huertos familiares.
2. Tener un mayor alcance en las comunidades lejanas del casco urbano.

### **3.3.2. METODOLOGÍA**

Consistió en la capacitación y desarrollo de huertos familiares a jóvenes estudiantes del bachillerato en ciencias y letras del Instituto Privado Bilingüe AJ Kutunel siendo una de las instituciones educativas que cuenta con nivel bachillerato y que el 75 % de los estudiantes son del área rural del municipio de Panzós.

El taller consistió en dos etapas, la primera fue un desarrollo teórico de la importancia de cubrir los requerimientos nutricionales de las familias; la segunda fue desarrollar los huertos con semillas proporcionadas por la Extensión del MAGA de Panzós.

Se trabajó con 30 estudiantes de bachillerato en grupos de 4 alumnos fueron distribuidos en diferentes casas de familias de extrema pobreza dándoles semillas de ajo, hierba mora, rábano, pepino, espinaca, cilantro, perejil, apio y acelga en la cual tendrán que sembrar en una extensión no menor a 9 metros cuadrados, cumpliendo con la siembra y mantenimiento del mismo.

Este ejercicio se reprodujo en las aldeas de las cuales ellos provienen. Como mínimo en 3 familias por estudiante.

### 3.3.3. RESULTADOS

El desarrollo de huertos familiares contribuye a reducir la desnutrición en las zonas rurales de todo el país, para el municipio de Panzós, se hizo un modelo de huerto familiar, basándose en los requerimientos alimenticios de las familias; se incorporaron plantas como, ajo, hierba mora, rábano, pepino, espinaca, cilantro, perejil, apio y acelga, según el área disponible por familia tratando de optimizar los recursos de área y semilla disponibles

Al impartir este taller, se enfocó a la maximización del espacio y obtener los nutrientes necesarios para la familia además del uso de los residuos orgánicos en la reincorporación para que se reciclen y reincorporen los materiales que las plantas usaron para su crecimiento.



**Figura 16: Fotografía estudiantes realizando camellones para evitar encharcamiento en el área de cultivo**



**Figura 17: Fotografía crecimiento de un pequeño huerto de frijol para autoconsumo.**



**Figura 18: Fotografía desarrollo de un huerto mixto para consumo familiar.**

#### **3.3.4. EVALUACIÓN**

Al capacitar a los alumnos de bachillerato en el desarrollo de 3 huertos familiares, los alumnos realizaron una ronda de preguntas a 12 estudiantes del colegio del funcionamiento y diseño de los huertos y especies mínimas necesarias para contribuir con la ingesta de nutrientes de las familias, obteniendo gran cantidad de comentarios positivos y su posterior replica en sus respectivas comunidades.

**3.4. EVALUACIÓN DE CUATRO TRATAMIENTOS FÚNGICOS DE DISTINTAS CASAS  
COMERCIALES PARA EL CONTROL FITOSANITARIO DE MANCHA DE ASFALTO  
DEL MAÍZ EN EL CASERIO XUCUB, MUNICIPIO DE PANZÓS, ALTA VERAPAZ,  
GUATEMALA, C.A**

### **3.4.1. PRESENTACIÓN**

El valle del Polochic, ubicado en los municipios de Alta Verapaz, en el área Nor-oriente de Guatemala, cuenta con comunidades que son afectadas severamente por la enfermedad foliar “mancha de asfalto”, la cual es causante de la pérdida parcial a total del rendimiento del cultivo del maíz, que es usado en su mayoría para autoconsumo y producción de excedentes.

Esto ahondado al incremento de los precios de diversos insumos agrícolas en especial de productos químicos para el control de enfermedades, la utilidad de los agricultores se ha visto afectada negativamente.

Por los hechos antes mencionados y entrelazados a la poca tecnificación que se encuentra en el área de estudio, surge la necesidad de evaluar diferentes productos para el control de la enfermedad.

Se evaluó un diseño de bloques al azar, las casas comerciales seleccionadas son: BAYER, DUWEST, SYNGENTA y PRODELA; cada uno con su respectivo ciclo de tratamientos y recomendaciones de aplicaciones. La evaluación fue realizada en Caserío Xucub, Municipio de Panzós, Departamento de Alta Verapaz, Guatemala, C.A.

### **3.4.2. OBJETIVOS**

#### **3.4.2.1. OBJETIVO GENERAL**

- Comparar el comportamiento de 4 diferentes fungicidas que provienen de distintas casas comerciales para el control de mancha de asfalto.

