ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA

ESTUDIO SOBRE RESISTENCIA A POBLACIONES HONDUREÑAS DE *Colletotrichum graminicola* (Cesati) EN LAS LINEAS DE SORGO DEL VIVERO INTERNACIONAL DE ANTRACNOSIS (ISAVN) Y OTROS VIVEROS

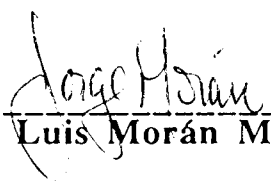
Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de licenciatura

por

Jorge Luis Morán Maradiaga

Honduras, 28 de noviembre de 1995

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.



Jorge Luis Morán Maradiaga

Zamorano, Honduras, 28 de noviembre de 1995

DEDICATORIA

En primer lugar a Dios por haberme permitido concluir con éxito una nueva etapa de mi vida, acompañándome en todo momento.

A mis padres, Mario y Myriam, por hacerme sentir que nunca me falto su amor y apoyo; además por brindarme el regalo y herencia más preciada: Una buena educación.

A mi familia, Jose, Karla, Mario, Nohemí, Angela, Mati, Berna, José R., Ana y Andrea, por ayudarme y brindarme su apoyo en todo lo posible y cuando más lo necesitaba, sin su apoyo no lo hubiera logrado; mi más sincero agradecimiento.

A todas las personas que de una u otra manera se interesaron por el progreso de mis estudios superiores y me brindaron su apoyo, muchas gracias.

AGRADECIMIENTOS

A las autoridades de la Escuela Agrícola Panamericana por haberme proporcionado los fondos necesarios para poder realizar mis estudios de Ingeniería Agronómica.

Al Dr. Francisco Gómez, por permitirme realizar mis estudios de tesis bajo su tutela y por demostrar confianza en mí en todo momento.

Al proyecto INTSORMIL por facilitar los fondos necesarios y medios para la realización de este estudio.

A los Drs. Juan José Alán y Juan Carlos Rosas, por su ayuda y consejos para la realización de esta tesis.

Al Ing. Guillermo Cerritos, por su colaboración, ayuda y consejos.

A la Sra. Nolvia Ramos, por toda su colaboración invaluable y ayuda desinteresada en los trabajos de laboratorio.

Al personal de campo de INTSORMIL en Zamorano, Comayagua y Rapaco, por su ayuda en los trabajos de campo y toma de datos.

Al personal de CITESGRAN, por la colaboración que me prestaron en todo momento.

INDICE

PORTADILLA i
DERECHOS DE AUTOR ii
APROBACION iii
DEDICATORIA iv
AGRADECIMIENTOS v
INDICE vi
INDICE DE FIGURAS viii
INDICE DE CUADROS ix
INDICE DE ANEXOS x
RESUMEN xi
I. INTRODUCCION 1
II. REVISION DE LITERATURA 3
Importancia del sorgo 3
Producción del sorgo a nivel mundial 3
Producción del sorgo en Honduras 4
Distribución de la antracnosis 5
Síntomas de la antracnosis 6
Organismo causal de la antracnosis 7
Ciclo de la enfermedad 7
Manejo de la resistencia genética a enfermedades en el sorgo 8
Resistencia a antracnosis 8
Utilización de genotipos diferenciales de sorgo 9
Monitoreo de la resistencia del sorgo a antracnosis en Honduras 9
III. MATERIALES Y METODOS 11
Material genético 11
Localidades evaluadas 12
Diseño experimental 12
Parcela experimental 12
Labores culturales 13
Obtención de las razas de antracnosis en Honduras 13
Medio de cultivo 13
Multiplicación de los aislamientos 14
Obtención del inóculo 14

Inoculación en el campo 14
Evaluación de la enfermedad 15
Variables climatológicas 16
Análisis estadístico 16
IV. RESULTADOS Y DISCUSION 17
Desarrollo de la enfermedad 17
Evaluación de las localidades 18
Reacción de los cultivares a la antracnosis 18
Evaluación de la severidad de la antracnosis 18
Evaluación de resistencia de los cultivares 20
Evaluación de los cultivares susceptibles 21
Reacción de los cultivares a la antracnosis 21
Severidad de la enfermedad 21
Estimación del area bajo la curva de progreso de la enfermedad 22
Comparación de los resultados obtenidos en Honduras con otros estudios realizados 23
Evaluación de los cultivares comerciales 24
V. CONCLUSIONES 26
VI. RECOMENDACIONES 27
VII. BIBLIOGRAFIA 28
VIII. ANEXOS 30
Datos Bibliográficos 60

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Superficie cosechada, rendimiento y producción mundial de cereales y sorgo en 1993.....4

Cuadro 2. Genealogía del material genético proveniente del vivero ISAVN y del EIME utilizado en las evaluaciones de reacción a antracnosis.....11

Cuadro 3. Altitud, precipitación, temperatura máxima y mínima promedio de las localidades evaluadas durante la evaluación de los cultivares.....12

Cuadro 4. Zonas de obtención del material vegetativo de sorgo utilizado para realizar los aislamientos de *Colletotrichum graminicola*.....13

Cuadro 5. Fechas de siembra, inoculación y muestreos realizados en los distintos cultivares y localidades evaluadas.....15

Cuadro 6. Análisis de varianza para las localidades, cultivares, plantas inoculadas y sus interacciones.....17

Cuadro 7. Diferencias estadísticas en la reacción a antracnosis y daño foliar encontradas en el comportamiento de los cultivares en las diferentes localidades.....19

Cuadro 8. Evaluación de resistencia de las líneas pertenecientes al ISAVN.....20

Cuadro 9. Diferencias estadísticas en la reacción a antracnosis y daño foliar encontradas en el comportamiento de los cultivares.....21

