

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

EVALUACION DE SEIS FUNGICIDAS CURATIVOS PARA EL CONTROL DE
MANCHA DE ASFALTO (*Phyllachora maydis*,) EN MAIZ AMARILLO (*Zea mays L*).

POR:

LESSY TATIANA GUEVARA RIVERA

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

EVALUACION DE SEIS FUNGICIDAS CURATIVOS PARA EL CONTROL DE
MANCHA DE ASFALTO (*Phyllachora maydis*) EN MAIZ AMARILLO (*Zea mays L.*).

POR:

LESSY TATIANA GUEVARA RIVERA

Mario Edgardo Talavera, M. Sc.
Asesor principal.

TESIS

PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

DICIEMBRE, 2013

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Héctor Guevara y Dilcia Rivera por ser los protagonistas de este sueño que hoy se convierte en realidad, porque sin su apoyo no hubiera podido llegar hasta aquí.

A MIS HERMANOS:

Nohemí, Brenda, William y Héctor por el apoyo brindado en todo momento, y por ser mi motivación más grande en los momentos más difíciles de mi carrera.

A MI ABUELA:

Teodora Portillo, por brindarme todo su apoyo, por darme su amor y por todas las oraciones que eleva por mí, sin ella este logro no sería el mismo.

A MIS TIOS Y PRIMOS:

Por haber creído en mí, porque su confianza era mi compromiso y motivación y porque ellos me dieron fuerzas cuando más lo necesité.

A MIS AMIGOS

Porque de una u otra forma estuvieron conmigo motivándome y apoyándome y porque me dieron su mano y no me dejaron caer.

AGRADECIMIENTO

A mi padre "**DIOS**" porque este triunfo es suyo, porque si algo he logrado no ha sido por mis fuerzas sino porque él ha sido conmigo, tengo bien claro que ni una hoja se mueve sino es porque Dios lo permita, por lo tanto la gloria sea para él.

A mis padres **Héctor Guevara** y **Dilcia Rivera**, porque el esfuerzo más grande lo realizaron ellos al decidirse a hacer de mí una persona de bien, porque nunca dejaron de apoyarme y confiaron en mí en todo momento.

A **Samuel Joaquín Flores** por su constante acompañamiento por sus oraciones y por su dedicación, por darme palabras de aliento cuando más lo necesité.

A **Teodora Portillo**, la mejor de las abuelas por su acompañamiento moral y económico, por apoyarme y ser parte importante de este logro.

A mis hermanos, **Nohemí, Brenda, William** y **Héctor** porque recordar sus rostros era mi mejor energizante sin ustedes no hubiera podido culminar esta meta.

A mis Tíos, **Melvin, Carlos, Gina, Paty** y **Danelia** así como a mis **Primos** y **Demás Familiares** por haber confiado en mí y porque sé que este logro no solo es mío sino también de ellos.

A **Edgardo Umaña** por su apoyo, su amor y su comprensión, porque no me dejó sola en ningún momento y llevó mis presiones como si fueran las suyas.

A mi alma mater **Universidad Nacional de Agricultura** por haberme acogido estos cuatro años y permitirme culminar mis estudios universitarios, dándome esa riqueza ética, moral y espiritual, necesaria para desempeñarme en mi vida profesional.

A mis asesores de la PPS: **M.Sc. Mario Edgardo Talavera, M.Sc. Gustavo López e Ing. Selvin Sarabia** por dedicarme tiempo y compartir amablemente sus conocimientos conmigo, realmente fueron ellos el timón de mi investigación.

A **USAID ACCESO** por brindarme todo el apoyo logístico necesario durante la realización de la investigación, compartiendo todos sus conocimientos conmigo y de manera muy especial a **Hugo Ávila, Ronny Álvarez y Ricardo Lardizábal** por haber sido quienes me motivaron para estudiar esta carrera.

A mis queridos compañeros de la clase 2013, mi grupo “**KAYROS**”, y de manera muy especial a la mejor sección de la clase, la **Sección B** pues más que mis compañeros ellos llegaron a ser mis hermanos

A mis amigas, **Melissa Figueroa, Itzel Pineda y Cecilia Pineda**, por haber sido las mejores amigas que encontré en la UNA y aunque el destino nos separó, ellas se quedaron en mi corazón y su recuerdo siempre permanecerá.

Poder agradecer a todos los que han sido parte de mi vida en este largo camino me es imposible; sin embargo, quiero reconocer a todos aquellos que lograron aportarme un granito de su sabiduría, a todos ustedes:

Gracias

CONTENIDO

	pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
LISTA DE CUADROS	vi
LISTA DE FIGURAS.	vii
LISTA DE ANEXOS	viii
RESUMEN	ix
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS.....	3
2.1 General.....	3
2.2 Específicos	3
III REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1 Antecedentes	4
3.2 Maíz amarillo	5
3.2.1 Maíz amarillo en Honduras	5
3.2.2 Características del maíz amarillo	6
3.2.3 Rendimientos de maíz en Honduras.....	7
3.3 Daño y efectos causados por enfermedades foliares en maíz	8
3.4 Principales enfermedades foliares causadas por hongos en maíz	9
3.4.1 <i>Helminthosporium</i>	9
3.4.2 Mancha parda	9
3.4.3 <i>Phaeosphaeria</i>	9
3.4.4 Mancha anular	10
3.4.5 <i>Curvularia</i>	10
3.4.6 Mancha por <i>Diplodia</i>	10
3.4.7 Bandeado de la hoja	11
3.4.8 Royas	11
3.5 Mancha de asfalto	11
3.5.1 Etiología de la Mancha de asfalto	11
3.5.2 Patogenia de la Mancha de asfalto	12
3.5.3 Epidemiología de la Mancha de asfalto	12
3.5.4 Mancha de asfalto en Honduras.....	13
3.5.5 Control de la Mancha de asfalto	13
3.6 Fungicidas evaluados	17
3.6.1 Epoxiconazol + Carbendazim	17
3.5.2 Carbendazim 50%.....	17
3.5.3 Tiofanato metílico 50%	18
3.5.4 Propiconazole 25%	18

3.5.5 Tebuconazole + Trifloxistrobin	19
3.5.6 Captan 50%	19
IV MATERIALES Y MÉTODO	21
4.1 Localización del experimento	21
4.2 Materiales y equipo	21
4.3 Manejo del experimento	21
4.4 Diseño experimental	24
4.5 Variables evaluadas	25
4.5.1 Incidencia	25
4.5.2 Área foliar afectada (AFA)	26
4.5.3 Altura de planta	26
4.5.4 Mazorcas por planta	27
4.5.5 Longitud de la mazorca	27
4.5.6 Diámetro de la mazorca	27
4.5.7 Hileras por mazorca	27
4.5.8 Número de granos por hilera	27
4.5.9 Rendimiento	28
4.5.10 Análisis beneficio costo	28
4.6 Análisis estadístico	29
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
5.1 incidencia	30
5.2 Área foliar afectada (AFA)	32
5.3 Altura de planta	34
5.4 Componentes de rendimiento	35
5.4.1 Numero de mazorcas por planta	35
5.4.2 Longitud de mazorca	36
5.4.3 Mazorcas podridas	37
5.4.4 Diámetro de mazorca	38
5.4.5 Hileras por mazorca	39
5.4.6 Número de granos por hilera	40
5.5 Rendimiento	41
5.6 Relación beneficio costo	44
5.7 Análisis de correlación	45
VI CONCLUSIONES	46
VII RECOMENDACIONES	47
VIII BIBLIOGRAFIA	48
Anexos	51

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1 Descripción de los seis fungicidas utilizados y su dosificación.....	24
Cuadro 2 Porcentaje de incidencia de la mancha de asfalto.....	31
Cuadro3 Nivel de área foliar afectada por mancha de asfalto.....	32
Cuadro4 Rendimiento promedio por tratamiento.....	42
Cuadro5 Relación beneficio costo.....	44
Cuadro 6 Análisis de correlación de las variables.....	45

LISTA DE FIGURAS.

	Pág.
Figura 1 Escala de medición de área foliar afectada.....	26
Figura2 Porcentaje de incidencia final de mancha de asfalto.....	31
Figura3 Promedios de AFA por la mancha de asfalto.....	33
Figura4 Promedio de altura de planta.....	35
Figura5 Promedio de mazorcas por planta.....	36
Figura6 Longitud de mazorca.....	37
Figura7 Porcentaje de mazorcas podridas.....	38
Figura8 Diámetro de mazorca.....	39
Figura9 Hileras por mazorca.....	40
Figura10 Numero de granos por hilera.....	41
Figura11 Rendimiento (Kg/ha).....	43

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo. 1 Ejemplo de evaluacion de área foliar afectada.....	52
Anexo.2 Análisis de varianza para la variable Incidencia de la enfermedad.....	53
Anexo.3 Análisis de varianza para la variable Área foliar afectada.....	53
Anexo.4 Análisis de varianza para la variable altura de planta.....	53
Anexo.5 Análisis de varianza para la variable mazorcas/planta.....	53
Anexo.6 Análisis de varianza para la variable longitud de mazorca.....	54
Anexo.7 Análisis de varianza para la variable mazorcas sanas.....	54
Anexo.8 Análisis de varianza para la variable diámetro de mazorca.....	54
Anexo.9 Análisis de varianza para la variable hileras por mazorca.....	54
Anexo.10 Análisis de varianza para la variable granos por hilera.....	55
Anexo.11 Análisis de varianza para la variable índice de desgrane.....	55
Anexo.12 Análisis de varianza para la variable rendimiento.....	55

Guevara Rivera, L.T. 2013. Evaluación de seis fungicidas curativos para el control de mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*) en maíz amarillo (*Zea mays L*). Tesis Ing. Agro. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Olancho, Honduras. 56 pág.

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo la evaluación de fungicidas comerciales, como alternativas de manejo de la mancha de asfalto en maíz amarillo. El ensayo se instaló en la comunidad de La Pintada, Municipio de La Entrada departamento de Copán, entre los meses de mayo a septiembre del año 2013. Para realizar el experimento se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar. Los tratamientos evaluados fueron T1 (testigo absoluto), T2 (Carbendazim + Epoxiconazol), T3 (Carbendazim 50%), T4 (Tiofanato metílico 50%), T5 (Propiconazole 25%), T6 (Captan 50%), T7 (Tebuconazole + Trifloxistrobin), representados en 4 repeticiones. Las variables evaluadas fueron: incidencia de la enfermedad, área foliar afectada y los respectivos componentes de rendimiento. A lo largo del ensayo se manifestó una alta incidencia de la enfermedad, pero el área foliar afectada no fue tan alta. Se pudo determinar que la molécula química que mejor controló la incidencia de la mancha de asfalto y el AFA fue Carbendazim + Epoxiconazol, pues con ella se encontró una incidencia final de 56% la que fue 29% menor que la incidencia del testigo absoluto y una área foliar afectada de 1.7, mientras que el testigo presento 4.1. El menor control de la enfermedad se mostró con la molécula Captan 50%, comportándose de forma similar al testigo absoluto. Se pudo evidenciar que la mayor altura de planta se obtuvo con el fungicida Carbendazim 50%, con un promedio de 2.45 m y los otros seis tratamientos se comportaron de manera similar. De manera general se observó que en todos los componentes de rendimiento, los resultados más favorables se obtuvieron con el fungicida Carbendazim + Epoxiconazol, donde el rendimiento obtenido fue de 6194.85 Kg/ha; el rendimiento menor se obtuvo con el tratamiento testigo seguido de Captan 50% que se comporta casi igual que el testigo por lo que su uso como alternativa curativa de la mancha de asfalto debe descartarse. El análisis de correlación se mostró negativo con respecto al rendimiento para incidencia, AFA, mazorcas podridas y positivo para las demás variables. Todos los productos evaluados ejercen buen control pero funcionan mejor como preventivos, pues con los resultados obtenidos se demostró que como producto curativo para la mancha de asfalto en maíz amarillo, la mejor alternativa es Carbendazim + Epoxiconazol pues fue con este que los rendimientos fueron más altos y tanto la incidencia como AFA fue menor.

Palabras claves: Maíz amarillo, Mancha de Asfalto, fungicidas

I INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz en Honduras es indispensable para garantizar la seguridad alimentaria de todos los hondureños. Este importante grano ocupa la mayor superficie sembrada a nivel nacional. El maíz se utiliza para consumo humano y para alimentar animales, ya sea directamente o en la formulación de concentrados. El país produce más maíz blanco, y menos cantidades de maíz amarillo, sin embargo actualmente se difunde ampliamente la producción de maíz amarillo, principalmente en el occidente del país donde cientos de productores lo están cultivando a gran escala, por ser un grano más nutritivo y con amplio mercado nacional e internacional (FINTRACsf).

