

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

EVALUACIÓN DE FUNGICIDAS Y MATERIALES GENÉTICOS DE MAÍZ (*Zea mays*) PARA EL MANEJO DEL COMPLEJO MANCHA DE ASFALTO EN LA COMUNIDAD DE NUEVA ESPERANZA, CATACAMAS, OLANCHO.

**POR
EVER JOSUE INESTROZA LAZO**

**TESIS
PRESENTADA A LA UNIVERCIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO.**



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

DICIEMBRE, 2013

EVALUACIÓN DE FUNGICIDAS Y MATERIALES GENÉTICOS DE MAÍZ (*Zea mays*) PARA EL MANEJO DEL COMPLEJO MANCHA DE ASFALTO EN LA COMUNIDAD DE NUEVA ESPERANZA, CATACAMAS, OLANCHO.

POR:
EVER JOSUE INESTROZA LAZO

M.Sc. MARIO EDGARDO TALAVERA SEVILLA
Asesor Principal

**TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO.**

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C. A.

DICIEMBRE, 2013

DEDICATORIA

A MI PADRE CELESTIAL JESUCRISTO porque solo él ha hecho posible todo en mi vida, gracias por darme sabiduría, entendimiento, salud, fuerzas para realizar todo lo que soy hoy.

A mis padres **JOSE R. INESTROZA (Q.D.D.G) Y PLACIDA LAZO CARCAMO** por su inmenso amor para conmigo, y su apoyo incondicional hacia mí para cumplir mi meta y estar siempre conmigo.

A mis hermanos **RUBIN INESTROZA, JUNIOR INESTROZA, JAIRO INESTROZA, REINA INESTROZA, JUAN CARLOS INESTROZA** por compartir cada momento de tristeza, alegría y su apoyo que siempre me dijeron nunca te rindas mil gracias.

A mi abuela **REINA LIDIA INESTROZA** por su cariño y su amor hacia mí.

AGRADECIMIENTO

A mi **DIOS TODO PODEROSO** por estar a mi lado en cada momento de mi vida, por brindarme la fortaleza la salud, sabiduría y fuerza para seguir adelante en momentos difíciles y poder lograr mis metas.

A mis padres y hermanos porque después de Dios son lo más importante en este mundo y en mi vida por sus grandes sacrificios como también por todos los sabios consejos que me han brindado.

A la **UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA** por haberme brindado la oportunidad de realizar mis estudios y formar parte de esta gran familia e igual al personal docente, administrativo y de servicios; así como la comunidad estudiantil de tan prestigiada institución.

A mis asesores **M.Sc. MARIO EDGARDO TALAVERA SEVILLA, M.Sc. JOSÉ TRINIDAD REYES SANDOVAL, M.Sc. GUSTAVO RAMÓN LÓPEZ HERNÁNDEZ** por compartir conmigo sus conocimientos que poseen y por su valioso tiempo y apoyo para hacer posible la culminación de este trabajo.

A LA RED DE DESARROLLO SOSTENIBLE (R.D.S), por permitirme formar parte de los procesos de mi investigación, así como al personal técnico de dicha institución.

MANUEL VILLA, PEDRO TORRES, RAQUEL IZAULA, MIRIAM BORJAS por su colaboración y amistad que me brindaron al realizar mi tesis.

A mis compañeros, amigos y hermanos **SILAS HENRIQUEZ, MELISSA GARCÍA, EDGAR GUEVARA, ALEX HERNÁNDEZ, DARWIN GARCÍA, DAVID MEJÍA, NEVER GUEVARA, ALEJANDRO GUERRERO, MARLON GONZALES** por su apoyo incondicional que siempre estuvieron conmigo en los buenos y malos momentos, gracias amigos por encontrar en ustedes la verdadera amistad, siempre les recordare.

A mis compañeros de la **CLASE KAYROS 2013** por su dedicación y apoyo permitiéndome aprender de cada uno de ellos cada día.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO	ii
LISTA DE CUADROS	vii
LISTA DE ANEXOS.....	viii
RESUMEN.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
2.1. General	3
2.2. Específicos	3
III. REVISION DE LITERATURA.....	4
3.1 Importancia del maíz en Honduras.....	4
3.2 Producción nacional	5
3.3 Abastecimiento de maíz	6
3.4. Enfermedades del maíz causadas por hongos	6
3.5 Mancha de asfalto.....	7
3.5.1 Etiología y manejo de la mancha de asfalto	8
3.5.2 Mancha de asfalto en Honduras	10
3.5.3 Control químico de la mancha de asfalto	10
3.6 Variedades de maíz	12
3.6.1 Variedad Tuxpeño	12
3.6.2 Material criollo de maíz	12
3.6.3. Maíz híbrido cristiani burkar 30F83.....	13
IV. MATERIALES Y METODO	15
4.1 Descripción del sitio del experimento	15
4.2 Materiales y equipo	15
4.3 Manejo del área experimental	16

4.4 Tratamiento y diseño experimental	17
4.5 Aplicación de fungicidas.....	18
4.6 Variables evaluadas.....	19
4.6.1. Incidencia de la mancha de asfalto.....	19
4.6.2 Altura de planta.....	19
4.6.3 Altura de mazorca	20
4.6.4 Longitud de mazorca.....	20
4.6.5 Diámetro de la mazorca.....	20
4.6.6 Hileras por mazorca	20
4.6.7 Número de granos por hilera.....	20
4.6.8 Índice de desgrane.....	21
4.6.9 Rendimiento	21
4.7 Análisis estadístico.....	21
4.8 Análisis económico	22
V RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
5.1 Efecto de los fungicidas	23
5.1.1 Incidencia de la enfermedad a los 50 días después de la siembra.....	24
5.1.2 Incidencia de la enfermedad a los 70 días después de la siembra	24
5.1.3 Incidencia de la enfermedad a los 90 días después de la siembra	24
5.1.4 Porcentaje de área foliar afectada a los 50, 70 y 90 días después de la siembra	25
5.2 Efecto de los materiales genéticos.	27
5.2.1 Altura de mazorca	28
5.2.2 Altura de planta	29
5.2.3 Longitud de la mazorca	29
5.2.4 Diámetro de la mazorca.....	30
5.2.5 Hileras por mazorca	31
5.2.6 Número de granos por hilera.....	32
5.2.7 Índice de desgrane	32
5.2.8 Rendimiento (Kg/Ha)	33
5.3 Análisis económico	34
VI CONCLUSIONES.....	35
VII RECOMENDACIONES.....	36

VIII BIBLIOGRAFIA	37
ANEXOS	41

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Descripción de los tratamientos.....	17
Cuadro 2. Promedios de incidencia y AFA del complejo de mancha de asfalto a los 50, 70 y 90 días después de la siembra.	26
Cuadro 3. Medias obtenidas para las variables evaluadas.	27
Cuadro 4. Medias obtenidas de las variables evaluadas.....	31
Cuadro 5. Relación beneficio/costo.	34

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza para la variable altura de mazorca.....	42
Anexo 2. Análisis de varianza para altura de planta.	42
Anexo 3. Análisis de varianza para longitud de mazorca.	42
Anexo 4. Análisis de varianza para diámetro de mazorca.	43
Anexo 5. Análisis de varianza para hileras por mazorca.	43
Anexo 6. Análisis de varianza para número de granos por hilera.	43
Anexo 7. Análisis de varianza para rendimiento en kg/Ha.	44
Anexo 8. Análisis de varianza para la incidencia de la enfermedad a los 70 días DDS.	44
Anexo 9. Análisis de varianza para la incidencia de la enfermedad a los 90 DDS.....	44
Anexo 10. Análisis de varianza para % de AFA a los 90 DDS.	45
Anexo 11. Formato utilizado para tabular el porcentaje de área foliar dañada y nivel de incidencia de la enfermedad.....	48
Anexo 12. Figura que ilustra el porcentaje de área foliar afectada (%PAF) y de nivel de incidencia de la enfermedad.....	49

INESTROZA LAZO, E.J. 2013. Evaluación de fungicidas y materiales genéticos de maíz (*Zea mays*) para el manejo del complejo mancha de asfalto en la comunidad de Nueva Esperanza, Catacamas, Olancho. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Olancho, Honduras. . 50 P.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo la evaluación de fungicidas y materiales genéticos de maíz (*zea mays*) para el manejo del complejo mancha de asfalto en la comunidad de Nueva Esperanza, Catacamas, Olancho, entre los meses de junio a noviembre del 2013. Para realizar el experimento se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con un arreglo factorial 3 x 3 (3 materiales genéticos, 2 fungicidas y un testigo absoluto). El complejo mancha de asfalto es una enfermedad devastadora en el cultivo de maíz cuando las condiciones climáticas le favorecen, en los primeros meses cuando se estableció el ensayo las condiciones no le favorecieron para que se presentara y lo hizo en una etapa muy tardía aunque por su severidad causo daños en el área foliar de esta manera afectando el proceso fotosintético lo que al final se refleja en el rendimiento. De los materiales genéticos evaluados el que presentó una media mayor en altura de mazorca fue el híbrido cristiani con 1.07 m, también con mayor número de hileras por mazorcas y un mayor rendimiento con 2175.1 kg/ha¹, la variedad tuxpeño presentó una media mayor en cuanto a altura de planta con 2.57 m, mayor longitud de mazorca con 14.97 cm, mayor diámetro de mazorca con 4.35 cm y más granos por hilera con una media de 29.35 De los fungicidas evaluados el que presentó mejores resultados fue el Amistar 50 WG con menor porcentaje de incidencia 57.48 % a los 90 días después de la siembra y área foliar afectada con un promedio de 45.77 %, mientras que el Duett presenta una media de 58.37 % en cuanto a incidencia a los 90 días después de siembra y área foliar afectada presenta un 45.66 %, lo que se ve reflejado en los rendimientos de acuerdo a la relación beneficio-costo los tratamientos que contienen Duett son los más rentables.