Cuadro 10. Areas calculadas utilizando las ecuaciones de regresión estimadas y su R^2 ajustado.....22

Cuadro 11. Resultados de las evaluaciones realizadas en Honduras (1995) y en Georgia, E.U.A. (1992).....23

Cuadro 12. Resumen de los resultados obtenidos en la evaluación de las líneas comerciales Cargill por su reacción a antracnosis.....24

Cuadro 13. Resumen de los resultados obtenidos en la evaluación de los maicillos mejorados del EIME por su reacción a antracnosis.....24

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción, área sembrada y rendimiento de sorgo en Honduras 4

Figura 2. Evaluación de sorgos graníferos por su reacción a *C. graminicola* 10

INDIDE DE ANEXOS

Anexo 1. Resultados de la evaluación de la resistencia de las líneas comerciales Cargill a la antracnosis.

Anexo 2. Resultados de la evaluación de la resistencia del EIME a la antracnosis.

Anexo 3. Temperaturas máximas, temperaturas mínimas y precipitación en Zamorano durante la evaluación de los cultivares.

Anexo 4. Temperaturas máximas, temperaturas mínimas y precipitación en Rapaco durante la evaluación de los cultivares.

Anexo 5. Temperatura máximas, temperatura mínimas y precipitación en Comayagua durante la evaluación de los cultivares de la resistencia del vivero,las líneas comerciales y el EIME.

Anexo 6. Gráficas de las ecuaciones de regresión estimadas y observaciones para la reacción de antracnosis y la severidad de la enfermedad de los cultivares susceptibles del ISAVN en Zamorano.

Anexo 7. Gráficas de las ecuaciones de regresión estimadas y observaciones para la reacción de antracnosis y la severidad de la enfermedad de los cultivares susceptibles del ISAVN en Rapaco.

Anexo 8. Gráficas de las ecuaciones de regresión estimadas y observaciones para la reacción de antracnosis y la severidad de la enfermedad de los cultivares susceptibles del ISAVN en Comayagua.

Anexo 9. Resultados estadísticos de los parametros utilizados en las ecuaciones de regresión de los cultivares en Zamorano.

Anexo 10. Resultados estadísticos de los parametros utilizados en las ecuaciones de regresión de los cultivares en Comayagua.

Anexo 11. Resultados estadísticos de los parametros utilizados en las ecuaciones de regresión de los cultivares en Rapaco.

RESUMEN

La antracnosis representa una gran amenaza para el sorgo en Honduras y probablemente en toda Centroamérica. Por lo tanto, un programa para elevar el nivel de resistencia a esta enfermedad debe ser implementado, monitoreando todos los hfbridos, variedades y maicillos mejorados. El objetivo principal de este estudio fue realizar una investigación de sorgos granífferos, incluyendo maicillos y cultivares comerciales, por su reacción a patotipos de *Colletotrichum graminicola* aislados en Honduras, y publicar los resultados de la evaluación. Para lograr este objetivo fue necesario reproducir en laboratorio las poblaciones de *C. graminicola* obtenidas de diferentes zonas del país, y evaluar los sorgos por su resistencia utilizando la escala de esporulación establecida para este experimento. Las fuentes de material genético evaluada fueron 20 cultivares del "International Virulence Nursery for Sorghum Anthracnose" (ISAVN), 22 maicillos mejorados del "Ensayo Internacional de Maicillos Mejorados" (EIME) y 250 líneas comerciales proveídas por la compañía Cargill. La evaluación de los diferentes cultivares se hizo en tres localidades: Zamorano, Comayagua y Rapaco. El ISAVN fue evaluado en las tres localidades, el EIME únicamente en Zamorano y las líneas de Cargill en Comayagua. Del ISAVN se establecieron dos repeticiones y de las líneas Cargill y EIME sólo una. Todos fueron establecidos en la época de primera. Para lograr una reacción de la enfermedad en las localidades se realizaron inoculaciones artificiales de *C. graminicola*, haciendo las evaluaciones en el ISAVN a intervalos regulares de dos a tres semanas, hasta los 77 días después de realizada la inoculación. En el EIME y las líneas comerciales Cargill sólo se realizó una evaluación, que consistió en la cuantificación de la reacción del cultivar en una escala del 1 a 5, siendo 5 la mayor reacción; y la severidad de la reacción, utilizando una escala del 1 al 9, representando el 9, el mayor daño foliar al cultivar. En las tres localidades se desarrolló la antracnosis. En Rapaco y Zamorano se presentó la mayor incidencia de la enfermedad. De los 20 cultivares evaluados del ISAVN, siete desarrollaron reacción a la antracnosis, resultando en cultivares medianamente susceptibles y susceptibles. Con los datos obtenidos de la severidad de la reacción, se calcularon ecuaciones de regresión para estandarizar los datos y poder calcular el área relativa bajo la curva de progreso de la enfermedad, y poder realizar una mejor comparación del daño causado al follaje por la antracnosis. En las líneas comerciales Cargill más del 55% resultaron susceptibles. En el EIME, el 90% de los maicillos resultaron resistentes.

I. INTRODUCCION

En el siglo XIX, la agricultura se caracterizaba por ser de baja tecnología, con rendimientos que apenas superaban la cantidad de semilla utilizada para el establecimiento de los cultivos. Las condiciones a nivel rural eran especialmente difíciles, ya que la agricultura era muy riesgosa debido en gran parte a los rendimientos bajos e inseguros.

En el siglo XX, la agricultura comenzó a experimentar muchos e importantes cambios tecnológicos, como la incorporación de mejores técnicas de riego, el uso de cultivares mejorados, las fertilizaciones químicas y prácticas culturales que elevaron mucho los rendimientos de los cultivos, reduciendo significativamente el hambre mundial.