La producción de maíz en el país es caracterizada por bajos rendimientos con un promedio de productividad de 29 quintales (QQ) por Hectárea (20 QQ Manzana), y esto no llena las necesidades del productor ni las del país por lo que Honduras es importador de este grano. Una importante causas de bajos rendimientos en el país son los problemas fitosanitarios y dentro de estos las enfermedades foliares y fúngicas, las que se presentan por lo general en las etapas finales del cultivo y solo son importantes cuando se presentan antes de la floración o muy cercana a ella o si son de carácter epidémico como es el caso de la mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*, *Monographella maydis* *Coniothyrium phyllachorae*) la que puede causar pérdidas hasta del 90% si se deja sin ningún control y el clima lo favorece. FINTRAC 2011.

En la última década el complejo de hongos mancha de asfalto se ha convertido en la enfermedad más importante en maíz y es que hasta el momento el agricultor no cuenta con variedades e híbridos resistentes a esta enfermedad, y por otro lado no se conoce con exactitud el comportamiento de las moléculas químicas que ejercen un grado de

control sobre la misma, lo que es sinónimo de pérdidas enormes en el cultivo del agricultor y de sus vecinos.

La presente investigación se orientó a desarrollar una alternativa técnica para el tratamiento de la mancha de asfalto a través del uso apropiado y eficiente de las diferentes formulaciones químicas disponibles en el mercado, a fin de reducir pérdidas y aumentar ganancias de los productores de maíz logrando con ello mejorar la calidad de vida de los productores y sus familias.

II OBJETIVOS

2.1 General

Conocer la eficiencia de los distintos fungicidas curativos disponibles en el mercado para el control de la mancha de asfalto, a fin de desarrollar una alternativa técnica que aumente la calidad y productividad de este cultivo en Honduras.

2.2 Específicos

Determinar el efecto de fungicidas curativos sobre la incidencia y severidad de la mancha de asfalto.

Evaluar el grado de correlación entre cada uno de los componentes de rendimiento.

Documentar la prevalencia del patógeno atacando el maíz dulce en el departamento de Copán.

III REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Antecedentes

La mancha de asfalto no es un problema resiente como muchos creen, los primeros reportes de la enfermedad se hicieron en 1904 en México y para 1974 un grupo de ingenieros realizaron un diagnostico situacional del de los granos básicos y en todos los sitios de maíz que fueron evaluados y, siempre que el cultivo estuviera en el estado fenológico de llenado de grano, se registró, en pequeñas proporciones, la Mancha de Asfalto producida por el complejo de hongos *Phyllachora maydis* Maubl., *Monographella maydis* Müller & Samuels y dentro de los estromas de *P. Maydis*, el hiperparásito *Coniothyrium phyllachorae* Maubl. Se estimó que este complejo patológico, igual que el resto de patógenos presentes, mostraron una incidencia que no evidenció riesgo alguno para la producción de maíz, por la aparición tardía de las epidemias (Monterroso 1974)

A la fecha no se ha realizado un estudio serio, técnicamente dirigido, para estimar las pérdidas que ocasiona la mancha de asfalto en el país; sin embargo, la información documental recabada y la consulta con algunos productores, indica que la mancha de asfalto ha venido ocasionando abundantes pérdidas económicas, principalmente a los pequeños productores. En Guatemala si se tienen datos de pérdidas registrados donde para los años 2008 y 2009, los productores que esperaban 114 QQ por hectárea, apenas llegaron a 18 y 24 QQ (Ferleysf).

En Honduras esta enfermedad fue detectada en el año 2007 y con el tiempo se ha extendido a casi todo el país, pero los Departamentos más afectados son los de Comayagua, El Paraíso y Olancho. Para el año 2010 la Secretaria de Agricultura y Ganadería (SAG) reportó pérdidas alarmantes en los departamentos antes mencionados, se estima que por lo

menos el 50% de las pérdidas en las cosechas correspondientes al año 2009 son consecuencia de la mancha de asfalto (SAG 2011).

3.2 Maíz amarillo

Zea mays L., es uno de los granos básicos alimenticios más antiguos e importantes que se conocen, constituye una fuente especial de carbohidratos y proteína; el contenido del grano consiste principalmente de carbohidratos (86%), proteínas (9%), aceites (3%) y fibras (2%). Pertenece a la familia de las poaceas y es la única especie cultivada de importancia económica de este género. Hoy en día el país de mayor producción y consumo es Estados Unidos, con alrededor de 300.000 hectáreas cultivadas, donde se comenzó a cultivar a finales del siglo XVIII y de ahí se extendió por el resto del mundo (Magfor 2011).

Desde el punto de vista biológico y genético, el maíz amarillo es muy similar al blanco, si bien hay una diferencia en la apariencia a causa de la presencia de los pigmentos de aceite de carotina que originan el color del grano amarillo. Las condiciones de producción y los métodos de cultivo son en gran medida idénticos (Vigliola 1998).

El maíz, *Zea mays L.*, es uno de los productos de consumo más cotizados en el mundo, necesario tanto para el hombre, como alimento para criar animales y en las últimas décadas para la elaboración de biocombustibles. Existen muchos lugares donde pudiéndose cultivar más maíz amarillo no se hace, y esto se debe a la falta de financiamiento o el nivel tecnológico que emplean los agricultores (DICTA 2003.)

3.2.1 Maíz amarillo en Honduras

Según Cotty *et al.* (2001), en Honduras el maíz continúa siendo la base de la alimentación y es consumido por todas las clases socioeconómicas. El país produce más maíz blanco, y menos cantidades de maíz amarillo. El maíz blanco se utiliza principalmente para consumo humano como tortillas y otros, mientras que el maíz amarillo se destina primordialmente

para la formulación de concentrados. Aunque es poco visualizado, el maíz amarillo constituye parte importante en la cadena agroalimentaria y tiene sus eslabones hacia adelante con la avicultura y porcicultura, que son cadenas importantes debido a su alta participación en el sector agropecuario, específicamente en la canasta familiar de las familias hondureñas.

En el 2013 la producción de maíz amarillo en Honduras se ha promovido ampliamente, principalmente en la zona occidental del país donde cientos de pequeños productores están convencidos de su rentabilidad y decidieron sembrarlo. De este importante proyecto se encargan ciertas organizaciones no gubernamentales (O.N.G.), que dan acompañamiento a los productores con el fin de que estos mejoren su calidad de vida, lo cual es de gran beneficio tanto para el agricultor como para el país, pues las importaciones de este grano son alarmantes debido a que el sector pecuario los requiere para la elaboración de concentrados, de igual manera que la industria culinaria y por ello anteriormente se tenía que importar grandes cantidades de este grano de otros países. Pero se espera que para este año la historia sea diferente pues son más de dos mil hectáreas las que se están cultivando (FINTRAC 2013).

La producción de maíz en Honduras tiene una estacionalidad muy marcada, el 79,7% de la superficie total sembrada corresponde al ciclo de primera y genera el 82,6% de la producción total obtenida, asimismo, el 20,3% corresponde al ciclo de postrera y genera un 17,4% de la producción total obtenida. (Wagner 2003).

3.2.2 Características del maíz amarillo

La principal característica que diferencia el maíz amarillo de los otros maíces es que cuenta con un gen azucarero (SU) en su esquema genético. La función de este gen es retardar o impedir la completa transformación del azúcar del grano en almidón. Normalmente las variedades tipo súper dulce (SH2) contienen el doble de azúcar que las tipo (SU) y la conversión de azúcar en almidón es más lenta, por lo que el periodo de

cosecha se amplía por la mayor duración del grano en estado óptimo de calidad para recolección. Por el contrario, germinan más lentamente y la textura es más dura y crujiente. A pesar de todo esto, en este tipo de variedades durante el periodo de maduración de grano posterior a cosecha, el sistema enzimático continúa funcionando en la transformación de azúcar en almidón y la velocidad de este proceso (relativamente lento o más rápido) en la pos cosecha depende del tiempo que transcurra entre la cosecha y su consumo o transformación, y de las condiciones de manejo (Mora 2011).

El maíz amarillo tiene una relevancia fundamental debido a que forma parte de la cadena la cadena agroalimentaria , su consumo es generalmente indirecto pues es la base de la alimentación en la avicultura, porcicultura, que son las más importante en términos de la actividad económica y social para muchos países. Unas de las características de producción de este cultivo es que presenta algunas desventajas debido fundamentalmente que los productores individuales en su gran mayoría, poseen unidades productivas bajas, por lo que su poder de negociación con los intermediarios y mayoristas es muy deficiente (Mora 2011).

3.2.3 Rendimientos de maíz en Honduras

En el año 2000 se produjeron en Honduras un total de 543.078 t de maíz blanco en 378.558 ha. El rendimiento promedio nacional en el año 2000 fue de 1,4 t/ha, el cual estuvo relativamente por debajo del promedio de 1,8 t/ha en los trópicos, pero sobretodo con relación al promedio mundial de 4, 2 t/ha. Lo que nos da una referencia de la baja productividad de este cultivo. La baja productividad del maíz en Honduras es el resultado de su cultivo en suelos no aptos, incluyendo terrenos de laderas; de la baja capacidad económica de los agricultores, que no les permite la aplicación de insumos básicos y la mecanización del cultivo; y del uso de variedades criollas, que pese a estar adaptadas a condiciones ambientales desfavorables, tienen un bajo potencial productivo y son afectadas por enfermedades que reducen su calidad y rendimiento (Sotomayor *et al.*2006).

Según FINTRAC (2011), el cultivo de maíz tiene un promedio de productividad de 29 QQ por hectárea, y esto no llena las necesidades del productor ni las del país por lo cual somos netos importadores de este grano. Se estima que en gran parte la baja productividad de este cultivo es debido a los problemas fitosanitarios y las malas estrategias de control adoptadas por los agricultores.

3.3 Daño y efectos causados por enfermedades foliares en maíz

Mediante la fotosíntesis las plantas transforman el agua, las sales y el anhídrido carbónico en hidratos de carbono, los carbohidratos constituyen el sustrato más empleado por los vegetales para generar energía a través del proceso de la respiración y sirven de base para la síntesis de proteínas y lípidos. Los organismos que parasitan los tejidos foliares afectan la captura de radiación solar, la transferencia de los productos de fotosíntesis y la utilización de la energía química generada a partir de ese proceso. El efecto deletéreo causado por este grupo de microorganismos patógenos sobre la producción de granos tiene al menos dos causas principales: disminución del índice de área foliar (área de tejido foliar por área de suelo cubierto) y alteraciones en la redistribución de fotosintatos. En plantas sanas, los carbohidratos formados mediante la fotosíntesis se movilizan mediante un proceso de redistribución hacia tejidos en activo crecimiento (órganos en formación). De un modo similar, los tejidos enfermos también se constituyen en destinos de redistribución de carbohidratos solubles y minerales. Las infecciones causadas por microorganismos fitopatógenos normalmente incrementan la translocación de compuestos desde los tejidos sanos hacia los enfermos, así como la respiración (Annone, *et al*, s.f).

En plantas enfermas, particularmente aquellas afectadas por organismos biótrofos, uno o dos destinos se hacen dominantes sobre los otros y prosperan a expensas de ellos. En estados tempranos del proceso de patogénesis por algunos organismos biótrofos del tipo de las royas y los oídios, se incrementa la actividad fotoquímica, mientras que bacterias y hongos necro tróficos inducen significativas reducciones (Ferley, H sf).

Un caso extremo de estas modificaciones en plantas enfermas es la ocurrencia de áreas de tejido circundante a pústulas de royas que siguen funcionando como un destino para los productos de fotosíntesis, aun cuando el resto comienza a amarillarse y senescer. Los organismos causantes del complejo de manchas foliares limitan esos procesos. Su establecimiento y desarrollo pueden reducirse mediante la resistencia genética, el manejo cultural y la protección química (Annone, *et al*,sf).

3.4 Principales enfermedades foliares causadas por hongos en maíz

3.4.1 *Helmintosporium*

Se manifiesta con pequeñas lesiones ovales alargadas en las hojas bajas. Las lesiones progresan avanzando paralelas a la nervadura central y toman una coloración parda y forma de huso. Posteriormente, las lesiones se aumentan y cubren buena parte de la lámina foliar produciendo quemazón prematura de las plantas. Puede reducir rendimiento cuando se presenta durante la época de floración o antes, ocasionando pérdidas aproximadas de 50% (Según Poehlman. Citado por Gonzales, 2002).

3.4.2 Mancha parda

La mancha parda es causada por el hongo *Physoderma maydis* Miyabe (Syn. *P. Zeae – maydis* F.J. Shaw). Se presenta inicialmente por manchas redondeadas, muy pequeñas, de color amarillo y distribuidas por toda la lámina foliar. Los bordes de las hojas que presentan abundantes manchas amarillas se tornan ondulados (Varon, Y Sarria, 2007).