Palabra claves: Mancha de asfalto, fungicidas, Amistar 50WG, tuxpeño, Duett.

I. INTRODUCCIÓN

El maíz es el grano básico que ocupa la mayor superficie sembrada y el mayor volumen en cuanto a producción en Honduras. Se utiliza para el consumo humano directo y para la alimentación animal ya sea directamente o en la formulación de concentrados y ocupa el tercer lugar en la producción mundial después del trigo y el arroz. Se adapta bien a diversas condiciones ecológicas y edáficas, es por eso que se produce en casi todo el mundo.

El clima húmedo y cálido en el que crece gran parte del maíz en los trópicos es sin duda favorable al crecimiento y la difusión de los patógenos causantes de las enfermedades ya que son favorecidas por las condiciones ambientales, el tipo de suelo y la susceptibilidad de los materiales. Sin embargo, el maíz se cultiva en una gran diversidad de ambientes en las zonas tropicales; por ejemplo, en las tierras altas el maíz se cultiva en áreas muy limitadas donde distintas razas de patógenos han coexistido con el maíz por muchos siglos.

Aunque son muchas las enfermedades de origen fungoso que afectan el follaje del maíz, el complejo de la mancha de asfalto es hoy en día una enfermedad de las más importantes. La infección progresó rápidamente diseminándose hacia las hojas superiores y plantas vecinas. Si la enfermedad aparece en etapas muy tempranas antes del llenado, las mazorcas pierden peso y los granos se observan chupados, flácidos y flojos.

Las enfermedades foliares causadas por hongos se presentan con mayor frecuencia en las etapas finales del cultivo, y solamente son importantes cuando su aparición ocurre antes de floración o muy cercana a ella, o cuando son de carácter epidémico, como es el caso de

la mancha de asfalto.

Debido a las pérdidas causadas por esta enfermedad en las zonas productoras de maíz en nuestro país y especialmente en la zona del valle de Catacamas, Olancho; en la comunidad de Nueva Esperanza donde los productores tienen problemas con las enfermedades de tipo fungoso que atacan el follaje del maíz especialmente con el complejo mancha de asfalto, este estudio tiene como propósito evaluar algunos materiales genéticos y fungicidas como alternativas para reducir la incidencia y la severidad de la enfermedad.

II. OBJETIVOS

2.1. General

- ✓ Evaluar la incidencia y severidad del complejo mancha de asfalto mediante métodos de control haciendo uso de materiales genéticos y fungicidas preventivos.

2.2. Específicos

- ✓ Evaluar la eficiencia de los fungicidas Amistar 50 WG (Azoxystrobin epoxiconazol) y Duett (Epoxiconazole carbendazim) en el manejo del complejo de mancha de asfalto.
- ✓ Determinar el grado de susceptibilidad de los materiales genéticos tuxpeño, cristiani burkard 30F83 y el maíz criollo al ataque de los hongos causantes de la mancha de asfalto en maíz.
- ✓ Determinar la presencia e incidencia del complejo de mancha de asfalto en la zona de estudio.

III. REVISION DE LITERATURA

3.1 Importancia del maíz en Honduras

En Honduras, el maíz es el principal grano básico de la dieta alimentaria, contribuye en un 26% de las calorías consumidas en las principales ciudades y con un 48% de las calorías en el sector rural. En término del Producto Interno Bruto (PIB) agrícola nominal el maíz aporta el 19.1% (año 2005). Los departamentos con mayor producción reportada son Olancho con 205 mil tm (34.9%), El Paraíso con 100 mil tm (17.1%), Yoro 100 mil tm (17.1) y Santa Bárbara con 86 mil tm (14.7). Los números en paréntesis corresponden al porcentaje con que cada uno de los departamentos citados contribuyen a la producción nacional; en suma todos ellos aportan en un 83.4% a la producción nacional. (DICTA, 2009-2010).

En la última década la importancia relativa del maíz en el PIB agrícola real ha decaído significativamente. En 1993 el maíz representaba un 12.5% del PIB agrícola y para el 2001 sólo representaba un 9%. Algunas de las razones de esta reducción en la actividad económica del maíz fueron los precios más atractivos del mercado externo y que la agricultura nacional no está presentando la capacidad ni la competitividad para atender la demanda interna del grano (INE, 2006).

La importancia de la agricultura en la economía de Honduras es menor en la década actual. Sin embargo, la agricultura de Honduras está incursionada en rubros más rentables. Algunas áreas giraron sus productos hacia bienes de exportación no tradicional, más rentables y competitivos (CIMMYT, 2006)

Según el CIMMYT esta tendencia comenzó en la década de los ochentas, ya que el entorno se volvió competitivo como resultado de la globalización y la liberación del comercio; los gobiernos centro americanos comenzaron a transformar sus sectores agrícolas para aumentar los ingresos por exportación y mejorar la seguridad alimentaria. Pusieron en práctica una política de cambiar la producción de granos básicos por la de cultivos de exportación como la palma de aceite, el café y los melones. Bajo este escenario hoy en día se tiene que comprar los granos básicos en los mercados internacionales para satisfacer la demanda.

Esta política se basó en el argumento de que la producción de granos básicos como el maíz blanco no era competitiva y que un aumento en la productividad en esta área no reduciría la pobreza, comentó Gustavo Saín economista regional del CIMMYT para américa central. Esta política ha vuelto competitivos a algunos sectores, beneficiando solo a unas cuantas personas. El resultado es que la pobreza rural no se redujo e incluso, en ciertos países, ha aumentado (CIMMYT 2006)

3.2 Producción nacional

Honduras se sitúa en el tercer lugar de la región centro americana con el 20.2 por ciento de la superficie cosechada con maíz. La época de siembra más importante para Honduras es la de primera. Esta se realiza en los meses de abril, mayo, junio y julio, en la cual se establece el 80 por ciento de la superficie nacional, obteniendo el 82 por ciento de la producción total del país. La época de postrera corresponde a siembras que se inician en agosto. Se establece el 20 por ciento del total nacional y se obtiene el 17 por ciento de la producción total. En Honduras, el cultivo de maíz se establece en siete regiones: sur, centro occidental, litoral atlántico, norte, nor oriente, centro oriente y occidental. En las cuatro últimas se siembra el 70 por ciento de la superficie total y se produce el 78 por ciento de la producción nacional. En el 2007 la producción nacional superó los 15 millones de quintales, pero aun así no fue suficiente para suplir la demanda de 23 millones de quintales de maíz al año, tanto para la agroindustria, como para el consumo humano y animal (SAG, 2007)

El 57.4% del número de las extensiones sembradas con maíz usan el sistema tradicional, el cual no es competitivo, el 32.6% el sistema semi-tecnificado y el 10% utiliza el sistema tecnificado. Por otro lado, los rendimientos en el sistema tradicional son de 20 qq/ha, en el sistema semi-tecnificado son de 75 qq/ha y 120 qq/ha en el tecnificado. En relación con los rendimientos, se menciona que la diferencia en productividad tiene una estrecha relación en con los factores clima, suelo, tierra y a la calidad de la semilla utilizada para la siembra y el manejo que se brinda al cultivo (SAG, 2007).

3.3 Abastecimiento de maíz

El comportamiento de la producción nacional de maíz blanco comercializado en grano en el año 2011, comparadas al periodo 2010, presenta una disminución del 38% debido a que la primera cosecha se vio afectada por cambios en las condiciones climatológicas con una disminución del 19%, adicionalmente la segunda cosecha, 2011, se vio disminuida en el área de siembra en un 68% (Mora, 2011)

3.4. Enfermedades del maíz causadas por hongos

Según Paliwal.(s.f) el maíz en los ambientes tropicales es atacado por un gran número de patógenos que causan importantes daños económicos a su producción. La monografía de Wellman (1972) *Tropical American plant diseases* informa sobre 130 enfermedades que afectan al maíz en los trópicos, comparadas con 85 que ocurren en los ambientes templados.

Algunas enfermedades son universales y ocurren en casi todos los ambientes en que se cultiva el maíz; estas incluyen los tizones, las royas y las manchas de las hojas y del tallo y la pudrición de la panoja. Hay algunas enfermedades que son de importancia regional pero que pueden causar importantes pérdidas económicas, por ejemplo, los mildius lanuginosos en Asia que se están difundiendo aparte de África y de América, el virus estriado del maíz

en el África subsahariana y el enanismo del maíz en México, América Central y América del Sur. La maleza parásita conocida como *Striga* también causa serias pérdidas en la producción de maíz en el África subsahariana (Paliwal, sf)

Según Paliwal (sf) han hecho progresos importantes en el desarrollo de formas de resistencia genética estable contra la mayoría de las enfermedades, sin embargo, grandes áreas de la zona tropical son aún sembradas con variedades locales, con variedades de los agricultores o con variedades sin mejorar. Esta es otra razón por la cual la situación de las enfermedades en el ambiente tropical parece ser más severa que en ambientes templados donde se siembran cultivares mejorados resistentes a las enfermedades.