Con las ventajas proporcionadas por las variedades e híbridos de excelente respuesta a fertilizaciones nitrogenadas, grandes extensiones fueron cultivadas con estas variedades e híbridos altamente uniformes. Muchos problemas se han suscitado debido a esta uniformidad. El principal y más grave es la susceptibilidad a epifitias que pueden acabar con miles de hectáreas de cultivo en muy poco tiempo, disminuyendo drásticamente el alimento disponible para la población mundial. Por lo tanto, es necesario desarrollar cultivares que presenten un alto grado de resistencia a enfermedades, altamente rendidores, excelente calidad de producto y que se adapten a las condiciones ambientales existentes, y sustituir a los susceptibles que actualmente se siembran.

En el pasado, los mejoradores y fitopatólogos, frecuentemente, utilizaban sólo genotipos altamente resistentes como parentales en sus programas de mejoramiento. Esta estrategia de utilizar genotipos con resistencia hipersensitiva tiene la desventaja de que sirven para seleccionar eficazmente razas más virulentas de la población del patógeno. Cultivares que anteriormente eran resistentes se transforman en cultivares susceptibles, como ha ocurrido en muchos cultivos, incluyendo al sorgo.

Ahora, los programas de obtención de cultivares resistentes se basan en la resistencia poligénica, cuantitativa, general u horizontal. Esta resistencia a un patógeno determinado es gobernada por muchos genes, y es eficaz ante muchas variantes del patógeno (González, 1979). En muchos casos, esta forma de resistencia permite el desarrollo de algún tipo de lesión, pero reduce el crecimiento o desarrollo del hongo en menor grado que en un genotipo susceptible. Sin embargo, la resistencia horizontal tiende a flaquear cuando las condiciones ambientales son muy favorables para el desarrollo de la enfermedad.

Una enfermedad que representa una gran amenaza para el sorgo en Honduras y probablemente en toda Centroamérica, es la antracnosis . Por lo tanto, es urgente que un programa para elevar el nivel de resistencia a esta enfermedad sea implementado. Todos los híbridos y variedades comerciales deben ser evaluados por su reacción a la antracnosis, para así recomendar que se evite la comercialización de cultivares que puedan tener excelentes características agronómicas como rendimientos altos y resistencia a sequía, pero son susceptibles al ataque de *Colletotrichum graminicola*, organismo causante de la antracnosis.

Es necesario, también, realizar una evaluación sistemática de los maicillos por su reacción a *Colletotrichum graminicola*, aunque en menor escala que los híbridos comerciales, ya que el daño de antracnosis en los sistemas tradicionales es mucho menor.

El objetivo general de este estudio es realizar una investigación de los sorgos graníferos, incluyendo maicillos y cultivares comerciales, por su reacción a los patotipos de *Colletotrichum graminicola* aislados en Honduras, y publicar los resultados de la evaluación. Para lograr esto, se deben tomar las siguientes medidas:

1. Reproducir las razas de *Colletotrichum graminicola* obtenidas del material vegetativo colectado, para lograr suficiente cantidad de inóculo para la realización del experimento.

2. Evaluar en el campo los sorgos graníferos por su resistencia a *Colletotrichum graminicola*, de acuerdo con la escala de esporulación de la enfermedad establecida para este experimento.

II. REVISION DE LITERATURA

Importancia del sorgo

El sorgo (*Sorghum bicolor*) ocupa el quinto lugar mundial en importancia entre los cereales. Se cultiva por su grano, tallos, fibra y follaje para utilizar como forraje. El grano puede ser usado para la preparación de cervezas, maltas, comidas fermentadas, harina, la producción de almidón, y la alimentación de ganado en forma directa o en concentrados (Frederiksen, 1986; Rooney y McDonough, 1987; citados por Duncan y de Millano, 1993). Las hojas y los tallos pueden ser utilizados para construcción de casas y cercos; y alimentación de ganado (de Millano; Frederiksen y Bengston, 1992; Spencer y Sivakumar, 1987; citados por Duncan y de Millano, 1993). De algunos sorgos dulces se pueden obtener azúcar, jarabe o etanol (Frederiksen, 1986; citado por Duncan y de Millano, 1993). Las fibras pueden ser utilizadas para la elaboración de escobas.

El sorgo constituye un cultivo de gran importancia en las regiones semiáridas del globo, y en algunos lugares es más importante que el maíz. Esto se debe, principalmente, a que soporta mejor la sequía, sobre todo en las primeras fases de su desarrollo vegetativo (IICA, 1989). Por esta razón, algunos lo han denominado como "el cultivo maravilloso".

Producción del sorgo a nivel mundial

El sorgo tiene un potencial de rendimiento muy alto, comparable al del arroz, maíz o trigo. En condiciones de campo, los rendimientos pueden llegar a superar los 11,000 kg ha^{-1}; con buenos rendimientos promedios que fluctúan entre 7,000 y 9,000 kg ha^{-1}, cuando la humedad no es un factor limitante. En áreas donde el sorgo es un cultivo común se obtienen rendimientos de 3,000 a 4,000 kg ha^{-1} bajo buenas condiciones, y bajan a 300 ó 1,000 kg ha^{-1} cuando la humedad se vuelve limitante (House, 1982).

El Cuadro 1 presenta datos sobre la producción, el rendimiento y el área sembrada de cereales y sorgo a nivel mundial. En el año 1993 hubo una reducción en el área cosechada y en el rendimiento del sorgo y los cereales en general. El sorgo representa sólo un 6.4% del área total cosechada y un 3.6% de la producción total de cereales en el mundo.