#### **3.4.2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO**

- Determinar el fungicida presenta la menor severidad de mancha de asfalto.
- Determinar el porcentaje de enfermedad que controla cada producto.
- Identificar que fungicida se obtiene mayores rendimientos.

### **3.4.3. HIPÓTESIS**

- Se espera que al menos uno de los productos que se utilizaron para el control de mancha de asfalto. Muestre una diferencia en el control de mancha de asfalto con respecto al testigo absoluto.

### 3.4.4. METODOLOGÍA

#### 3.4.4.1. Descripción del material experimental

En el cuadro 7. Se presentan las características agronómicas de cada material experimental.

**Cuadro 33: Descripción de los Materiales a utilizados**

Material	Características Agronómicas	
HB-83 Fuente: ICTA	<b>Adaptación</b>	0 – 1500 msnm
	<b>Días de floración</b>	52 días
	<b>Ciclo</b>	120 días
	<b>Rendimiento</b>	4540 kg/ha
	<b>Altura de la planta</b>	2.3m
	<b>Posición de la mazorca</b>	1.24m
BAYER	Silvacur (Tebuconazol, Triadimenol: Triazol), (21.25 gr/bomba) a los 45 dds.	
DUWEST	ATLAS (Tebuconazole: Triazol), 1.30 ml /bomba (350ml/Mz) Aplicar a los 30 ddg.	
SYNGENTA	Amistar Xtra (Azoxistrobin: Estrobilurina) (28 SC (400 ml/ha) V9 (35 dds) y VT (45 dds)	
PRODELA	Bela plus (Extractos de Gobernadora Larrea tridentata) 80 ml/bomba. Dos aplicaciones, al detectar los primeros síntomas 35 y a los 45 dds.	

Fuente: Elaboración propia

#### 3.4.4.2. Diseño experimental

##### A. Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

## B. Tratamientos

Se utilizaron cinco tratamientos y cinco repeticiones, con una aleatorización utilizando la función Random.

**Cuadro 34: Datos de los tratamientos**

Tratamiento 1	Bayer
Tratamiento 2	Duwest
Tratamiento 3	Syngenta
Tratamiento 4	Prodela
Tratamiento 5	Testigo

Fuente: Elaboración propia

## C. Datos y arreglo experimental

Diseño: Bloques completos al azar

Unidad experimental (parcela bruta): 40.96 m<sup>2</sup> (6.4 m x 6.4 m).

Individuos muestreados: dos (02) plantas por parcelas.

Numero de semillas por parcela: 52

Distanciamiento entre planta: 0.2 metros

Distanciamiento entre surcos: 0.8 metros

**Cuadro 35: Arreglo de la distribución espacial de los tratamientos en el campo**

Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Bloque 5
T2	T3	T5	T4	T5
T5	T2	T1	T3	T4
T4	T4	T2	T1	T2
T1	T5	T3	T2	T1
T3	T1	T4	T5	T3

Fuente: Elaboración Propia

## D. Hipótesis estadísticas

$H_0: \tau = \tau_i$  (Todos los tratamientos producen el mismo efecto sobre  $Y_{ij}$ )

$H_a: \tau_i \neq \tau$  (al menos uno de los tratamientos produce efecto distinto sobre  $Y_{ij}$ )

### 3.4.4.3. Análisis de la información

**Cuadro 36: Modelo del análisis de varianza para un diseño bloques al azar**

Causas o fuentes de la varianza	Grados de libertad (G.L.)	Suma de Cuadrados (S.C.)	Cuadrado medio (C.M.)	Valor del estadístico F
Bloques	$r - 1$	$SC_{bloque} = \sum \left( \frac{Y_j^2}{t} \right) - \frac{Y_{..}^2}{\tau r}$		
Tratamientos	$\tau - 1$	$SC_{trat} = \sum \left( \frac{Y_{i.}^2}{r} \right) - \frac{Y_{..}^2}{\tau r}$	$\frac{SC_{trat}}{G.L. trat} = A$	$\frac{A}{B}$
Error	$(\tau - 1) (r-1)$	$SC_{error} = SC_{total} - (SC_{trat} + SC_{bloque})$	$\frac{SC_{error}}{G.L. error} = B$	
Total	$\tau r - 1$	$SC_{total} = \sum_{i=1}^{\tau} \sum_{j=1}^r (y_{ij}^2) - \frac{Y_{..}^2}{\tau r}$		

Para probar la información posterior a realizar el ANDEVA se propone la utilización de Tukey