En 2001 a 2005, aproximadamente 40 % de 3100 ha de maíz establecidas en el valle de Mochitlán, Guerrero, fueron afectadas por el complejo mancha de asfalto que ocasionó pérdidas severas en el rendimiento de grano; en 2005, se reportó pérdida total en 600 ha en el municipio de Tixtla, Guerrero, y para 2007, la enfermedad se presentó en más de 10 municipios de Guerrero (González et al., 2008).

3.5 Mancha de asfalto

Enfermedad emergente en América Latina (Guatemala, México, Honduras, El Salvador, Colombia). El primer reporte de mancha de asfalto en maíz se hizo en México (Maublanc, 1904). La enfermedad fue detectada en Guatemala a finales del 2007 por agricultores del municipio de Ixcán, cuando sus cultivos de maíz extrañamente comenzaron a secarse; reportando pérdidas de hasta un 80% (San Vicente y Mahuku 2011).

En el complejo mancha de asfalto o de alquitrán están involucrados tres microorganismos fungosos *Phyllachora maydis* Maublanc, *Monographella maydis* Muller & Samuels y *Coniothyrium phyllachorae* Maublanc, el cual es un hiperparásito de los dos anteriores según (Varón y Sarria, 2007).

La infección se inicia por *Phyllachora maydis*, que produce pequeñas manchas negras y brillosas sobre las hojas, de forma oval a circular, con 0.5-2.0 mm de diámetro. Posteriormente se forman estrías de hasta 10 mm de longitud. Dos o tres días después, las manchas y estrías aparecen rodeadas de un halo, inicialmente de color verde claro, que posteriormente se necrosa por la acción de *Monographella maydis*. El otro hongo asociado *Coniothyrium phyllacorae*, es un hiperparásito de los hongos anteriores, que le confiere una textura ligeramente áspera al tejido necrótico (Red SICTA 2011).

Varón y Sarria (2007) mencionan que esta es una enfermedad que ocurre con mayor frecuencia en zonas frescas y húmedas, especialmente en lotes cercanos a las riberas de los ríos, o en suelos con nivel freático alto, pesados o con tendencia al encharcamiento. Es favorecida por temperaturas entre los 17 y 22 grados centígrados, con una humedad relativa superior al 75 por ciento. La humedad sobre las hojas durante la noche y en la mañana facilita la infección y el establecimiento de los patógenos, los cuales pueden sobrevivir en los residuos de cosecha por algún tiempo.

3.5.1 Etiología y manejo de la mancha de asfalto

Los síntomas iniciales son pequeños puntos negros ligeramente elevados, que se distribuyen por toda la lámina foliar. Es importante estar atentos a la aparición de estos puntos alquitranados porque es la fase inicial de la enfermedad y la infección puede diseminarse rápidamente a las hojas superiores y a otras plantas. Durante la época lluviosa, en un genotipo susceptible, si los puntos negros se observan en las hojas cercanas a la mazorca y el grano aún no ha llenado, es necesario aplicar un fungicida sistémico (Varón y Sarria 2007).

Dos a tres días después de la infección por *P. maydis* el tejido adyacente es invadido por *Monographella maydis*, causando necrosis de color pajizo alrededor del punto de alquitrán.

Finalmente, las lesiones coalescen para formar grandes áreas necróticas. La infección progresó rápidamente diseminándose hacia las hojas superiores y plantas vecinas. Si la enfermedad aparece en etapas muy tempranas antes del llenado, las mazorcas pierden peso y los granos se observan chupados, flácidos y flojos (Varón y Sarria 2007).

Casi siempre la enfermedad se presenta después de floración, sin embargo, bajo condiciones de siembras continuas se presenta en prefloración. Su severidad y facilidad de diseminación la ubican como una enfermedad muy agresiva y si los factores climatológicos la favorecen puede ocasionar muerte prematura de la hoja y quemar el cultivo en corto tiempo (Varón y Sarria 2007)

CIMMYT cuenta con materiales genéticos con diferentes grados de resistencia y tolerancia a esta enfermedad. Sin embargo es importante establecer viveros/ensayos para evaluar métodos de control fitosanitario, determinar y establecer medidas de control fitosanitario, manejo agronómico del cultivo que contribuyan a reducir el daño y las pérdidas, monitoreo constante de la plantación para detectar síntomas iniciales de la enfermedad, aplicación de fungicidas, rotación del cultivo y eliminar residuos de cosechas según (San Vicente y Mahuku 2011).

La rotación de cultivos con especies diferentes a gramíneas, eliminación e incorporación de residuos de cosecha en lotes donde la incidencia de la enfermedad ha sido muy alta, donde hay cultivos manejados con labranza de conservación se puede realizar algunas prácticas como la aplicación de agentes biológicos para acelerar la descomposición de los residuos de la cosecha, uniformidad de siembra en fincas y en zonas maiceras. (I.C.A, citado por Meraz, 2010).

3.5.2 Mancha de asfalto en Honduras

En Honduras la mancha de asfalto se ha vuelto la enfermedad fungosa más importante en la producción de maíz, la cual puede llegar a perder hasta un 90% de la producción si se deja sin ningún manejo y las condiciones climáticas le favorecen. Todas las variedades criollas y comerciales en Honduras son susceptibles a la mancha de asfalto, por ello se debe estar pendiente a esta enfermedad para realizar aplicaciones de fungicidas a tiempo y minimizar las pérdidas de rendimiento (Fintrac, sf.).

El impacto de las enfermedades y anomalías climáticas en el 2010 afectaron la producción y productividad de los cultivos de granos básicos. De acuerdo con los datos del sistema de monitoreo realizado de FAO, en la fincas de los productores asistidos, las perdidas en superficie sembrada en postrera fueron de 38% en maíz, 24% en maicillo y 40% en frijol. Adicionalmente, el segundo ciclo de cosecha de cosecha de maíz se vio afectado por “la mancha de asfalto”. Esta enfermedad causada por hongos, en los últimos cuatro años ha generado reducciones en el rendimiento de grano en maíz de hasta 30 porciento. Las zonas más afectadas han sido el Occidente, Comayagua y Olancho. Las proyecciones de producción para el 2011 fueron de unos 13 millones de quintales, 2.5 millones de quintales de fríjol y una cantidad similar de maíz amarillo (FAO, 2011).

3.5.3 Control químico de la mancha de asfalto

En las zonas productoras de maíz en nuestro país ya se han hecho estudios con fungicidas para el control de la mancha de asfalto, sin embargo ninguno de los fungicidas evaluados han demostrado que controlan la enfermedad, pero si hay algunos que demuestran buenos resultados como preventivos, de los cuales se destacan. Captan, fenpropimorph, carbendazim, mancozeb, propiconazole, Azoxystrobin y clorotalonil (Syngenta, 2011).

Azoxystrobin y clorotalonil

Amistar 50 WG es un nuevo fungicida del grupo de las “estrobilurinas”, con perfil netamente natural y orgánico, que inhibe la respiración mitocondrial de los hongos, evitando el transporte de electrones entre el citocromo impidiendo también la formación de ATP. Afecta hongos pertenecientes a los cuatro grupos patogénicos con acción preventiva, curativa erradicante y antiesporulante en forma sistémica. Contiene dos ingredientes activos Azoxystrobin y clorotalonil con diferentes modos de acción, combina la acción sistémica y la de contacto.

El contenido de clorotalonil evita la generación de resistencia, moviéndose vía xilema (movimiento acropetal) y tiene sistemicidad y movimiento translaminar, protegiendo completamente las hojas y brotes nuevos (Ramac sf).

Epoxiconazole + carbendazim (DUETT)

Es un fungicida sistémico para el control de enfermedades foliares, como así también para el control de Viruela temprana (*Mycosphaerella arachidis*) y viruela tardía (*Mycosphaerella berkeleyi*) en el cultivo de maní. Duett es un fungicida de efecto curativo, preventivo y erradicante. La base del control de Duett está en el Epoxiconazole (Triazol) de la familia de los inhibidores del ergosterol (IBE), con acción sistémica y de prolongada residualidad. El Epoxiconazole tiene una sistemia acrópeta desde la base hacia la punta de la hoja. Duett contiene además carbendazim, un fungicida del grupo de los Bencimidazoles, que permite disminuir el riesgo de desarrollo de resistencia fúngicas (tecnosiembra sf).

3.6 Variedades de maíz

Se han evaluado muchos materiales genéticos en las zonas productoras de maíz de nuestro país, de las cuales hay algunos materiales que son más resistentes, como el híbrido murano, tuxpeño, dicta ladera, pioneer, cristiani burkard y algunos materiales criollos con los que cuentan los productores en nuestro país.