Sin embargo, al comparar el área cosechada y la producción entre los cereales y el sorgo del año 1991 al 1992 se puede observar que el sorgo aumentó en estos dos aspectos en un porcentaje mayor que los otros cereales. El área cosechada aumentó en un 0.7% , mientras que el sorgo presentó un incremento del 8.7%. En cuanto a la producción, los cereales aumentaron un 4.5%, mientras que el sorgo aumentó en un 27% con respecto a su producción anterior.

Cuadro 1. Superficie cosechada, rendimiento y producción mundial de cereales y sorgo en 1993.

	Superficie Cosechada (1000 ha)		Rendimiento (kg ha^{-1})		Producción (1000 TM)	
Años	Cereales**	Sorgo	Cereales**	Sorgo	Cereales**	Sorgo
1979-81	717,558	44,891	2,195	1,458	1,575,157	65,525
1991	696,090	41,767	2,696	1,311	1,876,710	54,768
1992	700,917	45,358	2,798	1,539	1,961,449	69,793
1993	691,182	41,813	2,741	1,379	1,894,298	57,667

Fuente: FAO, 1993.
** Cereales: Sólo incluye cereales cosechados como grano seco.

Producción del sorgo en Honduras

En la Figura 1, se puede observar que la producción de sorgo en Honduras aumentó a partir de la cosecha de 1986/87, hasta llegar a casi los 92,000 TM. Se observa un descenso en la producción en el período 1993/94, como consecuencia de bajos rendimientos, ya que el área cosechada ha seguido aumentando.

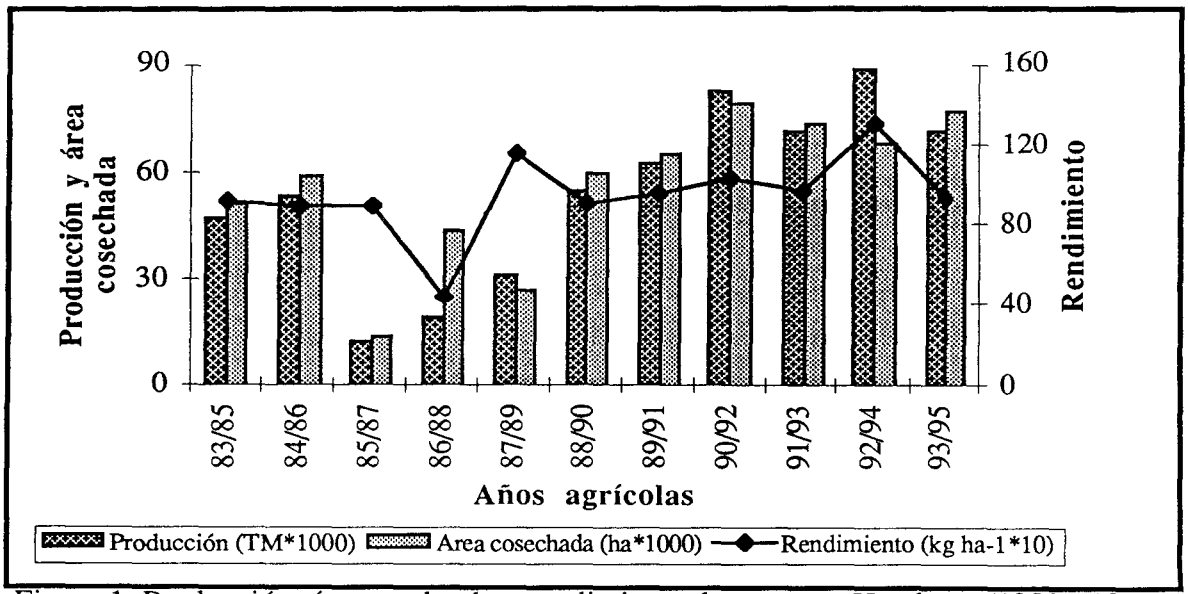


Figura 1. Producción, área sembrada y rendimiento de sorgo en Honduras (1983 - 1994). Fuente: UPSA, Compendio Estadístico Agropecuario. 1994.

En la región sur de Honduras se cultiva la mayor área de sorgo, principalmente los maicillos. Sin embargo, los rendimientos obtenidos en esta zona son muy bajos (854 kg ha^{-1}), debido, principalmente, al régimen de lluvias imperante en la zona. La región nor-oriental del país es la segunda en importancia en cuanto a rendimiento (2,826 kg ha^{-1}), debido a que los agricultores de la zona, especialmente en Olancho, han adoptado nuevas tecnologías de cultivo y cosecha, e híbridos de alto rendimiento más altos y más uniformes que los maicillos criollos (Castillo y Nuñez, 1995).

Los maicillos en el sur de Honduras y en otros países de la región centroamericana, son sembrados en sistemas de intercalado con otros cultivos de importancia como el maíz y el frijol. El maicillo se caracteriza porque necesita pocos recursos de producción y por su alta tolerancia a la sequía, lo que constituye un seguro para el agricultor cuando lo intercala con cultivos de mayor importancia alimenticia.

En sistemas intercalados, el maicillo se siembra al mismo tiempo que el maíz o algunas veces antes. Debido a su fotosensibilidad no crece mucho, por lo que no afecta al maíz permitiendo que éste alcanze su madurez fisiológica y sea doblado por el agricultor. Si la cosecha del maíz es alta, el maicillo es utilizado para la alimentación del ganado o para la venta, constituyendo el maíz la fuente principal de alimento para la familia. En el caso de que la cosecha de maíz sea baja, el maicillo pasa a ser la fuente principal de alimento para la familia y su rastrojo se utiliza para la alimentación del ganado (Anderson y Williams, 1954; Ruano, 1982; citados por Compton, 1987).