3.4.3 *Phaeosphaeria*

Según Varon, Y Sarria (2007) Induce manchas pequeñas, de color verde pálido, con borde pardo rojizo y con halo clorótico. A medida que avanzan se tornan de color blancuzco y

apariencia seca, pueden ser redondeadas o alongadas. Las lesiones al coalescer cubren buena parte de la lámina foliar y pueden llegar a inducir secamiento prematuro de las hojas.

3.4.4 Mancha anular

Es causada por el hongo *Leptosphaerulina australis* McAlpine. (Anamorphous) *Hyalothiridium* spp. Latterell & Rossi.). Afecta principalmente las hojas de la planta desde el tercio inferior al superior, dependiendo de la época de infección. Al inicio de la enfermedad las hojas presentan manchas redondas y acuosas. Dos semanas después las manchas se tornan necróticas, de color pajizo y anillos concéntricos. A contraluz se observa un halo clorótico de apariencia aceitosa (Ferley, H sf).

3.4.5 Curvularia

Los síntomas se caracterizan por la presencia de manchas cloróticas muy pequeñas, con apariencia aceitosa. En el centro de cada lesión se observa un punto pardo rodeado de un borde rojizo y halo clorótico. Sobre la lámina foliar se presenta gran cantidad de estas manchas, pero su efecto no es muy evaluado. En lotes con antecedentes del problema, la enfermedad se presenta de manera temprana con incidencia y severidad alta (Varon, Y Sarria, 2007).

3.4.6 Mancha por Diplodia

Stenocarpella macrospora puede afectar hoja y mazorca. En la hoja en estados iniciales se observan pequeñas manchas pardas con halo clorótico y de crecimiento irregular, en la parte central de la lesión se puede ver un punto circular de un pardo más intenso que el resto de la lesión, dando la apariencia de un ojo de pollo. A medida que la infección progresa las manchas avanzan abarcando gran parte de la lámina foliar, y conservan su halo clorótico (Ferley, H sf).

3.4.7 Bandeado de la hoja

Esta enfermedad es causada por *Thanatephorus cucumeris* (A.B. Frank) Donk (*Anamorpho Rhizoctonia solani* Kuhn), se caracteriza por manchas pardas que se desarrollan desde el borde de la hoja hacia la nervadura central en forma de bandas concéntricas, las cuales pueden abarcar gran parte de la lámina foliar (CIMMYT s.f.).

3.4.8 Royas

El maíz es afectado por varias especies de royas, siendo la más frecuente la roya común causada por *Puccinia sorghi* Schwein. Se manifiesta principalmente en las hojas, aunque puede afectar el tallo y la envoltura de la mazorca. Se presenta en forma de pústulas circulares o alongadas de color pardo o amarillentas, esparcidas sobre las hojas y cuando esporulan se tornan de color café, rojizas o casi negras. Las pústulas son erupentes en su fase final y emiten un polvillo de color ladrillo o café (CIMMYT 2004)

3.5 Mancha de asfalto

3.5.1 Etiología de la mancha de asfalto

Según Monterroso (1974) la mancha de asfalto es una enfermedad que afecta al maíz, causada por el ataque de un complejo de hongos *Phyllachora maydis*, *Monographella maydis* y *Coniothyrium phyllachorae*. 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 phyllachorae*, es un hiperparásito de los hongos anteriores que le confiere una textura ligeramente áspera al tejido necrótico. En

vista de que esta es una enfermedad relativamente nueva no se ha realizado los estudios necesarios para determinar el momento exacto en el que atacan pero según la experiencia de muchos productores la enfermedad comienza en la prefloración o en la floración y será extremadamente grave si se presenta en etapas tempranas (V8 hacia atrás)

3.5.2 Patogenia de la mancha de asfalto

La enfermedad se origina con la penetración de *Phyllachora maydis*, produciendo una manchita negra con apariencia de asfalto, esta es seguida por la penetración del hongo *Monographella maydis*, produciendo, alrededor de la mancha de asfalto, otra de color marrón, causando lo que algunos patólogos llaman ojo de pescado. En todos los estromas de *P. Maydis* se asienta el hiperparásito *Coniothyrium phyllachorae* Maublanc. Los síntomas pueden variar de acuerdo a diferentes situaciones. La primera es la evolución de la enfermedad en el tejido de la planta. Es importante mencionar la reacción de hipersensibilidad en algunos materiales de maíz, al manifestar una muy alta susceptibilidad mediante la oxidación brusca del tejido circundante a la lesión y que se amplía de acuerdo a la conformación de las venas de la hoja del maíz. Otra situación es la interacción de *P. maydis* y *M. maydis* con otros patógenos de manera simultánea, agravando el cuadro de la enfermedad. Eventualmente, la mancha de asfalto se presenta en las brácteas de la mazorca y llegar a invadir los granos provocando pudrición y germinación prematura (Monterroso 1974).

3.5.3 Epidemiología de la mancha de asfalto

Los hongos pueden sobrevivir hasta por cinco meses en el rastrojo, la enfermedad se manifiesta con mayor intensidad durante el invierno con un rango de temperatura de 17-22 °C, una humedad relativa media >75%. 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. El período de incubación de *P. maydis* fue de 12 a 15 días y la mayoría de las

ascosporas se liberaron dentro de 3 semanas después de la formación de los ascostromas, Esta enfermedad 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 altos pesados o con tendencia al encharcamiento, siendo favorecida por temperaturas entre los 17 y 22 °C, con una humedad relativa superior al 75 % (Varon y Sarria, 2007).

3.5.4 Mancha de asfalto en Honduras

En Honduras los primeros reportes de mancha de asfalto como problema se registran a partir del 2007, volviéndose la enfermedad fungosa más importante en la producción de maíz ya que puede ocasionar pérdidas hasta del 90% de la producción si se deja sin ningún control y el clima lo favorece. Todas las variedades criollas y comerciales en Honduras son susceptibles a la Mancha de Asfalto, así que se debe de estar pendiente de esta enfermedad para realizar la aplicación a tiempo y minimizar las pérdidas de rendimiento (Carmona sf).

La enfermedad ha sido un problema serio para la producción de maíz en Honduras afectando principalmente la zona Centro Occidental (Comayagua, Occidente, Centro Oriental (Danli) y Nororiental (Olancho). (FINTRAC 2011).

3.5.5 Control de la mancha de asfalto

Es muy importante para el control de la Mancha de Asfalto la identificación de los síntomas de manera temprana, para ello es necesario un monitoreo constante en la parcela de producción, desde que la planta tiene ocho hojas, hasta que la planta llega a la formación de elote, porque es en esta etapa donde la enfermedad se presenta con mayor frecuencia (Hernández, *et al.* 2009).

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

No sembrar en lotes con antecedentes de prevalencia de enfermedades y cercanos a las riberas de los ríos y con tendencia a encharcamiento, realizar monitoreo frecuente en el cultivo desde su emergencia, con mayor énfasis a partir de los 40 días después de la germinación, permitirán detectar los síntomas iniciales de esta enfermedad. Lotes cuya siembra se realiza muy temprano o muy tarde, son generalmente más afectados y contribuyen a la diseminación de estos patógenos (I.C.A, 2007).

Otra práctica que ayuda a prevenir la aparición de mancha de asfalto y a controlar su diseminación en la planta es el control de malezas; se debe mantener el cultivo lo más limpio posible principalmente en las primeras etapas del cultivo; así mismo los abusos de fertilizantes con base nitrogenada promueven el desarrollo de los hongos por eso se recomienda aplicar al cultivo solo la dosis que sea necesaria debido a que una planta muy vegetativa es el sitio perfecto para los hongos, pues estos organismos vivos deseados de clorofila (CIMMYT sf).

A. Control biológico de la mancha de asfalto

Algunos estudios realizados demuestran que el uso de *Trichoderma* spp es un buen aliado para el control de la mancha de asfalto. *Trichoderma* spp toma nutrientes de los hongos (a los cuales degrada) y de materiales orgánicos ayudando a su descomposición, por lo cual la incorporación de materia orgánica y compostaje le favorecen; también requieren humedad para poder germinar, la velocidad de crecimiento de este organismo es bastante alta, por esto es capaz de establecerse en el suelo y controlar enfermedades (Monterroso sf).

B. Control cultural de la mancha de asfalto

El manejo del rastrojo es una práctica cultural muy efectiva que garantiza baja incidencia de la enfermedad en el siguiente ciclo. Incorporar al suelo, enterrar o quemar los rastrojos, baja el inóculo residual; no solo afecta el inóculo residual, sino que también evita que se convierta en inóculo inicial, consecuentemente, retarda el inicio de la epidemia. La desventaja es que la práctica de la quema ha sido restringida por el riesgo de los incendios forestales. Otra acción recomendada es el uso de enmiendas orgánicas, constituido de la mezcla de desechos vegetales y animales (residuos de cosechas, excrementos de animales domésticos como: aves, caballos, vacunos, cerdos). Las enmiendas orgánicas al suelo fortalecen la planta, este vigor enriquecido con micro elementos puede detener el crecimiento de la epidemia. Otro aspecto no menos importante es la fecha de siembra, no se deben realizar siembras anticipadas ni mucho menos muy tardías, pues las tempranas serán un foco de contaminación para las siembras tardías y las tardías van a facilitar el desarrollo de la epidemia (Monterroso 1974).

También se debe considerar la importancia del control de malezas, procurando mantener el cultivo completamente limpio principalmente durante las primeras etapas, por otro lado se debe utilizar las dosis de fertilizante recomendadas nunca se debe aplicar ni más ni menos fertilizante principalmente nitrógeno, tampoco se deben usar genotipos susceptibles, y se deben hacer rotación de cultivos (Hernández, *et al.* 2009).

C. Control químico de la mancha de asfalto

- **Fungicidas**

Los fungicidas son productos fitosanitarios que actúan sobre Hongos patógenos, organismos parásitos, capaces de producir enfermedades criptogámicas. Los hongos son microorganismos eucariotas, que se caracterizan por tener pared celular, y material

hereditario (núcleo), que son incapaces de fotosintetizar; se reproducen por vía sexual o asexual y en los dos casos van a proliferar en esporas. Las esporas son entonces células reproductivas que generalmente se desarrollan luego de una etapa de hibernación o latencia que puede durar mucho tiempo, y por lo cual están preparadas para resistir condiciones climáticas muy adversas, de temperatura y humedad, y suelen ser transportadas por diferentes vectores a grandes distancias desde donde se originaron. Esto hace que su control y erradicación sean dificultosos. Los hongos que subsisten a expensas de organismos vegetales pueden reducir considerablemente los rendimientos agrícolas (Fungicidas sf)

Los fungicidas según su tipo de aplicación pueden ser de tratamiento de suelo, para el control de hongos que parasitan órganos subterráneos y/o semillas en germinación o bien de tratamiento de semillas que es un tratamiento preventivo que se realiza a la semilla previa a la siembra para controlar los hongos presentes en el suelo. También pueden ser de tratamiento a las plantas para controlar enfermedades provocadas por hongos que afecten a tallos, hojas, flores y frutos; en este caso están los fungicidas de contacto, que actúan en el lugar donde hacen contacto con la planta, y no son capaces de penetrar en el interior del vegetal y también están los sistémicos, que atraviesan la cutícula y traslocan vía floema hacia otros puntos distantes de la planta. Estos controlan hongos endófitos, o de crecimiento interno (Casafe 2007).

La utilización de fungicidas de contacto y sistémicos para el control de la mancha de asfalto es una práctica recomendada y muy utilizada. Dentro de las ventajas, es una tecnología disponible de manera inmediata, no obstante algunas veces es de difícil acceso para algunos productores, quienes no tienen la capacidad económica para la adquisición de fungicidas y de tecnología adecuada de manejo agronómico. El uso y requerimiento de los fungicidas se incrementa cada vez más por los agricultores, no obstante, debe de prevalecer el concepto de antiresistencia para evitar mayores problemas, esto puede evitarse con el buen uso de dichos productos (Hernández, *et al.* 2009).

3.6 Fungicidas evaluados

3.6.1 Epoxiconazol + Carbendazim

Duet 25 SC es un fungicida de acción preventiva y curativa, compuesto de dos ingredientes activos, Carbendazim y Epoxiconazol, ambos con propiedades sistémicas y amplio espectro de control, el Carbendazim pertenece al grupo de los benzimidazoles e inhibe el desarrollo del tubo germinativo, la formación de apresorios y el crecimiento de micelio el Epoxiconazol, un triazol, inhibe la biosíntesis del ergosterol.

Modo de acción: Los dos triazoles que componen Duett PLUS pertenecen a la familia de los inhibidores del ergosterol (IBE), con acción sistémica, de larga residualidad. Esta mezcla tiene una sistémica acropétala (de abajo hacia arriba). Actúa en forma preventiva, curativa y erradicante sobre las hojas expuestas en el momento de la aplicación. (Según Syngenta, citado por Meraz, 2010).