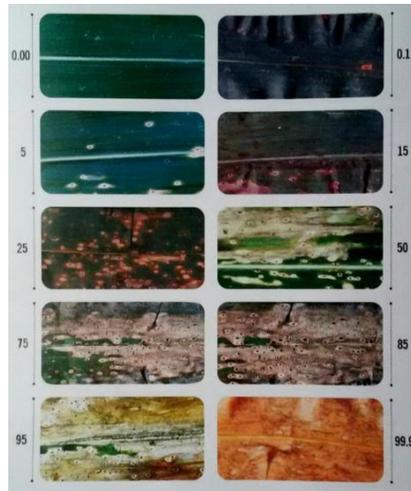
### 3.4.4.4. Variables de respuesta

Los resultados del experimento fueron obtenidos a través de las siguientes variables: Grado de severidad, porcentaje de tejido verde, número de mazorcas enfermas, número de mazorcas sanas y rendimiento en kg/ha

A. Grado severidad a Mancha de Asfalto.

Porcentaje de área foliar dañada o afectada de la planta. La toma de lecturas del grado de severidad se realizó a partir de los 14, 21, 29, 36, 50, 56, 63 y 79 días después de la siembra (dds); Para la toma de datos se consideraron dos plantas de la unidad experimental.

**Figura 19: Escala pictórica de severidad a *Phyllachora maydis* y *Monographella maydis*.**



Fuente: Monterroso, D. 2014.

#### B. Porcentaje de tejido verde no afectado por mancha de asfalto

Las lecturas fueron tomadas a los 85 días después de la siembra. Utilizando una escala de 0 a 100% donde 0 significa ausencia de enfermedad y 100 daño total de la planta..

#### C. Número de mazorcas enfermas

Se contabilizaron todas las mazorcas para cada tratamiento con presencia de Mancha de Asfalto, Fusarium y Diplodia.

#### D. Numero de mazorcas Sanas

Se contabilizaron todas las mazorcas para cada tratamiento las cuales no presentaron daños de ninguna enfermedad.

#### E. Rendimiento en Kg/Ha

Se desgrano, peso la totalidad de las mazorcas que no presentaron daño a los 135 DDS, utilizando como base el peso en gramos; multiplicando el número de mazorcas por tratamiento, luego se transformaron a kilogramos por hectárea.

#### 3.4.4.5. Análisis estadístico

Se desarrolló un análisis de varianza utilizando el programa estadístico INFOSTAT, con un nivel de significancia de 0.05. encontrando diferencia significativa entre tratamientos por lo que se realizó un post-ANDEVA utilizando la prueba diferencia de medias de Tukey.

#### 3.4.4.5. Manejo Cultural del cultivo

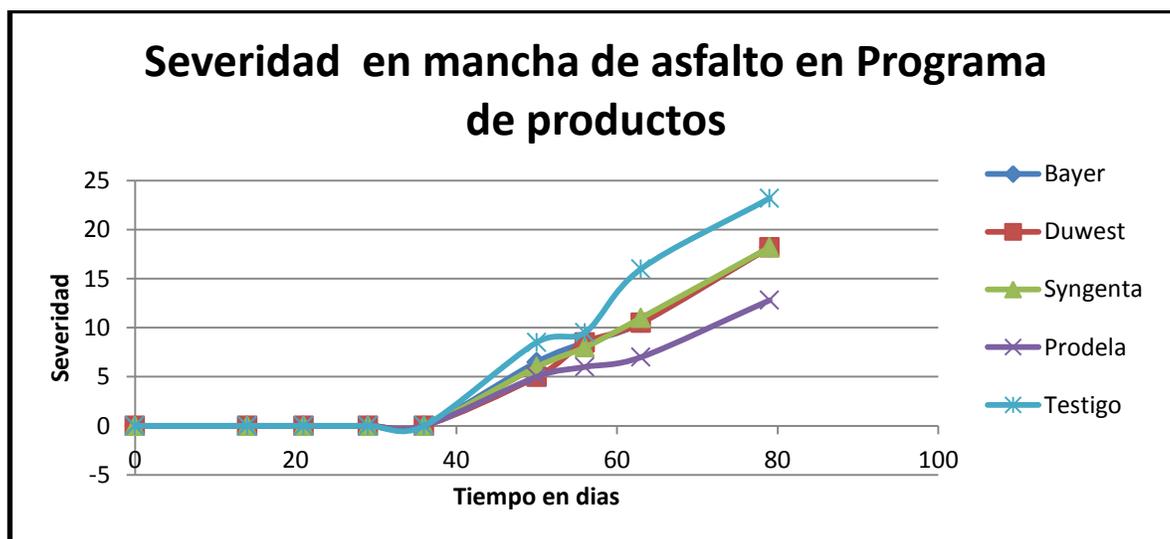
- La preparación del terreno consistió en una limpieza con machete, eliminación de ramas que provocasen sombra sobre el experimento.
- Se hizo un trazado y marcado con estacas procediendo a marcar y delimitar cada una de las repeticiones 6.4m \* 6.4m.
- La siembra se hizo el día 9 de diciembre del 2014, depositando en cada una de las posiciones 2 semillas ubicándolas a cada 0.20 metros y cubriéndolas.
- Se hizo la fertilización con base a un análisis de suelo realizado en el laboratorio de la FAUSAC; Se realizó al momento de la siembra una aplicación de 20-20-0(NPK), realizando 2 aplicaciones de 20-20-20(NPK) 15 y30 días, 1 aplicación de Urea (46-0-0)(NPK)45, reforzándolo con una aplicaciones foliares de potasio 0-0-15 Pentamin potasio.
- Para el control de malezas se realizaron 3 limpiezas incluyendo el uso de gramoxone para el control pre-siembra.
- Se utilizó blindaje (carbamato) para el control de gallina ciega, también se utilizó Cogollero Max (carbamato) para el control de cogollero.
- No se realizaron Aplicaciones de Fungicidas en dicho experimento pues se necesitaba un ambiente en el cual la mancha de asfalto pudiera desarrollarse.
- Se realizaron lecturas 14, 21, 29, 36, 50, 56, 63, 79 días después de la siembra. Tomando como referencia 2 plantas por cada repetición.
- Se realizó la lectura de % de tejido vivo a los 85 días después de la siembra, tomando como referencia el criterio del observador..
- La cosecha se realizó a los 130 días.