Para poder mejorar estos sistemas de intercalado, que sólo proveen un nivel mínimo de subsistencia a los agricultores, deben mejorarse el sistema de cultivo intercalado y, genéticamente, los maicillos, así como utilizar mejores arreglos cronológicos y espaciales en las siembras. Se están realizando esfuerzos al mejorar los maicillos para que aumenten su productividad en diferentes sistemas de producción, tratando de obtener una planta más baja, mejor adaptada a los sistemas de asocio y cultivo puro, con mayor rendimiento, más resistente a enfermedades y plagas, y con alta calidad de grano para consumo humano. Los programas de mejoramiento en Honduras y Guatemala incluyen el cruzamiento de los maicillos o sorgos criollos con sorgos mejorados insensibles al fotoperíodo. Con la introducción de mejores características se ha aumentado el rendimiento de los maicillos de porte mediano hasta en un 35% con respecto a los testigos, y hasta un 50% más que los sorgos de tipo enano (Clará et al, 1982 citados por Compton, 1987).

Distribución de la antracnosis

La antracnosis en sorgo es causada por *Colletotrichum graminicola* (Cesati). Esta enfermedad fue descrita por primera vez en Italia en 1852; en los Estados Unidos, en maíz, en 1855 (Warren, 1986); y en sorgo, en Carolina del Norte y Texas en 1911 y 1912, respectivamente. Desde entonces ha sido encontrada en casi todas las áreas donde el sorgo es cultivado, especialmente en regiones húmedas y cálidas del globo (Pastor-Corrales y Frederiksen, 1978).

La antracnosis es una de las enfermedades más importantes del Brasil y de la mayoría de los países de América Latina (Frederiksen, 1983), ataca especialmente al maíz, al sorgo y al centeno; sin embargo, ha sido encontrada en más de 100 especies de pasto. En la mayoría de las regiones, la antracnosis foliar puede limitar la producción, hasta en un 50% o más en epifitias severas. Las pérdidas son mayores cuando hay una combinación

de estaciones secas y húmedas con altas temperaturas. Causa, además, serios daños al sorgo para ensilaje, pasto y jarabe, además de las pérdidas de grano.

Sintomas de la antracnosis

Se han diferenciado tres fases para la evaluación de la resistencia de los cultivares al daño causado por la enfermedad. Los síntomas incluyen una fase foliar, una fase caulinar y otra de colonización de la panícula incluyendo el grano (Frederiksen , 1983).

La antracnosis foliar puede ser reconocida por una amplia variedad de síntomas, dependiendo de la resistencia del cultivar y de la variabilidad del hongo, del ambiente y de la condición fisiológica del hospedero después de ser infectado (Frederiksen , 1983). Esta fase puede ocurrir en cualquier etapa del desarrollo de la planta, pero generalmente se presenta en la hojas de los cultivares susceptibles desde la etapa 5.0 en adelante, produciéndose pequeñas lesiones elípticas o circulares, de hasta 5 mm de diámetro. Estas lesiones desarrollan centros pequeños o circulares con un halo rojo, anaranjado o púrpura dependiendo del cultivar afectado. Bajo condiciones de alta humedad o lluvia, las lesiones aumentan en número uniéndose y cubriendo la mayor parte del área foliar. En la superficie de los centros de las lesiones se desarrollan manchas negras o erupciones, los acérvulos (cuerpos fructíferos) del hongo (Warren, 1986).

En sorgo, los acérvulos se pueden encontrar en ambas superficies de la hoja, en la nervadura central, en el pedúnculo, en el raquis y en el grano (Pastor-Corrales y Frederiksen, 1978). En los acérvulos, principalmente en los márgenes de las hojas o entre los conidióforos se desarrollan unas espinas negras, pequeñas y muy finas denominadas setas.

Los conidios producidos por los conidióforos en los acérvulos, presentan generalmente, una o dos gotas de aceite, las cuales se encuentran unidas en una matriz de color naranja salmón a rosada. Cuando la lluvia golpea esta matriz, las esporas son diseminadas, utilizando como medio de transporte las gotas de agua; pero también pueden ser diseminadas por el viento. Cuando los conidios se posan sobre un tejido hospedero, producen uno o dos tubos germinativos, con posterior penetración de la epidermis y la cutícula de la hoja (Pastor-Corrales y Frederiksen, 1978).

La antracnosis puede defoliar, lo que reduce el crecimiento y desarrollo del sorgo. En casos muy severos, las plantas mueren antes de alcanzar la madurez fisiológica (Warren, 1986).

La infección en la nervadura central de la hoja puede ocurrir en cultivares que presenten cierto daño en las hojas, pero esta respuesta puede ser independiente de la infección foliar. Las lesiones en la nervadura son elípticas o elongadas, de color naranja, rojo o púrpura con acérvulos negros. Si las infecciones en la nervadura y el follaje se presentan al mismo tiempo, el daño foliar , la defoliación y la reducción en rendimiento pueden ser mucho mayores.

Las infecciones pueden ocurrir también debajo o justo arriba del suelo. Si la infección se presenta en los primeros estados de la planta y de forma severa, entonces ocurre un marchitamiento. Las plantas afectadas son amarillentas, con lesiones elípticas y pequeñas al principio. Al aumentar la severidad, el hongo llega a penetrar el brote, con posterior muerte de la planta. En algunos casos, las plántulas son atacadas debajo de la superficie del suelo, resultando en un mínimo porcentaje de emergencia.