3.6.1 Variedad Tuxpeño

Según Castellanos (2011) es una variedad con origen en la raza tuxpeño, originaria de Veracruz, México, siendo una variedad tropical cuyo ciclo vegetativo es de 125 a 140 días a cosecha, presentando un promedio de 55 a 60 días a floración, la altura de la planta está en rango de 2.45 a 2.80 m, altura de mazorca 1.3 m, de 1-2 mazorcas por planta, 12-14 cm de diámetro de la mazorca, el tamaño de la mazorca es de 20-25 cm, de 12-14 hiladas por mazorca, 40-42 granos por hilera.

Por su grosor y vigor de tallo tolera el acame, con un rango de 125-145 a cosecha. También tolera las enfermedades más comunes que atacan el maíz y posee rendimientos de 5,195-5,844 kg/ha.

3.6.2 Material criollo de maíz

Son materiales que los productores han manejado desde hace décadas y aún lo siguen utilizando, para su selección se basan en criterios muy propios como la mazorca más grande, que no esté podrida. Obteniendo bajos rendimientos desde 10-40 qq/Mz, con un

ciclo vegetativo de 90 días, suelen ser resistentes a sequias, al ataque de plagas y enfermedades como la mancha de asfalto, lo nombran maicito¹.

3.6.3. Maíz híbrido cristiani burkar 30F83

Carrera VJA, Cervantes ST (2006) menciona que es un híbrido de maíz duro con altos rendimientos, sanidad foliar, uniformidad de mazorca y grano, como características: ciclo intermedio (130 a 135 días), una altura de planta que va de 2.50 a 2.60m, excelente cobertura de mazorca lo que ayuda a la calidad del grano, excelente tolerancia al acame y enfermedades, se recomienda una densidad de siembra de 60 a 65 mil semillas/ha, estudios realizados con esta variedad han presentado resistencia al ataque de hongos.

¹ Mario Aplicano, Mayo 2013, nombre que dan a la variedad criolla que utiliza, comunicación personal

IV. MATERIALES Y METODO

4.1 Descripción del sitio del experimento

El presente trabajo se realizó en el departamento de Olancho, en la comunidad de Nueva Esperanza, la cual está ubicada a 12 km de la ciudad de Catacamas. La duración del trabajo de investigación comprendió los meses de junio hasta noviembre del año 2013. El sitio del experimento contó con una área de 558 m², ubicado a una altura de 354 msnm, con una precipitación de 479 mm durante los cuatro meses y una temperatura promedio de 26 °C.

En el mes de julio cuando se estableció el experimento las condiciones climáticas no favorecieron para que se presentara la enfermedad ya que el promedio de temperatura para ese mes fue de 29 C° y una precipitación de 49 mm durante todo el mes, mientras que los meses de agosto, septiembre y octubre si favorecieron debido a que el rango de temperatura para estos meses fue de 27- 28 C°, una mayor precipitación, se registraron 430 mm para estos tres meses y el porcentaje de humedad relativa de 75 a 85 %. Según datos de estación meteorológica a nivel nacional para Catacamas.

4.2 Materiales y equipo

Como materiales genéticos de maíz se utilizó la variedades Tuxpeño y el híbrido cristiani burkard 30f83; más una línea criolla de productores de la zona a la cual llaman maicito, fertilizantes 12-24-12, 46-0-0 y dos fungicidas a evaluar. Amistar 50WG y Duett.

4.3 Manejo del área experimental

Se delimitó el área que se utilizó para hacer la investigación, luego se chapeó, seguido se limpió el área, luego se aplicó herbicidas gramoxone (paraquat) y se trazó el ensayo. La siembra se realizó de forma manual, depositando dos semillas por postura a una distancia de 0.17 m entre postura, posteriormente de la germinación se realizó un raleo para eliminar las plantas que presentaron un menor desarrollo, dejando solo una planta por postura (seis plantas por metro lineal), obteniendo con esto una densidad de 73,529 plantas/ha.

La fertilización se fraccionó haciendo la primera cuando el maíz tenía 10 días de haber germinado, utilizando fórmula 12-24-12 a razón de 182 kg/ha 21.8 kg/ha de N₂, 43.7 kg/ha de P₂O₅, 21.8 kg/ha de K. La segunda fertilización se realizó a los 20 días de haber germinado el maíz, utilizando 46-0-0 (83.7 kg/ha de N₂), a una dosis de 182kg/ha. Luego se hizo la tercera y última fertilización cuando el maíz tenía 35 días de haber nacido utilizando 45.45 kg/ha de 46-0-0 (20.9 kg/ha de N₂).

Para el control de malezas después de la preparación del terreno se empleó un control químico utilizando gramoxone (paraquat), luego se aplicó un selectivo Accent, (nicosulfuron) posteriormente un control mecánico azadón, para eliminar cualquier planta que pudiera entrar en competencia con el cultivo por espacio, nutrientes y luz.

En cuanto al manejo de plagas, previo a la siembra se realizó la curación de la semilla con el insecticida semevin 35 FS (carbamato thiodicarb), con el propósito de controlar las plagas que afectan o atacan el cultivo en esta etapa como la gallina ciega (*Phyllophaga sp*), roedores y así asegurar la germinación de la semilla.

4.4 Tratamiento y diseño experimental.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos.

Nº Tratamiento	Material genético de maíz	Fungicidas	Dosis por parcela
T1	Tuxpeño	Epoxiconazole + carbendazim (Duett)	1.52 ml
T2	Tuxpeño	Azoxystrobin y clorotalonil (Amistar 50 WG)	2.29 ml
T3	Tuxpeño	Testigo absoluto	Sin fungicida
T4	Cristiani burkard 30f-83	Epoxiconazole + carbendazim (Duett)	1.52 ml
T5	Cristiani burkard 30f-83	Azoxystrobin y clorotalonil (Amistar 50 WG)	2.29 ml
T6	Cristiani burkard 30f-83	Testigo absoluto	Sin fungicida
T7	Criollo	Duett	1.52 ml
T8	Criollo	Amistar 50 WG	2.29 ml
T9	Criollo	Testigo absoluto	Sin fungicida

El experimento estuvo conformado por nueve tratamientos, con 3 repeticiones, las unidades experimentales estaban conformadas por cinco surcos de 5 m de largo x 0.75 m de ancho, con una distancia entre postura de 0.17 m, y un efecto de borda de 0.40 m a ambos lados, teniendo un área útil de 15.25 m²,

Se utilizó un Diseño de Bloque Completos al Azar (DBCA), utilizando un arreglo factorial con dos factores (3x3), el primero consistió en el material genético de maíz (utilizando una variedades de polinización libre; un híbrido y un criollo), y el segundo factor fueron los fungicidas (utilizando dos fungicidas más un testigo absoluto).

Modelo estadístico para un DBCA con arreglo factorial 3 x 3 :

Diseño bifactorial

$$Y_{ijk} = \mu + \Omega_a + \Omega_b + \beta_k + \Omega_{ab} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde

ε_{ijk} = Variable de respuesta observable

μ = Media general

β_k = parámetro, efecto del bloque k

Ω_a = Parámetro, efecto del factor a

Ω_b = parámetro, efecto del factor b

Ω_{ab} = parámetro, interacción a*b

ε_{ijk} = Error experimental

4.5 Aplicación de fungicidas

Antes de la aplicación de fungicidas se realizaron muestreos para la detección de la enfermedad, utilizando la escala de niveles de incidencia de la enfermedad y porcentaje de área foliar dañada (ver Anexo 11 y 12). El nivel de incidencia de la enfermedad se tomó contando las plantas dañadas en cada parcela útil dividiéndolas entre el total de plantas y multiplicándolo por cien para tener un porcentaje. El primer monitoreo se realizó a los 29 días (un día antes de la primera aplicación), debido a que no se observó la presencia del hongo, se realizó a la inoculación del hongo, se colectó rastrojo de parcelas de productores de la zona donde la enfermedad había atacado, luego se procedió a su respectiva preparación, al tener preparada la mezcla se procedió a la aplicación en bombas de mochila y también de forma manual, esto se hizo a los 35 días después de la siembra.

Luego se realizó otro monitoreo a los 50 días para hacer la segunda aplicación el tercer monitoreo se realizó a los 70 días para proceder a la última aplicación y finalmente se hizo

un último muestreo de la enfermedad a los 90 días, la primera aplicación se hizo de forma preventiva, para evitar deriva del producto cuando se estaban realizando las aplicaciones se utilizó una pantalla de plástico (IICA, sf).

Cosecha del maíz

La cosecha se realizó después de que el grano de maíz alcanzó su madurez fisiológica, para efecto de la obtención de los respectivos datos, se cosecharon tres surcos eliminándose dos plantas de cada extremo, lo cual se hace para reducir el efecto de borda, lo que deja un área útil de 7.5 m² por cada tratamiento y un total de 63 plantas cosechadas.

4.6 Variables evaluadas.

4.6.1. Incidencia de la mancha de asfalto

Se realizaron cuatro muestreos de la enfermedad, el primero a los 29 días después de la siembra (dds) el siguiente muestreo a los 50 dds, el tercero a los 70 dds, y el último a los 90 dds. Estos muestreos se realizaron utilizando la escala de niveles de incidencia y porcentaje de área foliar dañada en la planta, el grado de daño se midió en función de cuanta área foliar estaba afectada, daño en la planta arriba de escala de 5 comienza a provocar pérdidas en rendimiento (ver anexo 3 y 4) (Bajet *et al.*, 1994).