### 3.4.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.4.5.1. Análisis de las variables evaluadas

##### A. Grado de Severidad

El grado de severidad de mancha de asfalto, es el porcentaje de área foliar dañada que se encuentra en la planta, en la siguiente grafica se presentó el daño de la enfermedad mancha de asfalto. Desde su inicio en 2 de los tratamientos a los 40 días, hasta el final del ciclo del cultivo.



**Figura 20: Comportamiento de la enfermedad en los diferentes productos**

Se observa el comportamiento a lo largo del experimento, notando como punto de inicio los días 35-39, en dicha fecha se encuentra la planta en la última fase de crecimiento vegetativo antes de entrar a floración, se puede observar 3 grupos de forma visual, grupo 1: testigo, grupo 2: Duwest, Syngenta, Bayer; Grupo 3: Prodela; al referirnos al producto que permite el control de la mancha de asfalto podemos observar que Prodela ofrece mejor control de la enfermedad, por lo que es un buen producto para el control.

Se observa claramente que los cuatro productos producen una incidencia directa en el control de la enfermedad.

- Grado de severidad a los 79 dds(días después de la siembra)

De todas las lecturas tomadas durante el experimento se presenta la lectura final la cual permite tener un estimado del daño de mancha de asfalto que se presentó en el experimento, observando en esa lectura la mayor cantidad enfermedad a lo largo del tiempo.

**Cuadro 37: Severidad a los 79 días**

Tratamiento	Repeticiones					Promedio
	I	II	III	IV	V	
Bayer	17.5	15	20	20	17.5	18
Duwest	20	15	17.5	17.5	20	18
Syngenta	20	17.5	20	15	17.5	18
Prodela	10	15	12.5	15	12.5	13
Testigo	25	22.5	22.5	25	22.5	23.5

Se observa una distribución de 3 grupos que engloban la cantidad de enfermedad como es el grupo Prodela que presenta la menor cantidad de enfermedad, el grupo de mediana cantidad de enfermedad (Bayer, syngenta y duwest) y el testigo que presenta la mayor cantidad de enfermedad.

De lo anterior se deduce que el tratamiento de prodela presento la menor cantidad de enfermedad.

**Cuadro 38: Análisis de Varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	270.64	4	67.66	16.92	<0.0001
Tratamiento	270.64	4	67.66	16.92	<0.0001
Error	80	20	4		
Total	350.64	24			

El Coeficiente de variación tuvo un resultado en 16.92% se determinó que fue una dispersión mediana lo cual se considera una muestra medianamente heterogénea.