3.5.2 Carbendazim 50%

Derosal 50 SC, es un fungicida sistémico de acción protectora y curativa, provee protección contra distintas enfermedades, su ingrediente activo es Carbendazim 50%, que da protección prolongada al cultivo. Estimula el crecimiento de las plantas coloca las plantas en condiciones óptimas para el trasplante, es totalmente soluble en agua, fácil de dosificar.

Modo de acción: es un fungicida sistémico preventivo y curativo de amplio espectro. La sustancia activa es absorbida por la planta tanto a través del tallo y las hojas como de las raíces, siendo conducido a través del xilema con la corriente de transpiración (transporte acropetal). Después de una penetración adecuada se observa un movimiento translaminar dentro de la hoja y también puede ser aplicado al suelo. Impide la división celular y la

formación del uso acromático durante la profase, es también un inhibidor de la formación de la tubulina. Necesita para poder actuar, que los hongos estén en crecimientos (mitosis). De esta formadosalinhibe la mitosis (Bayer sf).

3.5.3 Tiofanato metílico 50%

Cycosin es un fungicida sistémico que controla muchas enfermedades, tiene acción preventiva y curativa; cycosin presenta características protectantes y curativas, con movimientos sistémicos.

Modo de acción: Trabaja sobre la respiración celular como el compuesto original (metiltiofanatol), luego dentro de la planta se transforma en MBC (Metil-2-benzimidazol carbamato), substancia que impide la formación del uso acromático durante la profase en la mitosis. Se puede aplicar en cualquier estado incluyendo la floración, tiene acción contra las enfermedades más importantes de la raíz en los cultivos vegetales (Syngentasf)

3.5.4 Propiconazole 25%

Es un fungicida sistémico perteneciente al grupo químico de los triazoles. Su característica sistémica y su amplio rango de acción (Ascomicetos, Basidiomicetos, Deuteromicetes), lo hacen apropiado para su utilización en el tratamiento de la mayoría de las enfermedades.

Modo de acción: Interfiere en la biosíntesis del ergosterol, que es un constituyente natural de las paredes celulares, lo que provoca la pérdida de funcionalidad de las mismas. Propiconazole se absorbe vía foliar, aproximadamente una hora después de su aplicación, siendo transportado por el xilema. Actúa también en su fase de vapor, mejorando aún más su distribución en la planta. Es un producto preventivo, curativo y erradicante, es recomendable aplicarlo antes, durante y después del período infeccioso de la enfermedad o cuando las condiciones ambientales sean propicias para el desarrollo de la

misma. Propiconazole actúa deteniendo la infección inicial y la esporulación de las lesiones avanzadas (manchas), del patógeno (Grupo colono, sf).

3.5.5 Tebuconazole + Trifloxistrobin

Nativo es un fungicida compuesto por Tebuconazole (triazol) y Trifloxistrobin (estrobilurina), la combinación equilibrada para controlar rápidamente las enfermedades foliares, prevenirlas y tener la residualidad suficiente, con una relación costo beneficio adecuada. Su fórmula es recomendada especialmente para gramíneas.

Modo de acción: El tebuconazole detiene rápidamente el desarrollo del hongo, aportando un fuerte control inicial, aun así si la enfermedad estuviera avanzada, provee una acción curativa adicional y evita cepas resistentes. Por otro lado, el Trifloxistrobin, última generación de estrobilurinas, evita la germinación y el desarrollo de las esporas. Tiene un potente efecto preventivo, con excelente acción residual, gracias a la alta afinidad del producto con la cera de la hoja (Bayer sf).

3.5.6 Captan 50%

Es un fungicida de contacto, con muy buena fitocompatibilidad para el control preventivo y curativo de enfermedades fungosas. Usado en aspersión foliar así como para la desinfección del suelo, de la semilla y de las plántulas antes de su trasplante.

Modo de acción: Interfiere el mecanismo de respiración de los hongos por lo que inhibe la germinación de las esporas y dificulta el crecimiento y desarrollo micelial. No controla oídios. Pueden producirse daños si se usa Captan 50 PH, con una aspersión de aceite inmediatamente antes o después de ella. CAPTAN® 50 PH, si se usa en concentraciones superiores a las recomendadas, puede ocasionar un manchado necrótico en las hojas tiernas de ciertas variedades de frutales (Agro.basf.sf).

IV MATERIALES Y MÉTODO

4.1 Localización del experimento

El presente trabajo se realizó en el departamento de Copan, en la comunidad de La pintada a 3 km del municipio de La Entrada, donde se presenta una temperatura promedio de 22°C, una precipitación de 1893 mm anuales, humedad relativa de 77%, altitud de 650 msnm y una latitud de 14°54'04"N y una longitud de 88°57'02"O. La investigación se desarrolló durante los meses de mayo a septiembre del año 2013.

4.2 Materiales y equipo

Como material genético de maíz se utilizó el híbrido valla verde, fertilizante 18-46-0, 46-0-0, sulpomagKCl y los diferentes fungicidas a evaluar. Se utilizó también machete, azadón, cabuya, tubo marcador, cinta métrica, pie de rey, regla, balanza analítica, bombas de mochila, libreta de campo, lápiz, baldes, copas Bayer, estacas, estadia.

4.3 Manejo del experimento

4.3.1 Preparación del terreno y siembra

Se delimitó el área que se utilizó en la investigación, luego se aplicó glifosato, seguidamente se procedió a la limpieza del área, donde se utilizó labranza convencional con dos pase de arado y otro de rastra, luego se hizo el trazado del diseño del área del ensayo. La investigación contó con cuatro parcelas con un área de 294 m² dividido en siete subparcelas de 42 m² cada una, lo que da un total de 1,176 m². La siembra se realizó el 25 de mayo del 2013, manualmente con un espeque (palo puntiagudo); con un distanciamiento

de 20 cm entre plantas y 150 cm entre hileras, depositando una semilla por sitio y se sembró a doble hilera. La semilla fue protegida con aplicación de Semevin 35 SC, en dosis de 3cc/lb de semilla

4.3.2 Fertilización

Se realizaron tres fertilizaciones, la primera se hizo el 25 de mayo al momento de la siembra, utilizándose formula 18-46-0 a razón de 76 Kg/ha (10 Kg/ha de N, 24Kg/ha de P, 0 Kg/ha de K) y 29 Kg/ha de sulpomag. Luego se realizó una segunda fertilización el 20 de junio cuando el maíz tenía 25 días, utilizando nitrato de amonio (94 Kg/ha) y KCl (13 Kg/ha). Seguidamente se hizo una tercera fertilización el 20 de julio, a los 45 días de nacido, utilizando nitrato de amonio (141 Kg/ha) y KCl (20 Kg/ha).

4.3.3 Manejo de malezas

Después de preparar el terreno se procedió a controlar malezas pre-emergentes haciendo uso de Pendimetalina a una dosis de 1 L/ha. 15 días después de la siembra se aplicó una mezcla de 150 ml Prowl 50 EC (Pendimetalina) más 200 grde Gesaprim 90 GDA (Atrazina) utilizando una bomba de mochila de 20 lts, a esta mezcla se le agregaron 150 gr. De roundup (glyphosato) para controlar las malezas existentes. Se pretendía hacer un nuevo control de malezas pero no se realizó debido a que no se le estaba presentando la mancha de asfalto a productores vecinos así que se obvió el control de malezas con el fin de proporcionar un microclima que favoreciera el desarrollo de los hongos esto permitió evidenciar rápidamente pústulas de mancha de asfalto.

4.3.4 Manejo de plagas

Al momento de la siembra se aplicó a la semilla insecticida Cyhalothrina 35 SC 20 ml por Kg de semilla). Para el control de diabrotica (Diabroticaspp) se hizo una aplicación del insecticida de contacto Karate (Lambda'-Cyhalothrina 25%) a los ocho días después de la siembra, en dosis de 30 ml por bomba de mochila de 20 litros. Para el control del gusano cogollero (*Spodopterafrugiperda*)se hicieron aplicaciones del mismo insecticida post siembra, previo a un muestreo para determinar la presencia de la plaga en el cultivo.

4.3.5 Aplicación de fungicidas

Antes de la aplicación de los fungicidas se realizaron monitoreos para detectar la presencia de la enfermedad, utilizando la escala de niveles de la enfermedad y porcentaje de área foliar dañada (Ver figura 1). El primer monitoreo se realizó a los 21 días después de la siembra y posteriormente se realizaron monitoreos semanales.

Las primeras pústulas se evidenciaron a los 30 días después de la siembra las cuales se diseminaron rápidamente por lo que las aplicaciones se realizaron en presencia de la enfermedad a los 40 días, la primera aplicación se realizó el día 5 de julio con un nivel de incidencia de 54 %, realizando la segunda a los 15 días después de la primera aplicación el 20 de julio del 2013.

Cuadro 1. Descripción de los seis fungicidas utilizados en la investigación y su dosificación

Fungicidas comercial	Ingrediente Activo	Dosis
Duet 25 SC	Carbendazim + Epoxiconazol	0.75- 1 Lt/Ha
Derosal	Carbendazim 50%	600 ml/Ha
Cycosin	Tiofanatometílico 50%	900 ml/Ha
Propilac 25 SC	Propiconazole 25%	390 ml/Ha
Kaptan 50 SC	Captan 50%	1.2 K/Ha
Nativo	Tebuconazole + Trifloxistrobin	270 gr/Ha

4.3.6 Cosecha

La cosecha se realizó después de que el grano de maíz alcanzo su madures fisiológica. Para efecto de la obtención de los respectivos datos, se cosecharon los dos surcos eliminándose dos planta de cada extremo, esto se hizo para reducir efecto de borda, lo que dejó un área útil de 18 m² por cada tratamiento y un total de 130 plantas cosechadas

4.4 Diseño experimental

Para el desarrollo del experimento se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA), con siete tratamientos y cuatro repeticiones por cada tratamiento. Cada unidad experimental constó de 18 m² de área útil. La separación entre bloques fue de tresmts.

4.4.1 El modelo estadístico utilizado fue:

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

Dinde.

$i=1,2,\dots,t$

$j=1,2,\dots,r$

μ = Parámetro, efecto medio

τ_i = Parámetro, efecto del tratamiento I

β_j = Parámetro, efecto del bloque j

ϵ_{ij} = valor aleatorio, error experimental de la u.e. i,j

Y_{ij} = Observación en la unidad experimental

4.5 Variables evaluadas

4.5.1 Incidencia

Para cuantificar la incidencia se realizaron muestreos semanales a partir de los 22 días después de la siembra, se seleccionaron 30 plantas al azar y se contaron plantas que manifestaron los síntomas de la enfermedad y se dividió entre el número de mazorcas seleccionadas multiplicándolo por 100.

$$Incidencia = \frac{\text{Plantas con sintomas}}{\text{plantas seleccionadas}} \times 100$$

4.5.2 Área foliar afectada (AFA)

Se seleccionaron 10 plantas al azar y se midió esta variable semanalmente evaluando la cantidad de tejido dañado por efecto de la enfermedad; para ello se hizo uso de la siguiente escala.

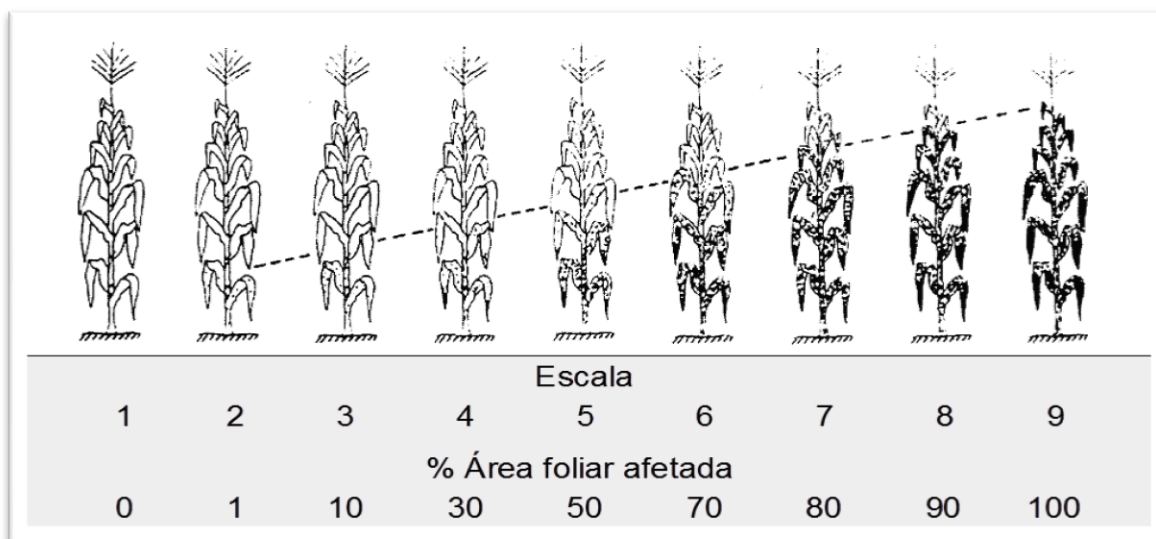


Figura 1. Escala para medición de área foliar afectada

Forma en que se utilizó la escala

Para tomar los datos de AFA se hizo uso de la observación, tratando de cuantificar los daños de la manera más objetiva posible (Ver anexo 1)

4.5.3 Altura de planta

Para medir esta variable se seleccionaron diez plantas del área útil de cada unidad experimental, midiendo la distancia en metros desde la base del suelo hasta la inserción de la espiga con una estadía.