Organismo causal de la antracnosis

Los acérvulos producidos por *Colletotrichum graminicola* en tejido hospedero o medio de cultivo son de color café oscuro, elípticos o cilíndricos. El estroma tiene setas septadas prominentes y oscuras. Los conidióforos producidos en los acérvulos son erectos, hialinos, no septados y cortos. Los conidios nacen en la parte terminal de los conidióforos entre las setas, y son hialinos, no septados y cilíndricos u obclaviformes pero adquieren una forma de hoz con el tiempo. La germinación puede ocurrir de cualquier sección de los conidios.

Ciclo de la enfermedad

La antracnosis puede sobrevivir como micelio en residuos de sorgo, en especies silvestres del género *Sorghum*, en malezas y como conidios o micelio en los granos. Sin embargo, se han encontrado aislamientos de *C. graminicola* en *S. jalapense* y otras especies no domesticadas de sorgo, que son avirulentas en el sorgo cultivado (Frederiksen; Thomas; Bandyopadhyay y Mughogho, 1993).

El hongo puede persistir hasta 18 meses en los residuos vegetales en la superficie del suelo, pero no sobrevive muy bien en residuos enterrados o como conidios. El micelio sólo sobrevive unos pocos días cuando no existen residuos vegetales. Los conidios que sobreviven en especies silvestres de sorgo o de residuos, sirven como inóculo primario que es llevado a las hojas de sorgo por el viento o la lluvia.
La baja tasa de degradación de los residuos vegetales en la superficie del suelo, promueve una mejor sobrevivencia del hongo que en los rastrojos enterrados. Los residuos de tallo protegen al hongo de la degradación biológica causada por las fluctuaciones del medio. Estas hipótesis han sido utilizadas para explicar las diferencias en la sobrevivencia de esclerocios de hongo en sorgo y maíz en la superficie del suelo.

La sobrevivencia del hongo en la forma de esclerocios, es similar en sorgo y en maíz. Vizvary y Warren (1982) observaron que los conidios de *C. graminicola* sobreviven sólo unos días dependiendo de la temperatura del suelo y otros factores ambientales. El hecho que *C. graminicola* sobrevive más tiempo en la superficie del suelo que en residuos enterrados, respalda la creencia de que las prácticas de labranza mínima aumentan la probabilidad de un ataque de antracnosis. Existe la posibilidad de que una degradación más rápida de los residuos vegetales en el suelo permite la colonización de los esclerocios por otros microorganismos presentes en la microflora del suelo. También, es posible que una fracción de los esclerocios que no han germinado esté latente (Casela y Frederiksen, 1993).

Vizvary y Warren (1982) encontraron que las condiciones que reducen la actividad microbiana o una descomposición lenta de los residuos vegetales favorecen la sobrevivencia de *Colletotrichum graminicola*. Esta información es muy importante para el desarrollo de un combate eficaz de las fases de antracnosis que atacan la raíz, la corona y el tallo. La incorporación de residuos vegetales al suelo aumenta la descomposición de los residuos y reduce el potencial de sobrevivencia de *C. graminicola*.

Algunas especies de *Colletotrichum* producen esclerocios y sobreviven largos períodos en el suelo. *C. graminicola* no produce ninguna estructura de resistencia y sus conidios y micelios son destruídos en corto tiempo en el suelo. Esta destrucción se debe tomar en cuenta al momento de realizar las labores de arado y rotación de cultivos como medidas de combate del patógeno.

Los conidios derivados en los residuos en descomposición pueden ser una fuente de inóculo para las infecciones de la raíz y el tallo, pero los conidios o micelios que se encuentran libres en el suelo no se consideran como fuente primaria de inóculo.

Vizvary y Warren (1982) concluyeron que los conidios de *C. graminicola* o su micelio no sobreviven más de 20 días en el suelo a temperaturas iguales o mayores a los 16°C. Esto sugiere que el hongo actua como invasor del suelo y su sobrevivencia depende de la colonización de residuos de plantas antes de su incorporación. Por lo tanto, se concluyó que el hongo, por no producir estructuras especiales de resistencia, no sobrevivirá independientemente por muchos días.

Manejo de la resistencia genética a enfermedades en el sorgo

El desarrollo de variedades de sorgo resistentes o tolerantes a enfermedades o plagas en general, debe ser un punto muy importante al momento de elaborar un programa de mejoramiento. En las regiones semiáridas de la mayoría de los países en desarrollo, donde el sorgo constituye un alimento básico, influyen otros factores como alto rendimiento, calidad de la semilla y aceptación de variedades nuevas desarrolladas para alimento; estabilidad y dependencia en el desempeño, deben ser también incluidos en las variedades que servirán para alimento.

El sorgo es atacado por un sin número de organismos patógenos, especialmente en regiones de producción intensiva, aumentando el nivel de daño en relación directa con lo intensivo del sistema. Sin embargo, las plagas que afectan al sorgo no han sido estudiadas tan a fondo como las que atacan cultivos de mayor importancia económica como el maíz, el arroz y el trigo. Para el combate de enfermedades patógenas, el mejor método es la resistencia genética basada en el mejoramiento de los cultivares utilizando fuentes altamente resistentes y adaptados a las localidades de producción. Para obtener una mejor selección de las fuentes resistentes, se debe tomar en cuenta la reacción a la enfermedad, la variabilidad del patógeno y su impacto en el material seleccionado (Leslie y Frederiksen, 1993).

En las regiones donde se utilizan métodos de producción tradicionales, incluyendo la uilización de sorgos criollos o maicillos, no se ha encontrado mucha evidencia de que la variabilidad de los patógenos ponga en peligro el sistema de producción. Esto es debido, en su mayor parte, a que en el sistema se utilizan cultivos intercalados y que los niveles de fertilidad son muy bajos; sin embargo a medida que el sistema se especializa y se siembran poblaciones más densas, se utilizan fertilizantes, materiales más rendidores y homogéneos, y se implementan prácticas culturales propias del manejo intensivo, mayor es la expresión de las enfermedades y por lo tanto la pérdida económica. También se ha observado que cultivares resistentes en una zona, no lo son en otra. Esto puede ser explicado por las diferencias en la variabilidad genética del patógeno dentro de una zona, como entre zonas de producción.