En el cuadro 14 se observa que hay una diferencia significativa en cuanto a la cantidad de enfermedad presente en cada uno de los tratamientos realizados, debido a esto se procedió a realizar un trabajo post ANDEVA para identificar las variables y su diferencia.

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
testigo	23.2	5	0.89	A		
syngenta	18.2	5	0.89		B	
duwest	18.2	5	0.89		B	
bayer	18.2	5	0.89		B	
prodela	12.8	5	0.89			C

Al realizar la prueba necesaria para la identificación de la mancha de asfalto se puede observar que la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) delimita los 3 grupos en los cuales anteriormente fueron distribuidos, como lo es El grupo A que es el que presenta una severidad de 23.2%, después se tiene una severidad 18.5% compuesta por los pertenecientes a la letra B y como final la C con un 12.8% de severidad siendo esta la mínima severidad alcanzada en el experimento que corresponde a la casa PRODELA.

#### B. Porcentaje de tejido Verde 85 dds

Para esta variable se elaboró una escala en % con rangos 0%-100% donde el 0 indica una muerte total de la planta y 100% indica una funcionalidad total del tejido fotosintético.

**Cuadro 39: Porcentaje de Tejido Vivo 85 días**

Tratamiento	Repetición					Promedio
	I	II	III	IV	V	
Bayer	65	60	65	62.5	62.5	63
Duwest	60	67.5	57.5	65	60	62
Syngenta	60	62.5	65	60	62.5	62
Prodela	72.5	72.5	72.5	72.5	72.5	72.5
Testigo	52.5	57.5	55	55	52.5	54.5

Al observar los resultados del porcentaje de tejido vivo a los 85 días después de la siembra, existe una agrupación inherente a la capacidad de sobrevivencia del área foliar necesaria para realizar el llenado de grano a los 85 días después de la siembra teniendo la mayor área foliar la casa Prodela con un 72.5 %, de tejido vivo, el grupo 2 entre 60 % y 65 % se puede observar a Duwest, Syngenta, Bayer, con sus respectivos productos y como grupo final el testigo que se encuentra en 55 % de tejido vivo a los 85 días después de la siembra.

Debido a los resultados presentados en esta variable se procedió a realizar un ANDEVA para identificar y confirmar los posibles grupos de dicha variable.

**Cuadro 40: Análisis de Varianza para porcentaje de tejido vivo 85 días**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	821.5	4	205.38	34.23	<0.0001
Tratamiento	821.5	4	205.38	34.23	<0.0001
Error	120	20	6		
Total	941.5	24			

El Coeficiente de Variación para la variable de % de tejido vivo a los 85 días es de 3.9 lo cual asegura una excelente precisión de los datos debido al bajo coeficiente del mismo.

En el cuadro anterior se observa una fiabilidad de los datos y demuestra un cambio entre cada una de los tratamientos con lo cual se procedió a hacer una prueba post ANDEVA como es Tukey.

**Cuadro 41: Prueba de Tukey porcentaje de tejido vivo 85 días**

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
Prodela	72.5	5	1.1	A		
Bayer	63	5	1.1		B	
Syngenta	62	5	1.1		B	
Duwest	62	5	1.1		B	
testigo	54.5	5	1.1			C

Al realizar una comparación con un modelo post ANDEVA se observan varias cosas importantes. La diferencia que presentan los diferentes grupos de productos por casas comerciales que utilizaron para la evaluación, concuerdan con los datos sin analizar del cuadro 15 en el cual se puede observar una diferencia significativa entre cada 1 de los grupos; que es confirmada por la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ).

#### C. Numero de Mazorcas Dañadas

El número de mazorcas enfermas por tratamiento es una variable cuantitativa que permite identificar daños antes de la post-cosecha y si el factor los productos tiene gran responsabilidad en el mismo.

El número de mazorcas dañadas es una variable que permite identificar otras enfermedades que afectan con la mancha de asfalto como es el fusarium o la Diplodia.

En el cuadro siguiente se presentan los datos extraídos de mazorcas dañadas a nivel de campo.

**Cuadro 42: Numero de mazorcas dañadas**

Variedad	Numero de mazorcas enfermas					Promedio
	Fila 1	Fila 2	Fila 3	Fila 4	Fila 5	
Bayer	6	6	8	6	6	7
Duwest	6	6	6	5	5	6
Syngenta	5	6	6	6	6	6
Prodela	3	3	5	3	3	4
Testigo	10	8	10	8	8	9

Se observa que no existe gran diferencia entre el número de mazorcas dañadas por los patógenos esto es debido a una posible incidencia externa del área utilizada, se puede

observar que Prodela ofrece un producto que sin presentar un análisis profundo estadístico demuestra una diferencia que se evaluara en el siguiente ANDEVA.