4.6.2 Altura de planta

Se seleccionaron las 20 plantas al azar del área útil y se midió la altura en centímetros, desde el punto de la inserción de las raíces hasta donde comienza a dividirse la panícula, la medición se realizó cuando las plantas tenían la panícula totalmente desplegada, se usó cinta métrica para la medición.

4.6.3 Altura de mazorca

Para medir esta variable se tomaron las 20 plantas seleccionadas, midiendo con cinta métrica en cm la altura que hay desde la base del tallo hasta la inserción de la primera mazorca.

4.6.4 Longitud de mazorca

Se midio extrayendo veinte mazorcas del área útil de cada parcela, se utilizó la regla graduada en cm, la distancia desde la base de inserción de la mazorca hasta el ápice de la misma.

4.6.5 Diámetro de la mazorca

Se tomaron las veinte mazorcas utilizadas para la variable longitud de mazorca y se procedió a medir el diámetro en cm, que se tomó de la parte central de cada una utilizando un pie de rey.

4.6.6 Hileras por mazorca

Se tomaron veinte mazorcas del área útil tomadas al azar para cada tratamiento en las cuales se realizó el conteo del número de hileras existentes para obtener un dato promedio.

4.6.7 Número de granos por hilera

Esta variable se midió contando el número de granos por hilera de las mazorcas muestreadas al azar en la variable número de hileras por mazorca para obtener un dato promedio.

4.6.8 Índice de desgrane

Para esta variable se pesaron 5 mazorcas del área útil, luego se desgranaron para obtener el peso del grano y se hizo la relación, peso del grano sin olate entre el peso del grano con olate, esa diferencia de peso es igual al índice de desgrane.

4.6.9 Rendimiento

Para esta variable se tomaron todas las mazorcas buenas del área útil, para obtener el peso de campo, valiéndose de la siguiente fórmula.

$$\text{Rendimiento}(Kg\ ha^{-1}) = ID * \frac{PG(Kg) * 10000m^2}{\text{Área útil } (m^2)} * \frac{100 - \% \text{ de H.G.}}{100 - \% \text{ de H.A.}}$$

Dónde: ID = índice de desgrane

H.G = humedad del grano en campo, se utilizará un higrómetro electrónico.

H.A = humedad del grano de almacenaje (13%)

ID = Peso del grano sin olate / peso del grano con olate

Pg= peso de campo

4.7 Análisis estadístico

Los datos obtenidos en el experimento fueron sometidos a un análisis de varianza al 5% de significancia, también se utilizó la transformación de datos haciendo uso de logaritmo para la variable que lo requería con el propósito de disminuir el coeficiente de variación obtenido, para las comparaciones de las medias se realizó la prueba de comparación de TUKEY al 0.05 de significancia.

4.8 Análisis económico

Se realizó un análisis de relación beneficio costo, considerando únicamente los costos que difieren entre los diferentes tratamientos.

Relación Beneficio / costo = Ingresos esperados actualizados / inversión total + costos esperados actualizados (Nolasco, 2012)

V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El complejo mancha de asfalto es una de las enfermedades fungosas de mayor importancia económica en las zonas productoras de maíz en nuestro país, debido a las grandes pérdidas que causa, ya que es una enfermedad muy agresiva cuando no se controla y las condiciones climáticas le favorecen (SAG 2007).

5.1 Efecto de los fungicidas

En el Cuadro 2 se presentan las medias en porcentajes para la incidencia de la enfermedad complejo mancha de asfalto a los 50, 70 y 90 días después de siembra y porcentaje de área foliar afectada (AFA). Se enfoca de esta manera porque no se encontró significancia al analizar la interacción material genético x fungicida.

Hubo diferencia estadística altamente significativa para la incidencia de la enfermedad a los 70 días después de la siembra (Anexo 8), para los fungicidas evaluados, igual para el porcentaje de área foliar afectada a los 90 días después de siembra.

Los materiales genéticos evaluados mostraron diferencia estadística altamente significativa en la incidencia a los 90 días después de siembra (anexo 9), y el porcentaje de área foliar afectada a los 90 días después de la siembra, (anexo12).

5.1.1 Incidencia de la enfermedad a los 50 días después de la siembra.

En el Cuadro 2 se observa que el menor porcentaje de incidencia de la enfermedad a los 50 días fue alcanzado por el fungicida amistar con un 4.14 %. Esto probablemente se debe a que este producto tiene un efecto preventivo, curativo erradicante y antiesporulante actuando de forma sistémica inhibe la respiración mitocondrial de los hongos, evitando el transporte de electrones hacia el citocromo impidiendo también la formación de ATP, por lo que impide el desarrollo de los hongos.

5.1.2 Incidencia de la enfermedad a los 70 días después de la siembra

El análisis de varianza para esta variable mostró diferencia altamente significativa ($P=0.0437$) (anexo 8). En el Cuadro 2 se observa que los fungicidas Duett y Amistar alcanzaron el menor porcentaje de incidencia con 25.63 y 26 % respectivamente debido a que los dos fungicidas tienen una acción sistémica y de contacto combinada, teniendo una residualidad prolongada en la planta y viajando vía xilema lo que permite ejercer un buen control. En comparación donde no se usó fungicida el porcentaje de incidencia fue mayor presentando un 42.07%.

5.1.3 Incidencia de la enfermedad a los 90 días después de la siembra

El análisis de varianza para esta variable muestra que no hubo significancia estadística (anexo 9). En la tabla tres se observa que hubo mayor incidencia donde no se aplicó fungicida con una media de 74.67 % y donde se aplicó Amistar el porcentaje de incidencia es menor con una media de 57.48 % debido a que este tiene un efecto preventivo, curativo erradicante y antiesporulante actuando de forma sistémica e inhibiendo la respiración mitocondrial de los hongos, evitando el transporte de electrones, impidiendo también la formación de ATP, por lo que impide el desarrollo de los hongos. El contenido de clorotalonil evita la generación de resistencia, moviéndose vía xilema y tiene sistemicidad y

movimiento translaminar, protegiendo completamente las hojas y brotes nuevos. En las medias antes mencionadas se observa una elevada incidencia de la enfermedad la cual no afectó significativamente la productividad de las plantas, debido a que se presentó en una etapa muy tardía debido a que las condiciones climáticas no eran las adecuadas al inicio del cultivo.

5.1.4 Porcentaje de área foliar afectada a los 50, 70 y 90 días después de la siembra

En el cuadro 2 se observa que a los 50 días donde no hubo aplicación de fungicidas el AFA (%) es mayor presentando una media de 3.4, el fungicida amistar es el que presenta los porcentajes más bajos de daño con una media de 2.22 %. El contenido de clorotalonil en este producto evita la generación de resistencia, moviéndose vía xilema y tiene sistemicidad y movimiento translaminar, protegiendo completamente las hojas y brotes nuevos. A los 70 DDS, En la tabla tres se observa que donde se aplicó el fungicida amistar es donde hay menos daño de área foliar afectada presentando una media de 20.11 %, igual para el fungicida duett.

Esto se debe a que los dos fungicidas tienen una acción sistémica y de contacto a la vez, teniendo una residualidad prolongada en la planta y viajando vía xilema (Movimiento acropetal), lo que permite ejercer un buen control. Donde no se aplicó fungicida hubo mayor daño con una media de 27.88 %. A los 90 DDS se observa que donde no se aplicó fungicida el (%) AFA fue mayor con una media de 64.44 %, luego donde se aplicó amistar con una media de 45.77 % y el fungicida duett con un porcentaje de 45.66 %. Esto significa que los productos tuvieron un buen comportamiento con una buena residualidad en las plantas, debido a su modo y mecanismo de acción como se explicó anteriormente. La base del control de Duett está en el Epoxiconazole Triazol de la familia de los inhibidores del ergosterol (IBE), con acción sistémica y de prolongada residualidad. El Epoxiconazole tiene una sistemia acrópeta desde la base hacia la punta de la hoja.

Al final se observa que el testigo absoluto presenta un 19 % más de AFA y eso puede considerarse muy importante debido a que el maíz es una planta C4 y el daño a su sistema

foliar se refleja en el rendimiento final; aunque como se explicó antes, en este ensayo no se observó ese impacto negativo debido a que la enfermedad se presentó en una etapa muy tardía, las plantas ya estaban en su fase productiva (53 días después de la siembra).sin embargo, se observó que los productos evaluados son una buena opción para el manejo del complejo mancha de asfalto en el cultivo de maíz.

Cuadro 2. Promedios de incidencia y AFA del complejo de mancha de asfalto a los 50, 70 y 90 días después de la siembra.