4.5.4 Mazorcas por planta

Se evaluó en 10 plantas al azar por tratamiento, contando el número de mazorcas en buen estado de cada planta obtenidas en el ensayo

4.5.5 Longitud de la mazorca

Esta variable se obtuvo seleccionando 10 mazorcas al azar, del total cosechada por parcela útil, midiéndose la distancia en centímetros, desde la base de la mazorca hasta el ápice de la misma, haciendo uso de una regla graduada en centímetros.

4.5.6 Diámetro de la mazorca

El promedio del diámetro de la mazorca se obtuvo realizando la medición con un pie de rey, midiendo el grosor en milímetros, para esta variable se utilizaron las mismas mazorcas descritas en el inciso anterior.

4.5.7 Hileras por mazorca

Se procedió a tomar las mismas diez mazorcas utilizadas en el inciso anterior, a las que se les contaron las hileras, para obtener un dato promedio.

4.5.8 Número de granos por hilera

Después de haber realizado el conteo de hileras por mazorca, se procedió a contar el número de granos por hilera.

4.5.9 Rendimiento

Para tomar este dato se tomaron todas las mazorcas buenas del área útil, se tomaron diez mazorcas de cada parcela útil y luego se procedió a desgranarlas para obtener el índice de desgrane mediante la siguiente fórmula.

$$ID = \frac{\text{Pesodelgrano sin olote}}{\text{pesodelgranoconolote}}$$

Para obtener el peso de campo se hizo uso de la siguiente fórmula.

$$\text{Rendimiento kg/ha} = ID \frac{PC(KG) * 10,000m^2}{AU (m^2)} \frac{100 - \%H^{\circ}G}{100 - \%H^{\circ}A}$$

Dónde:

ID = índice de desgrane

PC = Peso de campo

AU = Área útil

H°G = Humedad del grano a cosecha. Para calcular este dato se utilizó un higrómetro electrónico.

H°A = Humedad de almacén (según expertos se debe almacenar al 13%). (Saravia, 2011),

4.5.10 Análisis beneficio costo

Este cálculo se realizó utilizando como parámetro el testigo con respecto a los otros tratamientos, utilizando la siguiente formula:

$$RBC = \frac{(Ra - Rt)(P)}{(Ca - Ct)}$$

Dónde:

RBC: relación beneficio costo

Ra: rendimiento del tratamiento

Rt: rendimiento del testigo

P: precio

Ca: costo del tratamiento

Ct: costo del testigo

4.6 Análisis estadístico

A los datos que se obtuvieron de las variables se les aplicó un análisis de varianza al 5% (0.05) de significancia y una prueba de medias de Tukey(LSD) a ($p \leq 0.05$) para aquellas que resultaron significativas. El análisis estadístico se realizó utilizando el paquete estadístico, SAS. También se hizo un análisis de correlación entre las variables.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el desarrollo del ensayo se presentó una temperatura promedio de 23° C con una precipitación mensual de 500 mm, se mantuvo una humedad relativa de 75%, esto durante los meses de mayo a septiembre del 2013; dichos aspectos climáticos fueron favorables para el desarrollo de la mancha de asfalto.

La mancha de asfalto se presentó en el cultivo 30 días después de la siembra a partir de entonces las pústulas se manifestaron en la mayoría de las plantas, pero no en todas de la misma manera. La aparición de la enfermedad de alguna manera fue inducida, pues en vista de que la enfermedad no se manifestaba se disminuyó el control de malezas a fin de crear el microclima idóneo para que los hongos se presentaran.

5.1 incidencia

En todos los tratamientos evaluados la incidencia manifestada fue alta pues los síntomas se presentaron en la mayoría de las plantas. En vista de que los fungicidas probados eran de carácter curativo el cultivo se mantuvo sin ninguna protección hasta los 40 días, los productos se aplicaron teniendo un promedio de incidencia de 54%. La alta incidencia de la enfermedad demuestra que las condiciones que presenta la zona son apropiadas para que se presente *Phyllachora maydis*, que es el hongo responsable de la aparición de pústulas y desde luego es el punto de referencia o el indicador de incidencia de la enfermedad en la planta.

Cuadro 2. Incidencia de la mancha de asfalto en maíz (%)

Tratamiento	Incidencia (%)	
	60 días después de la siembra	80 días después de la siembra
Carbendazim + Epoxiconazol	56	56 A
Propiconazole 25%	61	64 A
Tebuconazole + Trifloxistrobin	61	66 B
Carbendazim 50%	63	69 B
Tiofanatometílico 50%	65	70 C
Captan 50%	72	82 D
Testigo	76	85 D

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($\alpha = 0.05$), según la prueba de Tukey.

Esta variable presentó diferencias estadísticas altamente significativas ($P < .0001$) entre los tratamientos (ver anexo 2), destacándose Carbendazim + Epoxiconazol con una incidencia de 56% y en segundo lugar se encuentra Propiconazole 25%. La mayor incidencia se evidenció con el testigo cuya media fue de 85% y con un comportamiento parecido se encontró Captan 50% con una media de 82%. Este último muestreo fue realizado a los 80 días después de la siembra.

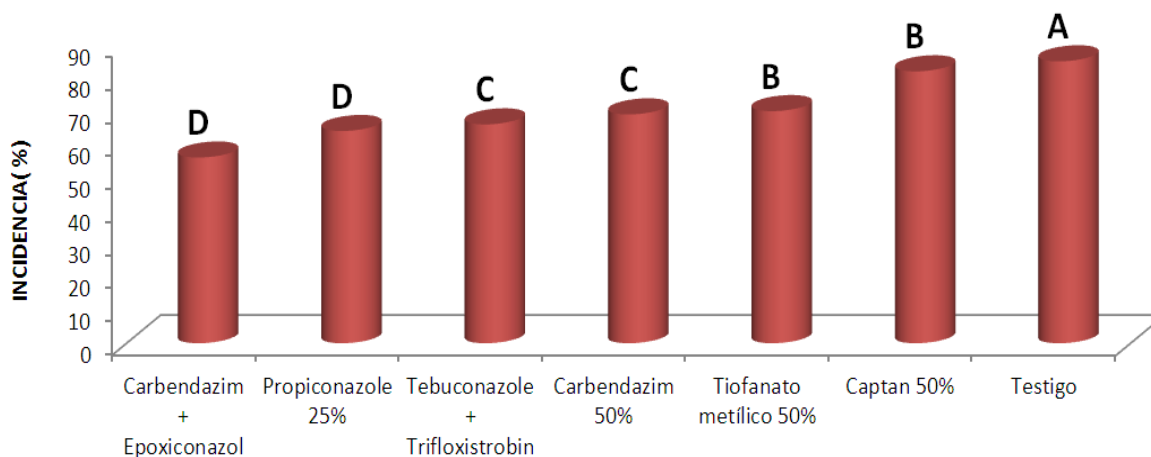


Figura 2. Porcentaje de incidencia final de mancha de asfalto.

La alta incidencia de la enfermedad en presencia del tratamiento Captan 50% se debe a que este fungicida es de contacto, por lo tanto solo tuvo acción sobre el tejido al que se aplicó, pero el tejido nuevo estuvo sin ninguna protección a la vez la incidencia era muy alta y captan se recomienda en etapas iniciales de la enfermedad, otro detalle es que en una aplicación, nunca se cubre el 100% de la planta por lo tanto aquellas partes afectadas a las que el producto no llegó, fueron un foco de contaminación para esa planta y las demás. En el caso de Carbendazim + Epoxiconazol, es un fungicida sistémico con doble acción pues está compuesto por dos triazoles ambos con acción curativa y por su alta residualidad puede controlar el patógeno por más tiempo. Esta variable es de vital importancia pues nos permite conocer la virulencia del patógeno y el potencial de infección del mismo.

5.2 Área foliar afectada (AFA)

A pesar de la alta incidencia de la enfermedad, en los tratamientos evaluados se encontró una baja severidad, es decir que el tejido afectado por la mancha de asfalto fue poco. Las aplicaciones se hicieron cuando el nivel de AFA era de 2.14.

Cuadro 3. Nivel de AFA semanal de la mancha de asfalto

Tratamientos	Evaluación de AFA/ días después de la siembra					
	48	56	64	72	80	88
Carbendazim + Epoxiconazol	2.2	2	1.9	1.8	1.7	1.7 A
Propiconazole 25	2.1	2.1	1.9	1.7	1.8	2.7 A
Tebuconazole + Trifloxistrob	2.5	2.6	2.6	2.6	2.7	2.7 B
Tiofanatometílico 50%	2.3	3.1	3.2	3.4	3.2	3.3 B
Carbendazim 50%	2.3	3	3.2	3.3	3.6	3.4 C
Captan 50%	2.8	2.9	3.2	3.5	3.9	3.9 D
Testigo	3.2	3.3	3.3	3.7	4	4.1 D

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente entre si ($\alpha = 0.05$), según la prueba de Tukey.

Esta variable mostró una diferencia altamente significativa ($P < .0001$ ver anexo 3) entre los tratamientos a los 88 días, destacándose con mejores resultados el tratamiento Carbendazim + Epoxiconazol con una media final de 1.7 y con una media similar se comportó Propiconazole 25% cuya media fue de 1.9. Estos tratamientos según la prueba de medias se comportan de la misma manera, el tratamiento que tuvo la media más alta fue el testigo con 4.1 y seguido de él se encontró Captan 50% con una media de 3.9 y estadísticamente estos dos se comportaron igual.

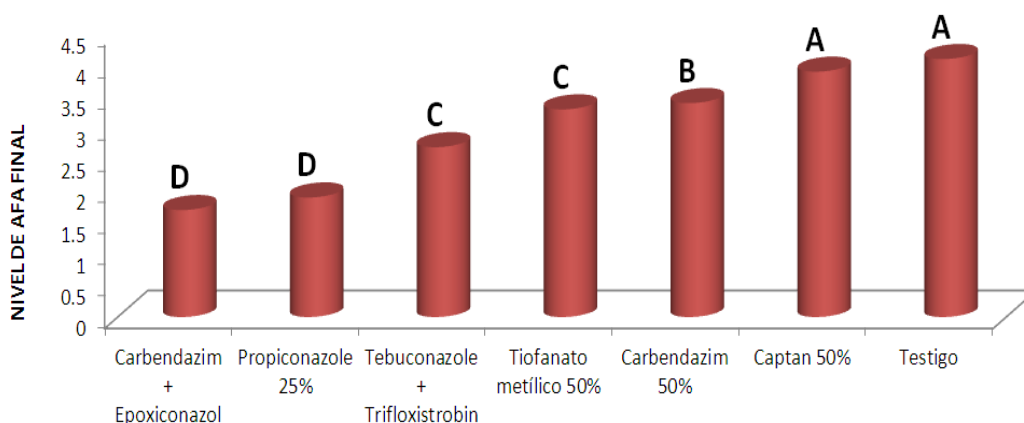


Figura 1. Promedios de AFA por la mancha de asfalto

El bajo nivel de área foliar afectada a pesar de la basta presencia de *Phyllachora maydis* (en vista de la alta incidencia), probablemente se debió a que el ambiente no fue el apropiado para que los otros hongos expresaran su potencial, pues se quedó corta la participación de estos en el desarrollo de la enfermedad; por otro lado actúa también la eficiencia de los fungicidas y es notorio como el testigo absoluto muestra la mayor severidad al igual que Captan 50% que no mostró un buen efecto.