**Cuadro 43: ANDEVA Número de mazorcas dañadas**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	74.8	4	18.7	28.33	<0.0001
tratamiento	74.8	4	18.7	28.33	<0.0001
Error	13.2	20	0.66		
Total	88	24			

El coeficiente de variación para la variable número de mazorcas dañadas es de 12.78 lo que indica que los datos se encuentran dispersos pero no mal distribuidos.

Al realizar el ANDEVA de número de mazorcas dañadas se puede observar que existe diferencia significativa entre los tratamientos lo que repercute en una identificación de los grupos, por lo que se procedió a realizar un Post-ANDEVA

**Cuadro 44: Prueba de Tukey Número de mazorcas enfermas**

tratamiento	Medias	n	E.E.			
Testigo	8.8	5	0.36	A		
Bayer	6.4	5	0.36		B	
Syngenta	5.8	5	0.36		B	
Duwest	5.6	5	0.36		B	
Prodela	3.4	5	0.36			C

Al realizar Tukey (alfa =0.05) se observa que los grupos tienen diferencia entre los distintos tratamientos, resaltando 3 grupos el de menor daño (Prodela), los que se identificaron como medianamente dañados (Duwest, Syngenta, Bayer) y el que presento un mayor daño en la mazorca como fue Testigo.

Al observar esta prueba de Tukey se observa una correspondencia directa con la cantidad de enfermedad a los 79 días después de la siembra.

#### D. Numero de Mazorcas Sanas (no dañadas)

El número de mazorcas no dañadas es una variable importante en las unidades de producción agrícola pues permite evitar pérdidas cuanto más alto sea nuestra producción y la sanidad que se trabaja permite obtener mayor cantidad de mazorcas sanas lo que al final se traduce como rendimiento extra.

**Cuadro 45: Numero de Mazorcas buenas**

Numero de mazorcas buena por casa comercial						
Variedad	Fila 1	Fila 2	Fila 3	Fila 4	Fila 5	Promedio
Bayer	105	109	109	105	102	106
Duwest	99	102	102	105	109	104
Syngenta	105	105	102	112	102	105
Prodela	112	109	112	105	115	111
Testigo	96	89	96	89	89	92

En el cuadro se puede observar que los datos de número de mazorcas tiene un rango muy pequeño entre los tratamientos exceptuando el testigo que presenta un mayor rango de entre la cantidad de mazorcas sanas por lo que es necesario hacer un Análisis de Varianza para identificar si existen variaciones estadísticas.

**Cuadro 46: Análisis de Varianza de Mazorcas no enfermas**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	982	4	245.5	17.79	<0.0001
Tratamiento	982	4	245.5	17.79	<0.0001
Error	276	20	13.8		
Total	1258	24			

El coeficiente de variación para el numero de mazorcas buenas (no dañadas) es de 3.59 lo que indica una fiabilidad de los datos esto permite decir que existe con certeza una variabilidad estadística entre los datos y por lo cual se procede a realizar un Post-ANDEVA.

**Cuadro 47: Prueba de Tukey numero de mazorcas no enfermas**

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
Prodela	110.6	5	1.66	A		
Bayer	106	5	1.66	A	B	
Syngenta	105.2	5	1.66	A	B	
Duwest	103.4	5	1.66		B	
Testigo	91.8	5	1.66			C

Al realizar la prueba de Tukey (alfa=0.05) se puede dentar que existen 3 grupos relacionados a la cantidad de mazorcas sanas en el ensayo.

Se puede observar que el grupo A Prodela, Bayer y Syngenta tiene la cantidad mayor de número de mazorcas seguido por Bayer, Syngenta, Duwest, esto se vuelve a confirmar con la serie de variables anteriores que se han venido observando. Lo cual indica que Prodela, Bayer y Syngenta son los mejores para la protección de las mazorcas y como era de esperar testigo con la menor cantidad de mazorcas sanas.

#### E. Rendimiento Kilogramos por Hectárea

Una de las principales características que interesa como investigadores agrícolas va de la mano de la resistencia y el rendimiento de los materiales, esto es importante debido a que un rendimiento alto con una buena resistencia permite evaluar varios criterios que permiten tomar una decisión a la hora de aplicar un fungicida u otro.

A continuación se presentan los datos de producción en Kg/ha de cada uno de los materiales utilizados en esta evaluación.