Trat.	Mat. Gen.	Fung.	% INC. 50	% INC. 70	% INC. 90	AFA 50	AFA 70	AFA 90
T1	Tuxpeño	Duett	0	8.45	52	0	3.33	30
T2	Tuxpeño	Amistar	0	4.89	23.11	0	0.33	13.67
T3	Tuxpeño	Testigo	15.55	63.56	100	7.67	56.67	93.33
T4	Cristiani	Duett	0	5.56	57.33	0	3.67	43.33
T5	Cristiani	Amistar	0	4.89	15.11	0	0	4
T6	Cristiani	Testigo	12.45	67.56	100	6.67	56.67	90
T7	Criollo	Duett	1.33	23.11	72	0	16.67	60
T8	Criollo	Amistar	2.22	26.66	52	0.33	3.67	36.67
T9	Criollo	Testigo	16	76.45	100	10	63.33	96.67
MEDIA GENERAL								
		Fungicidas	INC. 50	INC. 70	INC. 90	AFA 50	AFA 70	AFA 90
Bloq. 1		Duett	5.18	25.63	58.37	2.55	20.11	45.66
Bloq. 2		Amistar	4.14	26	57.48	2.22	20.11	45.77
Bloq. 3		Testigo	6.51	42.07	74.67	3.44	27.88	64.44
		Valor de p	0.381	0.0437	0.3395	0.3395	0.271	0.0549
ANÁLISIS DE VARIANZA								
		Bloque		NS	NS			NS
		Factor A		**	NS			NS
		Factor B		**	**			**
		A * B		NS	NS			NS
		r2		0.83	0.67			0.78
		CV		21.65	16.52			21.86

5.2 Efecto de los materiales genéticos.

Se encontró diferencia estadística altamente significativa para altura de mazorca (Anexo 1) y para la variable diámetro de la mazorca (anexo 4), mientras para las variables longitud de mazorca, hileras por mazorca, granos por hilera y rendimiento, no se encontró diferencia estadística entre los diferentes materiales genéticos evaluados. Pero si se encontró diferencia estadística altamente significativa entre los fungicidas para longitud de mazorca e hileras por mazorca (anexo 3 y 5). En la tabla cuatro se presentan las medias para cada una de las variables evaluadas.

Cuadro 3. Medias obtenidas para las variables evaluadas.

Trat.	Mat. Gen.	Fung.	Alt. Maz.	Alt. Plant.	Long. Maz.	Diam. Maz.
T1	Tuxpeño	Duett	0.90	2.50	15.29	4.40
T2	Tuxpeño	Amistar	1.08	2.59	15.07	4.47
T3	Tuxpeño	Testigo	1.10	2.62	14.8	4.19
T4	Cristiani	Duett	0.92	2.42	14.06	4.30
T5	Cristiani	Amistar	1.13	2.63	13.47	4.32
T6	Cristiani	Testigo	1.19	2.58	13.92	4.15
T7	Criollo	Duett	1.02	2.50	15.34	4.45
T8	Criollo	Amistar	1.02	2.49	14.56	4.22
T9	Criollo	Testigo	1.06	2.50	13.22	3.85
MEDIA GENERAL						
	Mat. Gen		Alt. Maz. (M)	Alt. Plant. (M)	Long. Maz	Diam. Maz.
Bloq.1	Tuxp.		1.02	2.57	14.97	4.35
Bloq.2	Crist.		1.07	2.54	13.81	4.25
Bloq.3	Criollo		1.03	2.49	14.37	4.17
	Valor P		0.0035	0.304	0.2068	0.0008
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	Bloque	NS	**	NS	**	
	Factor A	NS	NS	**	**	
	Factor B	**	NS	NS	**	
	A * B	NS	NS	NS	NS	
	r ²	0.65	0.56	0.5	0.76	
	CV	8.78	5.76	7.36	3.59	

** = Significancia al 5 %.

N S = No significativo.

CV = Coeficiente de variación (%).

R² = Coeficiente de determinación.

5.2.1 Altura de mazorca

El análisis de varianza no mostró diferencia estadística significativa en cuanto a los fungicidas por lo que no fue necesario realizar la prueba de media de tukey. Pero sí se encontró diferencia altamente significativa para los materiales genéticos de maíz evaluados, (Anexo 1). En el cuadro 3 se observa que las medias para altura se encuentran en un rango de 1.02 a 1.07, siendo la variedad tuxpeño la que alcanzó la menor altura con un promedio de 1.02 m, el híbrido cristiani alcanzó la mayor altura de mazorca con un promedio de 1.07 m. Las alturas observadas son bajas lo que significa que ambos materiales fueron atacados por la enfermedad lo que dificultó que su área foliar tuviera toda la capacidad de poder realizar su proceso fotosintético acumulando los fotosimilados necesarios para su debido crecimiento. La interacción entre los materiales genéticos y fungicidas no mostró significancia,

La investigación realizada por Castellanos (2011) en México determinó que la variedad tuxpeño alcanza un promedio de 1.30 m de altura de mazorca, existiendo una diferencia de 0.28 m entre este dato y el obtenido en esta investigación que fue de 1.02 m. por lo que se determina que el ambiente y la enfermedad influyó bastante para que esta variedad no pudiera expresar todo su potencial genético.

5.2.2 Altura de planta

El análisis de varianza no mostró significancia respecto a los materiales genéticos utilizados y a los fungicidas (Anexo 2). En el cuadro 3 se observa que la variedad tuxpeño es la que sobresale con una media de 2.57 m, siendo la variedad criolla la de porte más bajo con una media de 2.49 m, la interacción entre los materiales genéticos y fungicidas según análisis de varianza no es significativo lo que indica que los fungicidas no ejercieron un control más significativo que el realizado por la propia resistencia de cada genotipo ante la presencia de la enfermedad, o que la infección tardía de la enfermedad no tuvo efecto en esta variable.

Castellanos (2011) encontró que el promedio de altura para la variedad tuxpeño se encuentra en un rango de 2.45 a 2.80 m. por lo que la altura de esta variedad obtenida en esta investigación (2.57 m) se encuentra dentro del rango. Se asume entonces que la enfermedad no tuvo influencia o efecto sobre el crecimiento de esta variedad. Probablemente porque la infección de las plantas fue tardía.

5.2.3 Longitud de la mazorca

Para la variable longitud de mazorca el análisis de varianza resultó no significativo para los materiales genéticos. Para el factor A (fungicidas) si se encontró diferencia altamente significativa (anexo 3). Este resultado sugiere que los fungicidas actuaron en cuanto al control de la enfermedad sobresaliendo el Amistar ya que su control se vio reflejado en una menor incidencia y porcentaje de área foliar afectada, ya que su forma de actuar es tanto sistémica como de contacto y funciona como preventivo y curativo. La variedad tuxpeño muestra el mayor promedio con 14.97 cm. El híbrido cristiani presentó la menor longitud de mazorca con medias de 13.81 cm. Existió una diferencia de 1.06 cm lo que permitió que las mazorcas de la variedad cristiani presenten mayor número de granos por hilera. La interacción entre ambas no presentó significancia estadística.

En el estudio de Castellanos (2011) la variable longitud de mazorca anduvo en un rango de 20 a 25 cm, para la variedad tuxpeño. En esta investigación la variedad tuxpeño alcanzó un promedio de 14.97 cm, existiendo una diferencia considerable, lo que nos indica que no se le presentaron las condiciones necesarias para que pudiera expresar todo su potencial genético.

5.2.4 Diámetro de la mazorca

En el anexo 4 se observa para la variable diámetro de la mazorca diferencia altamente significativa para los materiales genéticos y fungicidas. Se encontró que la variedad tuxpeño es la que muestra un mayor diámetro con una media de 4.35 cm, y la variedad criolla presentó un menor diámetro con una media de 4.17 cm. La interacción entre ambas no presentó significancia alguna.

Para esta variable fue muy importante el control que tuvieron los fungicidas destacándose el Amistar por su forma de actuar y los ingredientes activos que tiene que lo hacen actuar de manera tanto sistemática como de contacto. Esto es importante porque al haber una mayor área foliar afectada se limita el proceso fotosintético de la planta por lo cual se interrumpe el transporte de fotosimilados hacia el órgano femenino de la planta, esto provoca que no haya desarrollo de la mazorca. Por otra parte, el genotipo de los materiales está involucrado en cuanto al diámetro de la mazorca.

Saldaña y Calero (1991) el diámetro de la mazorca está determinado por factores genéticos e influenciados por factores edáficos, nutricionales y ambientales, es un parámetro fundamental para medir el rendimiento y está relacionado directamente con la longitud de la mazorca. Este forma parte de la etapa reproductiva de la planta, en la que se requiere de actividad fotosintética y gran absorción de agua y nutrientes, si esto es adverso afectará el tamaño de la mazorca en formación y por consiguiente se obtendrá menor diámetro de mazorca, que al final repercutirá en bajos rendimientos.

Cuadro 4. Medias obtenidas de las variables evaluadas.