Resistencia a antracnosis

La antracnosis es una de las enfermedades que puede vencer la resistencia de un cultivar con solo que varíe un poco su genética. Sin embargo, se puede lograr un combate total de la enfermedad utilizando la resistencia genética como método principal, pudiendo utilizarse, en casos extremos, combates menos eficaces, como el uso de sustancias

químicas al follaje y a la semilla (Duncan y de Millano, 1993). Se ha encontrado que los genes que determinan la resistencia de los cultivares de sorgo a *C. graminicola* son de tipo dominante y tienen una base poligénica, indicando una posible relación gen por gen en el sistema sorgo-antracnosis. Por lo tanto, los métodos de obtención de cultivares resistentes por medio del cruzamiento con cultivares seleccionados y reconocidos como resistentes pueden ser utilizados ampliamente como medida de combate y ataque contra la antracnosis. Sin embargo, debido a que *C. graminicola* es altamente variable, puede responder con suma rapidez a las presiones del material resistente seleccionado (Thakur, 1993).

Utilización de genotipos diferenciales de sorgo

A nivel mundial se están utilizando viveros para estudiar el desarrollo de la antracnosis en diversas zonas del orbe. El "International Virulence Nursery for Sorghum Anthracnose" (ISAVN), se está evaluando en la actualidad con los objetivos de observar y evaluar la variabilidad de las poblaciones de *C. graminicola*, e identificar fuentes de material resistente a esta enfermedad. Con la utilización de viveros se ha podido obtener la reacción de 44 razas/patotipos de *C. graminicola* en 43 genotipos de sorgo a nivel mundial (Thakur, 1993).

Monitoreo de la resistencia del sorgo a antracnosis en Honduras

En los últimos años se han estado realizando esfuerzos en el área centroamericana para caracterizar el comportamiento de los diversos materiales de sorgos graníferos que se siembran en la región. En Honduras, se realizan caracterizaciones en cinco localidades con diferentes condiciones climáticas para obtener mayor información sobre el comportamiento de los sorgos bajo distintas condiciones. Una de las áreas de mayor estudio y caracterización son las enfermedades que atacan al sorgo, por lo tanto se han evaluado materiales comerciales por sus reacciones a diversas enfermedades, incluyendo *Cercospora fusimaculans*, *Cercospora sorghi*, *Colletotrichum graminicola*, *Gleocercospora sorghi*, *Puccinia purpurea* y *Peronosclerospora sorghi* (Gómez; Meckenstock y Cerritos, 1990, 1991, 1992).

Las evaluaciones de la reacción de los sorgos graníferos a la antracnosis sólo se han realizado en Olancho, debido a que en esta localidad es donde se encuentra la mayor presión por parte de la enfermedad. El tipo de daño que se ha evaluado es la pudrición roja del tallo, sin tomar en cuenta el daño foliar causado por la enfermedad. En la Figura 2 se presentan los resultados obtenidos en algunos de los sorgos evaluados en tres años consecutivos.

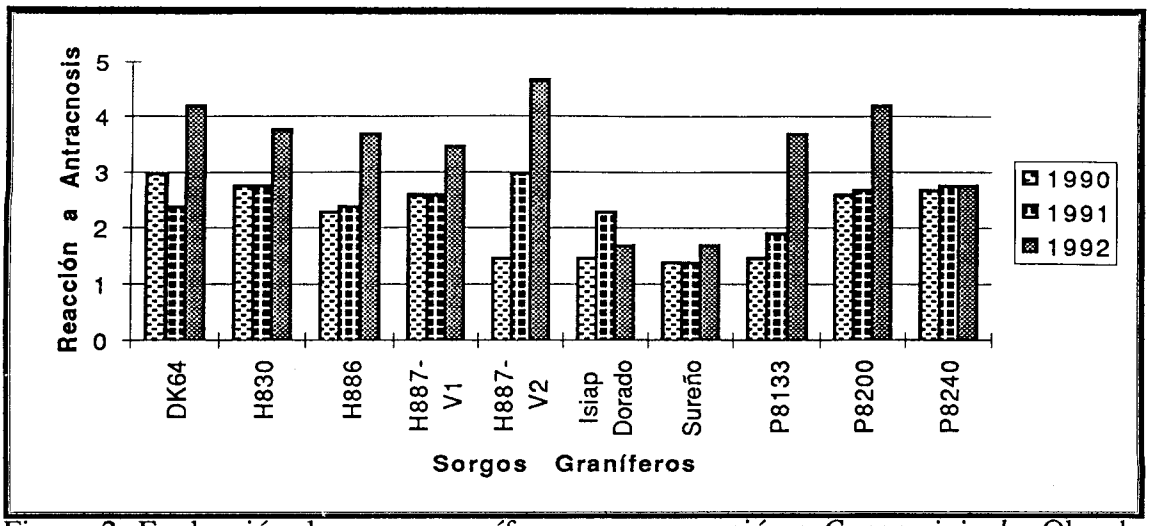


Figura 2. Evaluación de sorgos graníferos por su reacción a *C. graminicola.* Olancho, Honduras.
Fuente: Gómez; Meckenstock y Cerritos, 1990, 1991, 1992.