**Cuadro 48: Rendimiento en Kg/Ha**

Peso en kilogramos de maíz bueno por casa comercial					
Variedad	Fila 1	Fila 2	Fila 3	Fila 4	Fila 5
Bayer	15.00	15.45	15.45	15.00	14.55
Duwest	14.09	14.55	14.55	15.00	15.45
Syngenta	15.00	15.00	14.55	15.91	14.55
Prodela	15.91	15.45	15.91	15.00	16.36
Testigo	13.64	12.73	13.64	12.73	12.73

Debido a la gran variabilidad en el rendimiento a simple vista no se puede dividir en grupos, en cuanto a rendimiento por unidad de área lo que obliga a realizar un cuadro ANDEVA para la identificación estadística.

**Cuadro 49: ANDEVA de Rendimiento en Kg/Ha**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	19.36	4	4.84	19.63	<0.0001
Producto	19.36	4	4.84	19.63	<0.0001
Error	4.93	20	0.25		
Total	24.29	24			

Al realizar el Análisis estadístico se observa un Coeficiente de variación de 3.37 lo que implica que existe una gran certeza en los datos. Que permite inferir que existe una diferencia significativa entre cada una de los productos de las casas comerciales utilizados. Por lo que se considera una evaluación post ANDEVA.

**Cuadro 50: Prueba de Tukey Rendimiento en Kg/Ha**

Producto	Medias	n	E.E.			
Testigo	13.09	5	0.22	A		
Duwest	14.73	5	0.22		B	
Syngenta	15	5	0.22		B	C
Bayer	15.09	5	0.22		B	C
Prodela	15.73	5	0.22			C

Al realizar un Post-ANDEVA como lo es la prueba de Tukey (alfa=0.05) se observa que existe una variabilidad entre los diferentes rendimientos. Lo que genera una gran expectativa en cuanto al control que ejercen los productos que se aplicaron para el control de la enfermedad.

Dato interesante que se observa en la última variable el rendimiento; se observa que las casas comerciales Prodela, Bayer y Syngenta permiten proteger sin que presente una gran diferencia de acuerdo a la prueba de Tukey por lo que se espera que al aplicar cualquiera de los productos que se utilizaron en este ensayo haya un efecto positivo sobre el control de la mancha de asfalto en maíz.

### 3.4.5.2. Cuadro de Resumen sobre las variables de respuesta evaluadas.

Para la identificación de los mejores tratamientos se observaron las pruebas de Tukey de cada una de las variables analizadas.

**Cuadro 51: Cuadro de resumen de variables evaluadas**

No.	Variable	Mejores tratamiento	valores
1	Grado de Severidad	Prodela	12.8%
2	Porcentaje de Tejido Verde	Prodela	72.50%
3	Numero de mazorcas enfermas	Prodela	3.4
4	Numero de mazorcas sanas	Prodela	111
		Syngenta	105
		Bayer	106
5	Rendimiento en Kg/Ha	Prodela	3844
		Syngenta	3666
		Bayer	3688

Se puede observar que de las 4 casas comerciales se observa que la casa comercial Prodela con su producto Vela plus (que es un extracto de planta), produce muchos resultados comparativos contra las otras 3 casas comerciales es decir en grado de severidad es de 12.8% la menor de todas, porcentaje de Tejido verde a los 85 días con

72.50% y redujo las mazorcas enfermas a 3.4 por parcela beneficiando que la cantidad de mazorcas recuperadas frente al testigo 9.4 mazorcas.

Además que mantiene el rendimiento alto aun cuando hay enfermedad por lo que se considera un producto con alta expectativa para el control de mancha de asfalto.

### 3.4.6. CONCLUSIONES

1. De las 4 casas comerciales evaluadas en el ensayo la casa Comercial Prodela supero a las otras 3 en relación a la disminución de mancha de asfalto obteniendo un 12.8 %, teniendo la mayor área foliar a los 85 días con un 72.5 %.
2. La casa Prodela con Bela Plus presenta el mejor desempeño en 3 variables, control de mancha de asfalto, área foliar a los 85 días y disminución de la cantidad de mazorcas enfermas.
3. Los mejores rendimientos se obtuvieron con Prodela, Syngenta y Bayer.
4. Al Analizar las distintas variables relacionadas con el complejo mancha de asfalto de acuerdo a los distintos análisis ANDEVA y post-ANDEVA se puede concluir que el fungicida producido por PRODELA presenta una mayor efectividad en el control de la enfermedad, permitiendo tener los rendimientos más cercanos a la capacidad optima de producción del híbrido.