Trat.	Mat. Gen.	Fung.	Nº Hiler. Por Maz.	Gran. Por Hiler.	Ind. Desg.	Rend. Kg/ha
T1	Tuxpeño	Duett	13.22	30.10	0.84	2270.49
T2	Tuxpeño	Amistar	13.5	28.80	0.69	1,804.36
T3	Tuxpeño	Testigo	12.92	29.72	0.69	1,569.80
T4	Cristiani	Duett	13.43	27.42	0.73	2,354.70
T5	Cristiani	Amistar	13.85	27.20	0.71	2501.64
T6	Cristiani	Testigo	13.77	27.12	0.72	1,669.04
T7	Criollo	Duett	14.52	29.92	0.77	1,993.82
T8	Criollo	Amistar	14.7	26.65	0.68	1,849.47
T9	Criollo	Testigo	13.86	26.75	0.72	1,317.19
MEDIA GENERAL						
	Mat. Gen.		Nº Hiler. Por Maz.	Gran. Por Hiler.	Índ. Desg.	Rend. Kg/ha
Bloq.1	Tuxpeño		13.21	29.53	0.74	1881.6
Bloq.2	Cristiani		13.68	27.24	0.72	2175.1
Bloq.3	Criollo		14.35	27.77	0.72	1720.2
	Valor de p		0.3928	0.4308	0.3594	0.1351
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	Bloque		NS	NS		NS
	Factor A		**	NS		NS
	Factor B		NS	NS		NS
	A * B		NS	NS		NS
	r2		0.48	0.4		0.39
	CV		5.54	9.54		4.5

5.2.5 Hileras por mazorca

Según muestra el análisis estadístico para esta variable, no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los diferentes materiales genéticos evaluados, pero si los fungicidas muestran diferencia altamente significativa (Anexo 5). La variedad criollo muestra un mayor número de hileras por mazorca con una media de 14.35, la variedad tuxpeño alcanzó la media menor de 13.21 hileras por mazorca. La aplicación de fungicidas tiene un efecto altamente significativo para el control de la enfermedad destacándose el Amistar ya que es

un fungicida del grupo de las estrobilurinas que se encargan precisamente de inhibir la respiración mitocondrial, por ende no se ve tan afectado el número de hileras por mazorca. La utilización de variedades para reducir el efecto de la mancha de asfalto no tiene un efecto significativo en cuanto al número de hileras por mazorca y esto se puede constatar ya que el criollo es el que presentó mayor número de hileras. La interacción entre ambas no presentó significancia alguna por lo que se determina que sus efectos son independientes.

5.2.6 Número de granos por hilera

El análisis de varianza para esta variable resultó no significativo, los materiales genéticos evaluados tuvieron un comportamiento similar para esta variable (anexo 6). En la tabla cinco se observa que la variedad tuxpeño alcanzó una media de 30 granos por hilera, mientras la cristiani presentó el menor promedio con 27 granos por hilera. La aplicación de fungicidas tampoco tuvo un efecto significativo en cuanto al número de granos por hilera. Nuevamente se hace énfasis que esto probablemente se deba a que la enfermedad atacó muy tarde y no llegó a reducir o limitar la expresión de la variable.

5.2.7 Índice de desgrane

El análisis estadístico no detectó significancia estadística para esta variable en lo relacionado a los materiales genéticos evaluados. La variedad tuxpeño muestra un mayor índice de desgrane con una media de 0.74, mientras que el híbrido cristiani y la variedad criollo mostraron el mismo índice de desgrane con una media de 0.72 tabla cinco. Este resultado tiene lógica pues es el resultado de la relación encontrada entre las variables ya descritas anteriormente.

5.2.8 Rendimiento (Kg/Ha)

El análisis de varianza para esta variable muestra que no hubo significancia estadística ni para las variedades ni para los fungicidas (anexo 7). Se observó que el híbrido cristiani alcanzó un mayor rendimiento con una media de 2175.1 Kg/ha y la variedad criollo mostró el menor rendimiento con 1720.2 Kg/ha, existiendo una diferencia de 454.9 Kg/ha, por el híbrido cristiani generando un mayor ingreso económico para el productor. Esta diferencia se debe a que el híbrido presenta mayor número de hiladas por mazorca que la variedad tuxpeño, aunque el número de granos por hilera de cada una sean estadísticamente similares.

En este sentido se podría afirmar que el efecto se debe al potencial genético de cada material. A pesar de la infección tardía por parte de la enfermedad, los rendimientos se consideran bajos y esto puede deberse a condiciones adversas como escases de lluvia y suelo poco fértil.

Para la variedad criolla los productores de la zona en condiciones de buen manejo y sin presencia de enfermedades han llegado a obtener rendimientos de 1700 Kg/ha, siendo similar el promedio obtenido en esta investigación con 1720 Kg/ha, pudiéndose haber alcanzado mejores rendimientos sin haber existido la presencia de la enfermedad.

Según Larios y García (1999). El peso del grano está determinado por los materiales genéticos utilizados, así como el llenado de estos, lo que a su vez está determinado por la eficacia de los procesos desarrollados por las hojas, tallos; también por la nutrición mineral así como las condiciones hídricas durante el llenado de granos.

5.3 Análisis económico

Cuadro 5. Relación beneficio/costo.

Trat.	Mat. Gen.	Fung.	Costo total	Beneficio total	Relacion B/C
T1	Tuxpeño	Duett	12754.15	17482.773	1.37
T2	Tuxpeño	Amistar	14104.15	13893.572	0.99
T3	Tuxpeño	Testigo	9754.15	12087.46	1.24
T4	Cristiani	Duett	13254.15	18131.19	1.37
T5	Cristiani	Amistar	14604.15	19262.628	1.32
T6	Cristiani	Testigo	10254.15	12851.608	1.25
T7	Criollo	Duett	11954.15	15352.414	1.28
T8	Criollo	Amistar	13304.15	14240.919	1.07
T9	Criollo	Testigo	8954.15	10142.363	1.13

En todos los tratamientos en que se utilizó el fungicida Duett, se obtiene mayor ganancia, como se nota en el cuadro 5. Estos tratamientos presentaron el mejor rendimiento y un buen control de la enfermedad.

VI CONCLUSIONES

Duett y Amistar mostraron buen efecto en el control de la enfermedad pero AMISTAR 50 WG, se mostró mejor ya que es un preventivo, curativo, erradicante y antiesporulante.

Los tres materiales genéticos evaluados se comportaron de forma similar en las variables evaluadas, sin embargo, el híbrido Cristiani alcanzó un mayor rendimiento con 2175.1 kg/ha¹. El criollo presentó el rendimiento más bajo con 1720.2 kg/ha¹.

El rendimiento obtenido en general se considera bajo como producto de un clima adverso durante el desarrollo del ensayo y el ataque tardío de la enfermedad que afectó el llenado del grano por la destrucción foliar observada.

Se corroboró la presencia del complejo mancha de asfalto atacando de forma severa el cultivo de maíz en la zona donde se realizó este estudio.

Según el análisis estadístico realizado el potencial genético de los materiales de maíz y los fungicidas evaluados tienen efectos independientes sobre los daños que ocasionó el complejo mancha de asfalto en este cultivo.

VII RECOMENDACIONES

En investigaciones futuras aumentar el número de localidades, para conocer mejor el comportamiento de estos materiales genéticos de maíz, en diferentes condiciones edafoclimáticas.

Realizar esta investigación en las dos épocas de siembra en esta zona, primera y postrera, para determinar en qué época hay mayor incidencia de la enfermedad y el comportamiento de los materiales genéticos evaluados.

Seguir investigando el problema de la mancha de asfalto en temas como, manejo de suelo, rotación de cultivos, variedades tolerante, fungicidas a base de Azoxystrobin y clorotalonil, distanciamientos de siembra, manejo de malezas y densidades de siembra.

No es necesario hacer muestreos a los 90 días después de siembra para determinar el porcentaje de incidencia y de área foliar afectada, ya que para esta época el cultivo está en su etapa final.

VIII BIBLIOGRAFIA

- ✓ Bajet, B. N., B. L. Renfro, and C. J. Valdéz. 1994. Control of tar spot of maize and its effect on yield. Int. J. Pest Manag. 40:121-125,
- ✓ Bayer. consultado en línea el 5 de junio de 2013 disponible en: http://www.bayercropscience-ca.com/contenido.php?id=163&id_prod=39
- ✓ Castellanos, M. 2011. Variedad de maíz tuxpeño (en línea). Francisco Morazán, HN. Zamorano. Comunicación por internet, mcastellanos@zamorano.edu
- ✓ Carrera VJA, Cervantes ST (2006) Respuesta de la densidad de población de cruzas de maíz tropical y subtropical adaptadas a valles altos (en línea). Rev. Fitotec. Mex. 29: 331 - 338. Consultado disponible en <http://www.publicaciones.ujat.mx>
- ✓ Centro internacional de mejoramiento de maíz y trigo CIMMYT. Estadística de producción de maíz por país (en línea). Consultado el 8 de abril de 2013 disponible en <http://economics.cimmyt.org/>
- ✓ Estación meteorológica a nivel nacional para Catacamas Olancho, consultado (en línea) 01/12/2013 disponible en: www.smn.gob.hn
- ✓ FAO (Food and Agriculture Organization). Sistema de monitoreo de cultivos en zonas asistidas por el Programa Especial de Seguridad Alimentaria y Nutrición (en línea). (PESAN-FAO), Marzo, 2011 consultado 13 de julio de 2013 disponible en: <http://siteresources.worldbank.org>

- ✓ Félix San Vicente y George Mahuku. CIMMYT-Programa Global de Maíz (en línea). MX. Consultado el 12 de abril de 2013 disponible en <http://www.redsicta.org>
- ✓ Fintrac. Boletín técnico de producción. Reconocimiento y control de la mancha de asfalto en maíz (en línea). Lima, Cortes, HN. Consultado 15 de abril de 2013 disponible en: www.fintrac.com
- ✓ Food and agriculture organization FAO. 2004. Cambio en la estructura del alimento y nutrición de América latina y perspectivas alimentarias (en línea). Consultado el 8 de abril de 2013 disponible en <http://www.fao.org/docrep/005/y6027s/y6027s09.htm>
- ✓ _____. s.f. Proyecto de semilla para el desarrollo (en línea). consultado 5 junio de 2013 disponible en: <http://www.fao.org.hn/l/proyectos/17-proyecto-semillas-para-el-desarrollo.html>
- ✓
- ✓ González *et al.*, 2008. Protección vegetal (en línea). Consultada en línea el 06 de julio de 2013 disponible en: www.scielo.org.
- ✓ IICA (Instituto de Interamericano de Cooperación para la Agricultura). s.f. Reconozca y controle la mancha de asfalto en maíz (en línea). MX consultado el 13 de julio de 2013 disponible en <http://www.iica.int.ni/pdf>
- ✓ INE (Instituto Nacional de Estadísticas). 2006. La encuesta agropecuaria básica (en línea).Consultado el 10 de abril de 2013 disponible en <http://www.ine-hn.org>
- ✓ Larios y García 1999. Evaluación de tres dosis de gallinaza, compost y un fertilizante mineral en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) var. NB-6. Tesis UNA. Managua, Nicaragua. 92p.
- ✓ Meraz, JL.2010. Evaluación de 4 fungicidas para el control de la mancha de asfalto sobre características agronómicas y componentes numéricos del rendimiento en el maíz (*Zea mays*). Tesis Ingeniero Agrónomo. Catacamas, Olancho. Universidad Nacional de Agricultura. Pag 78.