Lo anterior puede asociarse con el mecanismo de acción del Captan 50% que actúa sobre las esporas y el desarrollo micelial evitando el desarrollo de los hongos, lo que muestra su acción preventiva, pero una vez que el hongo está establecido para Captan 50% es difícil controlarlo, por ello este producto se debe usar en las etapas iniciales y en este caso la incidencia era alta, esto fue necesario para evaluar el control curativo de la aplicación, a la

vez el intervalo de aplicaciones utilizado no permitió que Captan 50% actuara a un 100% pues como este es un producto de contacto lo ideal sería hacer aplicaciones semanales de manera que el tejido nuevo también este protegido, o simplemente cambiarlo por un producto más eficiente como Carbendazim + Epoxiconazol que fue el producto que mejor se comportó. El comportamiento de Carbendazim + Epoxiconazol es el resultado de su modo de acción que impide la división celular evitando que el patógeno siga su curso y al ser un producto sistémico con alta residualidad actúa en toda la planta por más tiempo. Conocer el nivel de AFA permite saber cuánto tejido se perdió o la disminución de la capacidad fotosintética de la planta y con ello se puede estimar de antemano el rendimiento que se obtendrá.

5.3 Altura de planta

En el cultivo de maíz una planta muy alta no es deseable. La altura de planta tiene importancia en la tolerancia a los vientos, pues las variedades más altas, son por lo general susceptibles al acame, lo que es sinónimo de pérdidas para el productor.

Los datos obtenidos al ser sometidos al análisis de varianza muestran que estadísticamente existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos ($P \leq 0.0001$) (Ver anexo 4). En esta variable la mayoría de tratamientos se comportaron de manera similar, pero sobresale la molécula Carbendazim 50% cuya media fue de 2.5 m mientras que la media general para esta variable fue de 2.4

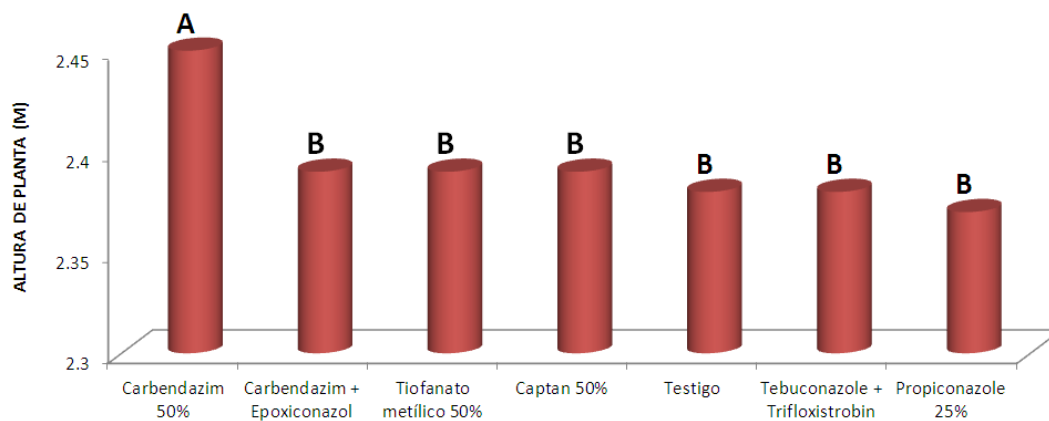


Figura 2. Promedios de altura de planta (m)

El comportamiento de Carbendazim 50%(tratamiento con mayor altura de planta) es debido a que esta molécula estimula el desarrollo vegetativo de la planta. Una planta con mayor tejido vegetal es una planta con mayor capacidad fotosintética pero a la vez es una planta con gran probabilidad de acame de tallo o de raíz. Los demás tratamientos no promueven el crecimiento de la planta por ello se comportaron de manera similar, sin mostrar efectos diferentes sobre esta variable.

5.4 Componentes de rendimiento

5.4.1 Número de mazorcas por planta

Estadísticamente esta variable muestra una diferencia altamente significativa entre tratamientos ($P < .0001$)(Ver anexo 5). Según la prueba de medias, el mayor número de mazorcas se evidenció con Carbendazim + Epoxiconazol cuya media fue 1.12 mientras que el menor número de mazorcas fue el obtenido con el testigo que tuvo una media de 0.88 seguido del tratamiento Captan 50% cuya media es 0.92. Los demás tratamientos se comportaron de la misma manera con una media de una mazorca por planta.

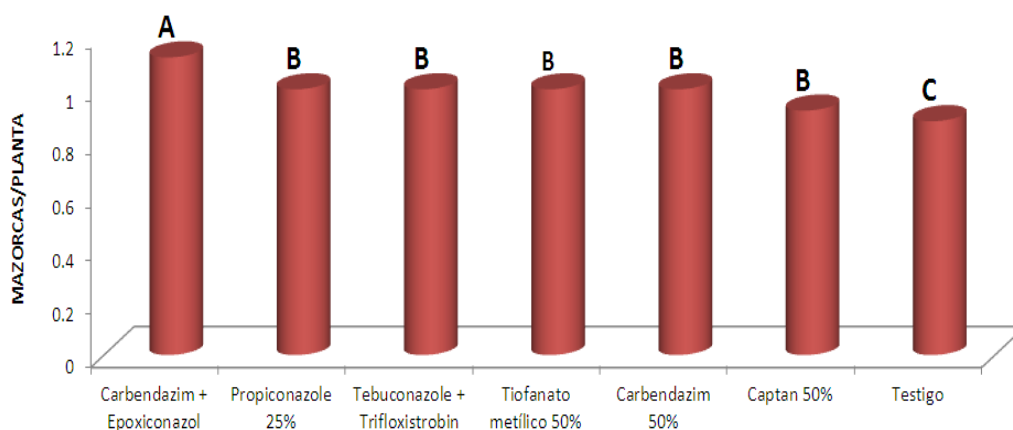


Figura 5. Número promedio de mazorcas por planta

El número de mazorcas es un factor que generalmente depende del material genético con que se trabaje, pero en este caso los resultados obtenidos dependen también de otros factores. Se puede observar que el tratamiento con menor porcentaje de área foliar afectada es el que mostró el mayor número de mazorcas, esto debido a que al tener la planta mayor cantidad de tejido sano, su capacidad fotosintética es mayor y por ello la planta tiene más fotoasimilados y mayor cantidad de energía disponible para la producción de mazorcas. Ocurrió lo contrario con el testigo, que al tener mayor cantidad de tejido dañado, tubo también menor energía para la formación de mazorcas; lo mismo paso con Captan 50% que se comportó de manera muy similar al testigo.

5.4.2 Longitud de mazorca

Se encontró una diferencia estadística altamente significativa a nivel de tratamientos ($P < .0001$). El tratamiento que mostró mayor longitud de mazorca fue Carbendazim + Epoxiconazol cuya media fue 16.2 cm. Tanto el testigo como Captan 50% tienen una media similar siendo estas las longitudes de mazorca menores.

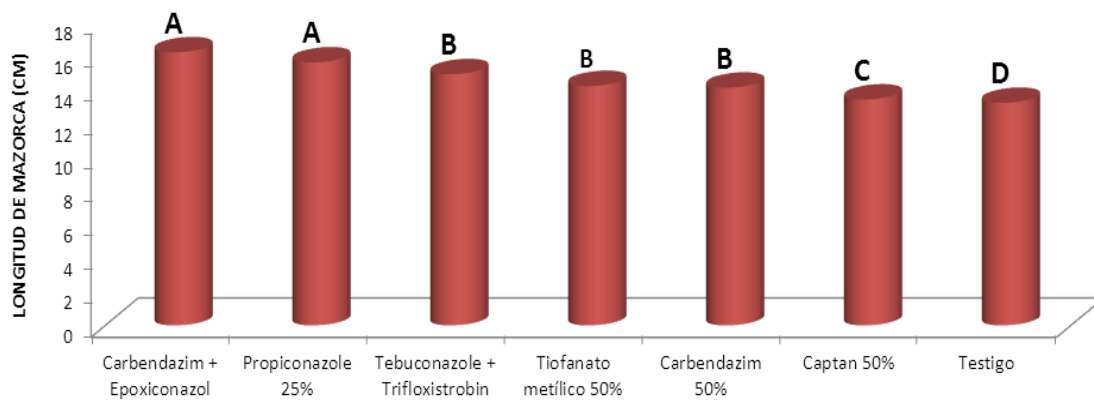


Figura 3. Promedio de longitud de mazorcas (cm).

En esta variable Carbendazim + Epoxiconazol fue el tratamiento con el que se obtuvieron las mazorcas más largas con 16.2 cm, esto ocurrió debido a que las plantas de donde procedían estas mazorcas eran las que tenían menor cantidad de área foliar afectada y menor cantidad de síntomas de la enfermedad lo que repercutió directamente dando como resultado mazorcas más largas. En el caso del testigo y Captan 50% que fueron los tratamientos que manifestaron mayor incidencia y severidad fueron los que presentaron mazorcas más cortas. Esta variable es de mucha importancia para los productores, pues se espera que las mazorcas más largas sean las que mayor cantidad de maíz aporten.

5.4.3 Mazorcas podridas

Para esta variable existió una diferencia alta desde el punto de vista estadístico entre tratamientos (Ver anexo 7). Sobresalió Carbendazim + Epoxiconazol con el mayor número de mazorcas viables teniendo una media del 96% y en segundo lugar el tratamiento Propiconazole 25% y Tebuconazole + Trifloxistrobin, ambos con una media de 91% y los tratamientos con medias más bajas fueron el testigo con un 78% y Captan 50% con un 80%.

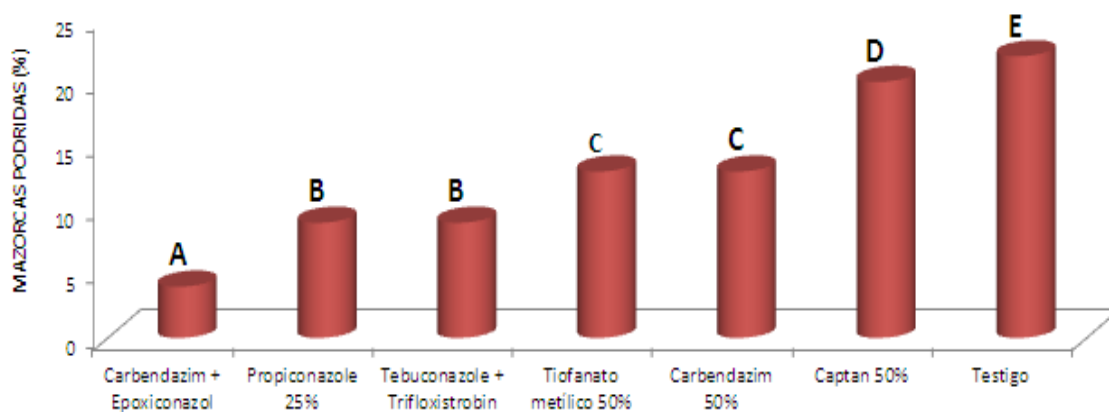


Figura 7. Porcentaje de mazorcas podridas.

En esta investigación la causa de obtener mazorcas dañadas es la presencia de la mancha de asfalto, se observó que muchas mazorcas estaban germinadas y esta es una de las consecuencias de la enfermedad; es por ello que el tratamiento en el que se evidenció mayor cantidad de mazorcas sanas (Carbendazim + Epoxiconazol) es el mismo en el cual se manifestó la menor presencia de la enfermedad. El tratamiento con mayor cantidad de mazorcas podridas con respecto al testigo absoluto es el que tuvo mayor incidencia y severidad de la mancha de asfalto (Captan 50%)

5.4.4 Diámetro de mazorca

Para esta variable el mejor resultado se presentó con Carbendazim + Epoxiconazol cuya media fue de 4.8 cm, y las medias más bajas se obtuvieron con el tratamiento testigo y Captan 50% con una media de 4.5 cm para ambos.

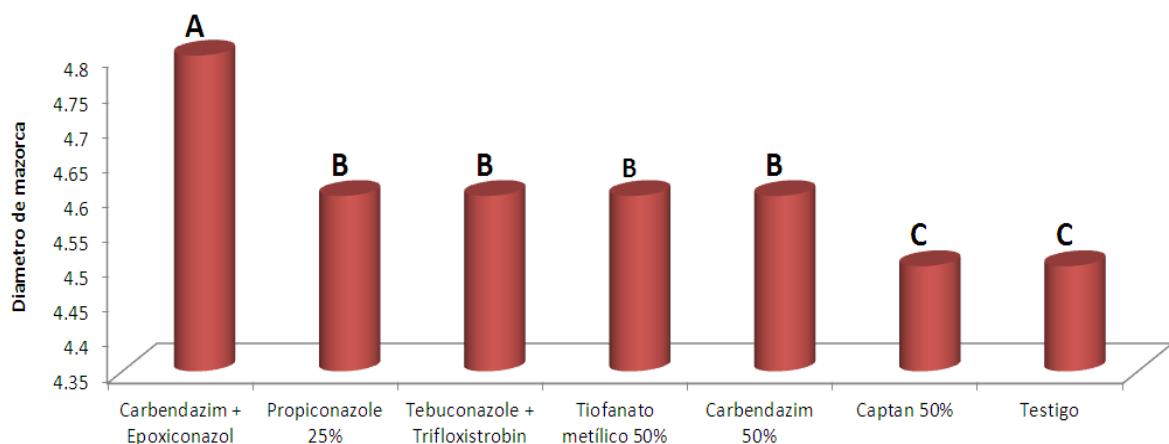


Figura 8. Promedios de diámetro de mazorca (cm)

Las mazorcas con menor diámetro son consecuencia de la deficiente acción curativa de estas moléculas ante la mancha de asfalto. Debido a que Captan 50% no pudo controlar la incidencia y severidad de la enfermedad, las plantas invirtieron mucha energía intentando defenderse del patógeno, descuidando el aspecto reproductivo y dándonos como resultado mazorcas más delgadas. Las mazorcas con mayor diámetro fueron las obtenidas con Carbendazim + Epoxiconazol, el mismo tratamiento que controló mejor la mancha de asfalto lo que nos habla de la estrecha relación que existe entre la presencia de la enfermedad y diámetro de mazorca obtenido.