### **3.4.7. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda utilizar Bela Plus de la casa comercial PRODELA como fungicida para el control de mancha de asfalto para reducir la severidad de mancha de asfalto
2. La tecnificación del área es una prioridad para los agricultores de la región si desean ser competitivos y obtener beneficios.
3. Se debe de estudiar el mejoramiento de los criollos locales para obtener semillas a bajo costo.
4. El establecimiento de fechas de siembra no escalonadas ayuda a controlar el inóculo inicial en las distintas áreas.

### 3.4.8. BIBLIOGRAFÍA

1. ANACAFE (Asociación Nacional del Café, Guatemala). 2004. Programa de diversificación de ingresos en la empresa cafetalera: cultivos de maíz. Guatemala. 18 p.
2. Collado, C. 1982. Evaluación de rendimiento y adaptación de híbridos y variedades de maíz en los municipios de Nueva Concepción y Tiquisate. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, FAUSAC. 44 p.
3. De la Cruz S, J. R. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
4. Empresa Productora de Semilla de Guatemala, Guatemala. 2013. Calidad de semilla: híbrido Yum Kaax, HR - 245, características agronómicas. Sanarate, El Progreso, Guatemala. 1 p.
5. FAO, 1966. Guía para la descripción de perfiles de suelos. Roma, Italia. 70 p.
6. ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Guatemala). 1990. Informe técnico, valle del Polochic, Panzós, Alta Verapaz, Guatemala. p. 4, 5.
7. IGN (Instituto Geográfico Nacional, Guatemala). s.f. Mapa de formas de la tierra. Guatemala. Esc. 1: 1,000,000.
8. INAFOR (Instituto Nacional Forestal, Guatemala). 1982. Mapa de zonas de vida de la República de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala. Esc.1:600,000. 20 h.
9. Kiersten, W. 2009. Diseases of corn *Diplodia* ear rot (en línea). US, Purdue University. Consultado 20 set. 2014. Disponible en <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/BP/BP-75-W.pdf>
10. Kirk, P. 2014. *Fusarium* 1809 (en línea). Fungorum Partnership, Index Fungorum. Consultado 20 set. 2014. Disponible en World Register of Marine Species <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=10022>
11. Monterroso S, D. 2007. Modelos generales usados para la interpretación de la dinámica de las enfermedades en plantas. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, Instituto de Investigaciones Agronómicas. 8 p.
12. \_\_\_\_\_. 2014. Manejo integrado de la mancha de asfalto; manual para la capacitación de capacitadores. Guatemala, Tipografía Nacional. 24 p.

13. Obiols Del Cid, R. 1975. Mapa climatológico preliminar de la República de Guatemala, según el sistema Thornthwaite. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. Esc. 1: 1,000,000.
14. Segura G, L. 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 Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 55 p.
15. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.
16. Zarceño A, E. 2005. Trabajo de graduación del diagnóstico, investigación y servicios, realizado en la zona arroceras el municipio de Panzós, Alta Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 97 p.

### 3.4.9. ANEXOS

En las figuras 21A a la 30A se presentan las fotografías de la hoja de maíz y mazorcas del experimento.



Fuente: Elaboración propia, 2015

**Figura 21A: Fotografía de hoja de maíz del tratamiento Prodela a los 85 días**



Fuente: Elaboración propia, 2015

**Figura 22A: Fotografía de hoja de maíz del tratamiento Syngenta a los 85 días**



Fuente: Elaboración propia, 2015

**Figura 23A: Fotografía de hoja de maíz del tratamiento Testigo a los 85 días**



Fuente: Elaboración propia, 2015

**Figura 24A: Fotografía de hoja de maíz del tratamiento Bayer a los 85 días**



Fuente: Elaboración propia, 2015

**Figura 25A: Fotografía de hoja de maíz del tratamiento Duwest a los 85 días**



Fuente: Elaboración propia, 2015

**Figura 26A: Fotografía de la mazorcas de maíz del tratamiento Testigo**



Fuente: Elaboración propia, 2015

**Figura 27A: Fotografía de la mazorcas de maíz del tratamiento Prodela**



Fuente: Elaboración propia, 2015

**Figura 28A: Fotografía de la mazorcas de maíz del tratamiento Syngenta**



Fuente: Elaboración propia, 2015

**Figura 29A: Fotografía de la mazorcas de maíz del tratamiento Duwest**



Fuente: Elaboración propia, 2015

**Figura 30A: Fotografía de la mazorcas de maíz del tratamiento Bayer**