- ✓ Mora, f. 2011. Monitoreo de mercado. Sistema de información e inteligencia de mercados .Edición N° 1. Costa rica. Sector agroalimentario pag.2.
- ✓ Porter, M. 1991. La ventaja competitiva de las naciones. Bueno Aires, AR.
- ✓ R.L. Paliwal. Enfermedades del maíz (en línea). Consultado 10 de abril de 2013 disponible en <http://www.fao.org/docrep/003/X7650S/x7650s10.htm>
- ✓ Ramac. contribuimos a obtener el máximo potencial de las plantas (en línea). consultado 5 junio de 2013 disponible en : http://www.ramac.com.ni/index.php?option=com_content&view=article&id=78&Itemid=136
- ✓ Red SICTA 2011. Proyecto red de innovación agrícola (en línea). Consultado 06 de julio de 2013 disponible en: <http://www.redsicta.org>
- ✓ SAG (Secretaría de Agricultura y Ganadería 2007). Plan estratégico operativo para el sector agroalimentario de Honduras 2006 -2010 (en línea). Honduras. Consultado 10 de abril de 2013. Disponible en <http://www.sag.gob.hn/index>
- ✓ Saldaña., F. y Calero., M. 1991. Efectos de rotación de cultivos y control de malezas sobre la cenosis de las malezas en los cultivos de maíz (*Zea mays L.*), sorgo (*Sorghum bicolor L.*), pepino (*Cucumis sativus L.*).
- ✓ MSEWSUSDA (Sistema mesoamericano de alerta temprana para la seguridad alimentaria). 2006. Situación de seguridad alimentaria en Honduras (en línea). Tegucigalpa, HN. USDA. Consultado 8 de abril de 2013. disponible en www.fao.org/fileadmin/user/agro/noticias/docs/
- ✓ Syngenta, 2011 Control químico de enfermedades (en línea). Consultado 05 de julio de 2013, disponible en: www.syngenta.com.mx
- ✓ Tecnosembla. s.f. Basf fungicida duett (en línea), consultado 5 junio de 2013 disponible en: <http://www.tecnosembla.com.ar/index.php/bASF-fungicida-duett>
- ✓ USDA. 2013. Producción mundial de maíz (en línea). Consultado 8 de abril de 2013 disponible en www.agropanorama.com/news

- ✓ Varón y Sarria 2007. Enfermedades del maíz y su manejo. Palmira, CO. ICA
(Instituto Colombiano Pecuario).56 pp.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza para la variable altura de mazorca.

F.V	Gl	SC	CM	F	p-valor	Interpretación
Bloque	2	0.04387	0.02193	2.6	0.1052	NS
Factor A	2	0.0156	0.0078	0.93	0.4166	NS
Factor B	2	0.13822	0.06911	8.2	0.0035	**
A * B	4	0.05343	0.01335	1.58	0.2266	NS
Error	16	0.13492	0.13492			
total	26	0.38607	0.38607			
r2		0.65				
CV		8.78				

Anexo 2. Análisis de varianza para altura de planta.

F.V	Gl	SC	CM	F	p-valor	Interpretación
Bloque	2	0.31505	0.15752	7.37	0.0054	**
Factor A	2	0.02547	0.01273	0.6	0.5627	NS
Factor B	2	0.05487	0.02743	1.28	0.304	NS
A * B	4	0.04237	0.01059	0.5	0.7391	NS
Error	16	0.34188	0.02136			
total	26	0.77965				
r2		0.56				
CV		5.76				

Anexo 3. Análisis de varianza para longitud de mazorca.

F.V	Gl	SC	CM	F	p-valor	Interpretación
Bloque	2	4.17366	2.08683	1.86	0.1882	NS
Factor A	2	6.0879	3.04395	2.71	0.097	**
Factor B	2	3.91464	1.95732	1.74	0.2068	NS
A * B	4	4.01024	1.00256	0.89	0.491	NS
Error	16	17.97551	1.12346			
total	26	36.16197				
r2		0.5				
CV		7.36				

Anexo 4. Análisis de varianza para diámetro de mazorca.

F.V	Gl	SC	CM	F	p-valor	Interpretación
Bloque	2	0.35711	0.17855	7.62	0.0047	**
Factor A	2	0.1424	0.0712	3.04	0.0761	**
Factor B	2	0.50031	0.27015	11.53	0.0008	**
A * B	4	0.19254	0.04813	2.05	0.1349	NS
Error	16	0.37494	0.02343			
total	26	1.60734				
r2		0.76				
CV		3.59				

Anexo 5. Análisis de varianza para hileras por mazorca.

F.V	Gl	SC	CM	F	p-valor	Interpretación
Bloque	2	0.67282	0.33641	0.58	0.5716	NS
Factor A	2	5.97814	2.98907	5.15	0.0188	**
Factor B	2	1.15102	0.57551	0.99	0.3928	NS
A * B	4	0.83161	0.2079	0.36	0.8347	NS
Error	16	9.29097	0.58068			
Total	26	17.94458				
r2		0.48				
CV		5.54				

Anexo 6. Análisis de varianza para número de granos por hilera.

F.V	Gl	SC	CM	F	p-valor	Interpretación
Bloque	2	28.86482	14.43241	1.99	0.1685	NS
Factor A	2	25.98415	12.99207	1.8	0.1979	NS
Factor B	2	12.85148	6.42574	0.89	0.4308	NS
A * B	4	10.65808	2.66452	0.37	0.8277	NS
Error	16	115.77691	7.23605			
Total	26	194.13546				
r2		0.4				
CV		9.54				

Anexo 7. Análisis de varianza para rendimiento en kg/Ha.

F.V	Gl	SC	CM	F	p-valor	Interpretacion
Bloque	2	0.0355	0.0177	0.83	0.4557	NS
Factor A	2	0.0688	0.0344	1.6	0.2326	NS
Factor B	2	0.0955	0.0477	2.22	0.141	NS
A * B	4	0.0222	0.0055	0.126	0.9005	NS
Error	16	0.3444	0.0215			
total	26	0.5666				
r2		0.39				
CV		4.5				

Anexo 8. Análisis de varianza para la incidencia de la enfermedad a los 70 días DDS.

F.V	Gl	SC	CM	F	p-valor	Interpretacion
Bloque	2	0.0985	0.0492	0.69	0.5176	NS
Factor A	2	0.5829	0.2914	4.06	0.0374	**
Factor B	2	4.8674	2.4337	33.91	0.0001	**
A * B	4	0.2259	0.0564	0.79	0.5502	NS
Error	16	1.1481	0.0717			
total	26	6.9229				
r2		0.83				
CV		21.65				

Anexo 9. Análisis de varianza para la incidencia de la enfermedad a los 90 DDS.

F.V	Gl	SC	CM	F	p-valor	Interpretacion
Bloque	2	0.0466	0.0233	0.3	0.7453	NS
Factor A	2	0.2822	0.1411	1.81	0.1954	NS
Factor B	2	2.0266	1.0133	13.01	0.0004	**
A * B	4	0.2244	0.0561	0.72	0.5906	NS
Error	16	1.2466	0.0779			
total	26	3.8266				
r2		0.67				
CV		16.52				

Anexo 10. Análisis de varianza para % de AFA a los 90 DDS.

F.V	Gl	SC	CM	F	p-valor	Interpretacion
Bloque	2	0.0718	0.0359	0.32	0.7288	NS
Factor A	2	0.6585	0.3292	2.96	0.0807	NS
Factor B	2	4.7762	2.3881	21.45	0.0001	**
A * B	4	0.8637	0.2159	1.94	0.1529	NS
Error	16	1.7814	0.1113			
total	26	8.1518				
r2		0.7814				
CV		21.86				

Anexo 11. Formato utilizado para tabular el porcentaje de área foliar dañada y nivel de incidencia de la enfermedad.

Anexo 12. Figura que ilustra el porcentaje de área foliar afectada (%PAF) y de nivel de incidencia de la enfermedad.