5.4.5 Hileras por mazorca

Según muestra el análisis de varianza, existe una diferencia altamente significativa para los diferentes tratamientos ($P < .0001$) (Ver anexo 9). El tratamiento que presentó mayor cantidad de hileras por mazorca fue Carbendazim + Epoxiconazol con una media de 15.6, seguido del tratamiento Tebuconazole + Trifloxistrobin que alcanzó una media de 15.5, mientras que la media más baja se obtuvo con el testigo, el que presentó 13 hileras, seguido por Captan con 14.4 hileras.

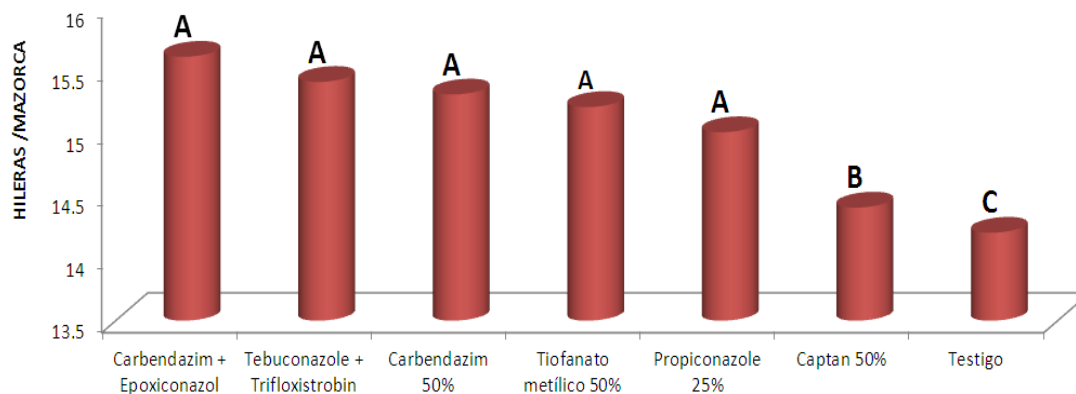


Figura 9. Promedio de hileras por mazorca

Esta variable está muy relacionada con la variable anterior; de igual manera lo que ocurrió en esta variable es responsabilidad de la mancha de asfalto y del control ejercido por los fungicidas. El testigo absoluto, se mantuvo sin ninguna protección y por ello fue a quien más atacó la mancha de asfalto; el testigo no logro manifestar todo su potencial porque perdió gran parte de su área foliar y por ello una de las consecuencias fueron mazorcas con un bajo número de hileras, ocurrió algo similar con Captan 50% pero aquí el inconveniente fue que captan no llegóa todas las partes de la planta.En el caso de Carbendazim + Epoxiconazol logro llegar a todas las partes ejerciendo un mejor control y esto se vio reflejado en el número de hileras siendo el que mayor número de hileras mostró.

5.4.6 Número de granos por hilera

Esta variable mostró significancia estadísticamente alta entre tratamientos ($P < .0001$) (Ver anexo 10). El tratamiento que mostró mayor número de granos por hilera fue Carbendazim + Epoxiconazol cuya media fue de 35.2. La media más baja fue el testigo seguido de Captan 50% con 30 granos y 30.6 respectivamente.

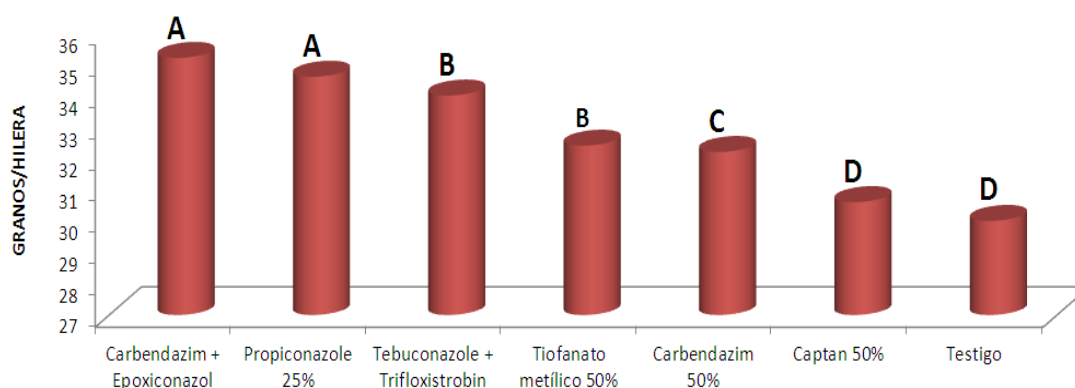


Figura 10. Promedios de número de granos por hilera

Los resultados de esta variable están asociados con la longitud de mazorca pues a mayor longitud de mazorca se espere un mayor número de granos por hilera, esto nos llevará nuevamente por la mayor incidencia y severidad de la mancha de asfalto sobre el cultivo y a la eficiencia de los fungicidas evaluados; el bajo número de granos por hilera en el tratamiento testigo es consecuencia de no tener ninguna protección lo que lo llevó a presentar alta incidencia y severidad de la enfermedad y en el caso de Captan 50% fue porque no logro llegar a toda la planta y que Carbendazim + Epoxiconazol logró tener el mayor número de granos debido a que controló muy bien la mancha de asfalto

5.5 Rendimiento

Los datos muestran para esta variable que hubo una diferencia altamente significativa ($P < .0001$) entre los tratamientos (**Ver anexo 13**). Carbendazim + Epoxiconazol es el tratamiento que más sobresale, mostrando una media de 6194.85 Kg/ha seguido de Propiconazole 25% cuya media es igual a 5850.6 Kg/ha y según la prueba de medias estos tratamientos se comportaron igual. Los rendimientos más bajos se obtuvieron con el testigo absoluto y Captan 50% que se comportaron de forma muy parecida con medias de 4707.7 Kg/ha y 4896.1 respectivamente y para estos dos tampoco hubo diferencia estadística según la prueba de medias de Tukey. El índice de desgrane no manifestó diferencias

significativas, demostrando que la mancha de asfalto no repercute demasiado con respecto a este cálculo.

Cuadro 4. Rendimiento promedio por tratamiento

Tratamiento	Rendimiento Kg/ha
Carbendazim + Epoxiconazol	6194.85 A
Propiconazol-e 25%	5850.6 A
Tebuconazole + Trifloxistrobin	5557.1 A
Tiofanatometílico 50%	5474 B
Carbendazim 50%	5454.5 B
Captan 50%	4896.1C
Testigo	4707.7 C

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí ($\alpha = 0.05$), según la prueba de Tukey.

El tratamiento que mostró un mayor rendimiento fue Carbendazim + Epoxiconazol, esta variable depende de todas las variables evaluadas anteriormente y en todas ellas sobresalió este mismo tratamiento. En esta investigación el factor clave para subir o bajar rendimiento fue el control ejercido por los fungicidas ante la mancha de asfalto y fue Carbendazim + Epoxiconazol el tratamiento que mejor controló tanto la incidencia como la severidad.

Lo anterior se debió asu modo de acción que le permitió distribuirse en toda la planta por ser un fungicida sistémico y a la vez este es un fungicida formado por dos triazoles lo que le permite actuar de mejor manera ya que por un lado Carbendazim inhibe el desarrollo del tubo germinativo, la formación de apresorios y el crecimiento de micelio que produce su acción preventiva y por su parte Epoxiconazol actúa inhibiendo la biosíntesis del ergosterol, es decir que este producto previene que la enfermedad aparezca, pero si esta ya está instalada en el cultivo la cura y previene que aparezca nuevamente, este fue el motivo por

el cual este tratamiento logró mantener los niveles más bajos de incidencia y severidad de la enfermedad.

Captan 50% fue un tratamiento que se comportó muy similar al testigo absoluto según la prueba de medias de Tukey y aquí nuevamente se observa que este tratamiento fue el que ejerció el control más deficiente de la mancha de asfalto y la causa principal es que este es un producto de contacto y no logró llegar a toda la planta, aparte cuando se hizo la primera aplicación la incidencia de la enfermedad era alta y esto no permitió que Captan ejerciera un buen control y por ello los niveles de incidencia y severidad fueron los más altos y por ende el rendimiento fue deficiente.

Los demás productos utilizados ejercieron un buen control ante la mancha de asfalto, pero ninguno fue tan eficiente como Carbendazim + Epoxiconazol ni tan deficiente como Captan 50%, por ello estos son los productos que más se destacan con el mayor y menor rendimiento respectivamente.

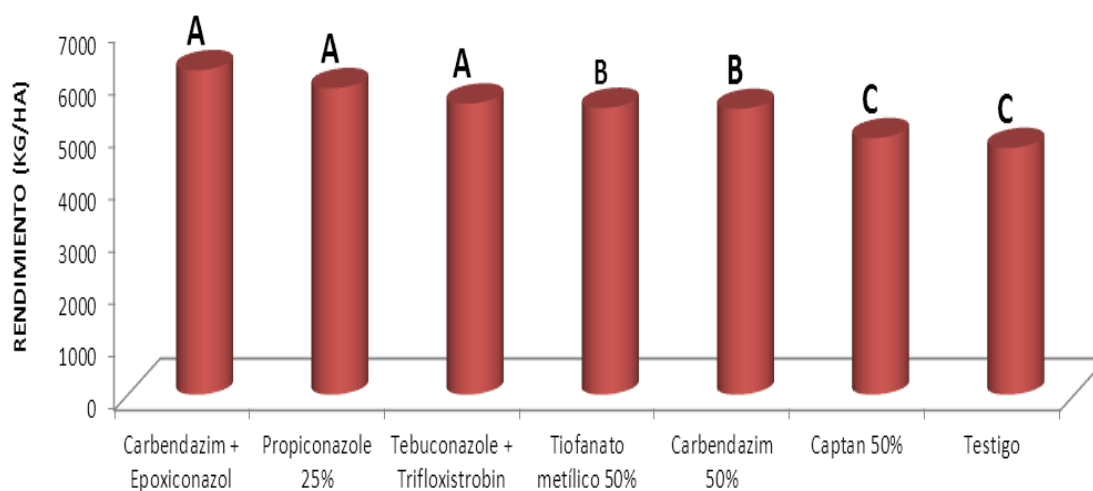


Figura 11. Rendimiento (Kg/ha)

5.6 Relación beneficio costo

En el Cuadro 5 se puede observar que el mayor beneficio se obtiene con Carbendazim + Epoxiconazol, cuya relación fue de 0.95. También se hace notar que la relación más baja se evidencio con Captan 50%. El tratamiento Propiconazole 25% fue el más caro pero sus beneficios no fueron los mejores pues se comporta casi de igual manera que otras moléculas menos costosas que él. Este punto deberá ser muy tomado en cuenta pues los productores necesitan saber este dato para determinar que producto van a utilizar

Cuadro 5. Relación beneficio costo

Tratamiento	Rendimiento Kg/ha	Ingresos Lps/ha	Costo total	Relación B/C
Testigo	4707.7	25,892.35	11,126	
Carbendazim + Epoxiconazol	6194.85	34,071.75	12,676	0.95
Propiconazole 25%	5454.5	27,299.8	12,376	0.67
Tiofanatometílico 50%	5474	30,107	12,326	0.63
Carbendazim 50%	5850.6	32,178.3	12,826	0.59
Tebuconazole + Trifloxistrobin	4896.1	26,928.5	11,926	0.43
Captan 50%	5357.1	29,464	12,626	0.23

Carbendazim + Epoxiconazol fue el tratamiento que dio mayores beneficios, debido a que fue el que mejor controló la mancha de asfalto dando como resultado los mejores rendimientos lo que recompensa la inversión. Se puede observar que el tratamiento Propiconazole 25% fue el que mayores costos representó, sin embargo los beneficios obtenidos no fueron tantos como con Carbendazim + Epoxiconazol, así mismo Tebuconazole + Trifloxistrobin costó prácticamente lo mismo que Carbendazim + Epoxiconazol pero el beneficio obtenido fue mucho menor que el de este.

En el caso de Captan 50% fue el tratamiento más barato pero a la vez el que menos beneficio otorgó siendo el tratamiento que ejerció menor control de la enfermedad y por ende el que dio los rendimientos más bajos y esto llevó a tener como resultado la relación B/C menor, lo que lo hace nada apropiado para el control curativo de la mancha de asfalto.

5.7 Análisis de correlación

El rendimiento está relacionado positiva y negativamente con otras variables y para confirmarlo se hicieron correlaciones entre el rendimiento con las demás variables evaluadas.

Cuadro 6.Análisis de correlación de las variables con el rendimiento

	Variables								
Rend.		Incidencia	AFA	Altura de planta	Mazorcas por planta	Longitud de mazorca	Diámetro de mazorca	Hileras por mazorca	Granos por hilera
	C	-0.56	- 0.28	0.22	0.66	0.42	0.29	0.22	0.41
	P	1.2	1.1	8.2	0.7	1.4	0	0.03	2.1

I

Las variables que presentaron correlación negativa fueron incidencia, AFA, y mazorcas podridas las demás variables se correlacionan positivamente con el rendimiento. Estos resultados son lógicos, pues a mayor incidencia y mayor cantidad de área foliar afectada, el rendimiento disminuye.

VI CONCLUSIONES

La incidencia de la enfermedad fue muy alta para los distintos tratamientos, sin embargo la severidad fue baja, esto probablemente ocurrió, debido a que las condiciones ambientales no fueron las óptimas para que los tres hongos manifestaran todo su potencial.

El control químico de la mancha de asfalto deberá hacerse obligatoriamente entre los 20 y 30 días después de la siembra, ya que a esa edad la incidencia de la enfermedad es baja y su control es más fácil; se debe usar preferiblemente la molécula Carbendazim + Epoxiconazol pues es la que demostró ejercer mejor control de la enfermedad.

El maíz amarillo no presentó resistencia a la mancha de asfalto, pues la incidencia y severidad de la enfermedad se comportaron de la misma manera tanto en el ensayo como en cultivos de maíz blanco de los vecinos.

El manejo de la mancha de asfalto está estrechamente relacionado con el control de malezas, debido a que la evapotranspiración de las malezas crea el microclima idóneo para que la enfermedad aparezca.

La incidencia y severidad de la mancha de asfalto tienen un efecto directo sobre los componentes de rendimiento, por ello Captan 50% al ser la molécula que menor control ejerció, mostró el rendimiento más bajo, mientras que Carbendazim + Epoxiconazol, por ser la molécula más efectiva, fue la que manifestó el rendimiento más alto.

VII RECOMENDACIONES

Continuar las investigaciones sobre mancha de asfalto en distintos lugares del país para conocer el comportamiento del patógeno en distintos ambientes.

Promover investigaciones en las que haya un enfoque en el control de la mancha de asfalto, pero haciendo uso de productos orgánicos o biológicos para no dañar tanto nuestras unidades productivas.

Que se trabaje en el mejoramiento genético de las distintas variedades de maíz, buscando la tolerancia y la resistencia de estas a la mancha de asfalto.

Implementar el manejo integrado de la enfermedad con prácticas culturales como el control de malezas, rotación del cultivo, eliminación de rastrojo y no abusar de las fertilizaciones nitrogenadas.

Socializar los resultados de las investigaciones de estos ensayos con los productores de la zona, para identificar los productos que se puede usar, así como las prácticas necesarias para evitar el apareamiento de la enfermedad.

Seguir realizando investigaciones sobre esta enfermedad en temas como tratadores de semilla, manejo de suelo control de malezas, variedades e híbridos de maíz así como los distanciamientos y épocas de siembra.

VIII BIBLIOGRAFIA

Annone, JG; García, R. Importancia, aspectos epidemiológicos y estrategias para reducir sus efectos sobre la producción. Las principales manchas foliares del trigo. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Buenos Aires, Argentina. 64 Pág.

agro.basf.sf).Argentina. Informe sobre MIP del maíz y su importancia para la alimentación humana y animal. Volumen II. 9 Pág.

Bayer.Consultado el 17 de octubre.(En línea) disponible en:www.bayercropscience-ca.com/contenido.php?id=163...

Carmona, M; Dirceu, G; Mercedes, S. sf. Consultado el 5 de septiembre del 2013. (En línea) disponible en: www.elganadosa.com/site/.../problemas-de-fitototoxicidad-en-soja.pdf.

CASAFE. Clasificación de fungicidas. Cámara de sanidad Agropecuaria y fertilizantes. Argentina. 3 pág. Consultado el 15 de Mayo. (En línea) disponible en: www.casafe.org/usep/Fungicidas.pdf.

Cotty, D.; García, M.; Estrada, I.; Anchundia, E. 2001. Indicadores básicos sobre el desempeño agropecuario 1971-2000. Proyecto de Información Agrícola y Análisis de Políticas, Zamorano/USAID. Zamorano, Honduras. 110 pág.

DICTA (Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, HN). 2003. Granos básicos en Honduras. Tegucigalpa, Honduras. Consultado 12 mayo 2013. (En línea) disponible en: <http://www.dicta.hn/Paginas/Generacion.html>

Ferley, H, Consultor Agrícola y Agroindustrial; coautor de los libros “Desarrollo Económico Local, El Rol del Municipio “publicado por el Banco Interamericano de Desarrollo BID y “Agricultura Limpia, Eficiente y Rentable para el Desarrollo “publicado por T. P. AGRO; Director de Innovación Tecnológica de T. P. AGRO. 6 pág.

Fintrac. Boletín técnico de producción. Reconocimiento y Control de la Mancha de Asfalto en Maíz. La Lima, Cortes, Honduras. 4 pág. (En línea) disponible en: www.fintrac.com.

Fungicidas. Capítulo 15. consultado el 16 de Mayo del 2011. (En línea) disponible en: www.epa.gov/oppfead1/safety/spanish/healthcare/.../Spch15.pdf

Hernández, J. Hernández Morales, J. Sandoval J. Aranda, I. De León C. Gómez, N. Etiología y manejo de la mancha de asfalto (*phyllachora maydis* maubl.) del maíz en guerrero, México. Guerrero, México. Agrociencia. 9 pág.

IICA. 2009. Mapeo del mercado de semillas de maíz blanco y frijol en Centroamérica. Managua, Nicaragua. 82 Pág.

IICA. Enfermedad “Mancha de Asfalto” causa severas pérdidas en cultivos de maíz en Ixcán, Guatemala. Proyecto red de innovación Agrícola. 3 pág.

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 (*Zeamays*). Tesis para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Catacamas, Olancho. Universidad Nacional de Agricultura. 78 pág.

SAG (Secretaría de Agricultura y Ganadería, HN). 2002. Manual técnico del cultivo del maíz. Tegucigalpa, Honduras. SAG. 23 pág.

S.a. s.f. La economía del maíz en América Latina, (en línea). Consultado en abril 2010. Disponible

en:http://www.cimmyt.org/research/Economics/map/impact_studies/ImpactsMaize66_97/ImpactosLA/pdfs/ImpactosLA_economia.pdf

Sotomayor, J; Guzmán, O; Torres, J. 2006. Mejoramiento de maíces criollos de honduras mediante la aplicación de metodologías de fitomejoramiento participativo. (En línea). Consultado en mayo 2013. Disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_meso/v17n03_383.pdf.

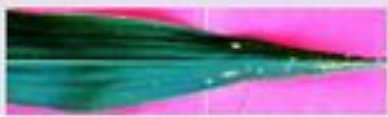
Syngenta, 2006. Consultado el 19 de septiembre del 2013 (En línea) disponible en: http://www.syngentacl/prodyserv/fitosanitarios/prod/etiquetas_fitosanitarios/Productos_Fitosanitarios/

Varón, F. Sarria, G. 2007. Enfermedades del maíz y su manejo. Fenalse. Palmira, Colombia. ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). 56 pág.

Wagner, C. 2003. El cultivo de maíz en Honduras. Tegucigalpa, Honduras. SENASA. 7 pág.

Anexos

Anexo 1. Ejemplo de evaluación de área foliar afectada.

Escala	Caso observado	Porcentaje de daño
1		1-5%
2		6-15%
3		20-25%
4		50%
5		75%
6		85%
7		90%
8		95%
9		99.9%

Anexo 2. Análisis de varianza para la variable Incidencia de la enfermedad

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P
BLOQUE	3	2.428571	0.809524	0.43	0.7356 NS
TRATS	6	2417.928571	402.988095	212.90	<.0001**
ERROR	18	34.071429	1.892857		
TOTAL	27	2454.428571			

$R^2 = 0.986118$

CV= 1.955468

M= 70.35714

Anexo 3. Análisis de varianza para la variable Área foliar afectada

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P
BLOQUE	3	0.03000000	0.01000000	0.33	0.8035 NS
TRATS	6	21.98357143	3.66392857	121.01	<.0001 **
ERROR	18	0.54500000	0.03027778		
TOTAL	27	22.55857143			

$R^2 = 0.975841$

CV= 5.814013

M= 2.992857

Anexo 4. Análisis de varianza para la variable Altura de planta

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P
BLOQUE	3	0.00012500	0.00004167	0.45	0.7173 NS
TRATS	6	0.01675000	0.00279167	30.45	<.0001**
ERROR	18	0.00165000	0.00009167		
TOTAL	27	0.01852500			

$R^2 = 0.910931$

CV= 0.400179

M= 2.392500

Anexo 5. Análisis de varianza para la variable número de mazorcas por planta

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P
BLOQUE	3	0.01066786	0.00355595	1.95	0.1576 *
TRATS	6	0.17713571	0.02952262	16.20	<.0001**
ERROR	18	0.03280714	0.00182262		
TOTAL	27	0.22061071			

$R^2 = 0.851289$

CV= 4.255536

M= 1.003214

Anexo 6. Análisis de varianza para la variable longitud de mazorca

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P
BLOQUE	3	0.15821429	0.05273810	5.61	0.0068
TRATS	6	29.41357143	4.90226190	521.25	<.0001**
ERROR	18	0.16928571	0.00940476		
TOTAL	27	29.74107143			

R² = 0.994308

CV= 0.667992

M= 14.51786

Anexo 7. Análisis de varianza para la variable mazorcas sanas

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P
BLOQUE	3	0.3928571	0.1309524	0.17	0.9152 NS
TRATS	6	975.8571429	162.6428571	211.27	<.0001 **
ERROR	18	13.8571429	0.7698413		
TOTAL	27	990.1071429			

R² = 0.986004

CV= 1.006447

M= 87.17857

Anexo 8. Análisis de varianza para la variable diámetro de mazorca

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P
BLOQUE	3	0.01821429	0.00607143	0.76	0.5325 NS
TRATS	6	0.26428571	0.04404762	5.50	0.0022 *
ERROR	18	0.14428571	0.00801587		
TOTAL	27	0.42678571			

R² = 0.661925

CV= 1.941812

M= 4.610714

Anexo 9. Análisis de varianza para la variable Hileras por mazorca

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P
BLOQUE	3	3.75535714	1.25178571	4.63	0.0143*
TRATS	6	19.08357143	3.18059524	11.77	<.0001**
ERROR	18	4.86214286	0.27011905		
TOTAL	27	27.70107143			

R² = 0.824478

CV= 3.527863

M= 14.73214

Anexo 10 . Análisis de varianza para la variable Granos por hilera

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P
BLOQUE	3	0.59535714	0.19845238	1.27	0.3152*
TRATS	6	97.55714286	16.25952381	103.89	<.0001**
ERROR	18	2.8171429	0.1565079		
TOTAL	27	100.9696429			

$R^2 = 0.972099$

CV= 1.209687

M= 32.70357

Anexo 11. Análisis de varianza para la variable índice de desgrane

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P
BLOQUE	3	0.00000000	0.00000000	0.00	1.0000 NS
TRATS	6	0.01500000	0.00250000	0.43	0.8503 NS
ERROR	18	0.10500000	0.00583333		
TOTAL	27	0.12000000			

$R^2 = 0.125000$

CV= 9.547033

M= 0.800000

Anexo 12. Análisis de varianza para la variable Rendimiento

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P
BLOQUE	3	1.401429	0.467143	3.20	0.0483*
TRATS	6	1342.197143	223.699524	1531.86	<.0001**
ERROR	18	2.628571	0.146032		
TOTAL	27	1346.227143			

$R^2 = 0.998047$

CV= 0.461085

M= 82.87857