Las variaciones en la reacción de los sorgos, que cambian de un nivel alto a uno bajo y después de nuevo a otro alto, pudieron ser ocasionadas por el aumento en la variabilidad del patógeno en la zona, así como por las fluctuaciones en la precipitación y la temperatura que propician un desarrollo más virulento de la enfermedad. Debido a la enorme variación en la reaccción de los cultivares por cambios en las condiciones climáticas, es necesario realizar un monitoreo de los cultivares bajo diversos ambientes, lo cual puede lograrse evaluando el germoplasma en distintas localidades con distintas altitudes y condiciones climáticas . Además, es necesario realizar un monitoreo utilizando una mezcla de aislamientos provenientes de diferentes localidades del país.

III. MATERIALES Y METODOS

Material genético

Para la realización del estudio se utilizaron tres fuentes distintas de germoplasma de sorgo: El "International Virulence Nursery for Sorghum Anthracnose" (ISAVN), el "Ensayo Internacional de Maicillos Mejorados" (EIME) y líneas e híbridos de genealogía desconocida proporcionados por la empresa privada Cargill. En el Cuadro 2, se puede observar la genealogía, tanto de las líneas puras provenientes del vivero ISAVN, como de los maicillos mejorados del EIME. Los resultados de las evaluaciones del EIME y de las líneas comerciales Cargill serán incluidas como en el Anexo 1.

Cuadro 2. Genealogía del material genético proveniente del vivero ISAVN y del EIME, utilizado en las evaluaciones de reacción a antracnosis.

ISAVN	Ensayo Internacional de Maicillos Mejorados
SC167-14	(SPV346*Gigante Pavana)-1-1-2
Tx2536	(Sureño*Caturra 68)-3-3-2-1
SC748-5	(TAM428*MC100)-2-2
SC326-6	(TAM428*Porvenir)-29-1-1-b-b-1-b
SC414-12E	(TAM428*Porvenir)-29-2-3-b-b
SC120	[(TAM428*S.B.III)-17*(CS3541*Lib.)-6]-19-1-2(prov.F793R3448-1)
R8511	[(TAM428*S.B.III)-17*(CS3541*Lib.)-6]-19-1-2(prov.F793R3448-5)
B8618	{[(SC326-6*SC103-12)Liberal-40]*SC1207-2}-10-2-1-5-1
SC224	[(Sepon77*Santa Isabel)-6*ICSV-151]-6-2-1-2-1-1
SC562	[(Sepon77*Santa Isabel)-6*ICSV-151]-6-2-1-2-4-1
SC418	[(Sepon77*Santa Isabel)-6*ICSV-151]-6-2-1-2-4-4
Tx434	[(Sepon77*Santa Isabel)-6*ICSV-151]-6-2-1-2-4-8
SC283	{[(TAM428*77CS3)GPR1480Billy]-24*(SPV346(8ILL691*Billiy)-7]-36}-46-1-2-2-3-2
SC7	[{SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-4-1-1
SC328	[{SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-7-1-b
TAM428	[{SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-25-3-4
Tx398	[{SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-41-1-2-2
Tx378	ES727
IS No. 2057	Lerdo Ligero
IS No. 9659	Pelotón
	Porvenir
	San Bernardo

Localidades evaluadas

La evaluación de los diferentes cultivares se hizo en tres localidades: Zamorano, Comayagua y Rapaco. Las características climáticas y las altitudes varían mucho entre las localidades (Cuadro 3), lo cual puede afectar el desarrollo de la enfermedad y brindar mayor información sobre su comportamiento en diversas condiciones de temperatura, precipitación y altitud. El ISAVN fue evaluado en las tres localidades, el EIME únicamente en Zamorano y las líneas de Cargill en Comayagua.

Cuadro 3. Altitud, precipitación, temperatura máxima y mínima promedio de las localidades evaluadas durante la evaluación de los cultivares.

LOCALIDAD	ALTITUD (msnm)	PRECIPITACION (mm)	TEMP. MAX. (°C) promedio	TEMP. MIN. (°C) promedio
Zamorano	820	700.5	29.4	19.0
Rapaco	614	607.4	30.0	17.6
Comayagua	580	397.3	31.7	17.9

Los ensayos en Zamorano, Rapaco y Comayagua fueron establecidos en la época de primera. En Zamorano, el ensayo fue establecido el 16 de junio; en Rapaco, el 2 de junio; en Comayagua, el ISAVN fue establecido el 12 de junio, y las líneas de Cargill el 17 de junio.

Diseño experimental

Para el ISAVN el diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con dos repeticiones. Para el EIME y para las líneas comerciales se hizo sólo una repetición. El bloque para el ISAVN constó de 20 surcos, para el EIME de 66 surcos y para las líneas Cargill de 250 surcos.

Parcela experimental

La parcela en el ISAVN y en las líneas comerciales era de un surco por cultivar; para el EIME la parcela era de tres surcos por cultivar, utilizando uno de los surcos bordes para evaluar la reacción.

En todas las localidades se utilizó una surcadora para construir los surcos. La distancia entre surcos fue de 0.8 m y el largo de los surcos de 5 m. La semilla fue sembrada a una distancia de 5 a 10 centímetros.

Labores culturales

A la siembra se aplicaron 87.5 kg ha^{-1} del fertilizante 18-46-0. Se realizó un raleo a los 10 días para lograr una población aproximada de 50 plantas por surco, lo que equivale a 125,000 plantas ha^{-1}. Las obras de deshierbe con azadón se realizaron cuando se consideraron oportunas. A los 35 días se aplicaron 200 kg ha^{-1} del fertilizante 0-46-0 (urea).

Obtención de las razas de antracnosis en Honduras

En 1993, personal del Departamento de Patología de la Universidad de Texas A&M, realizó recolecciones de material vegetativo de sorgo infectado con antracnosis, de donde obtuvieron aislamientos de *C. graminicola* de tres localidades de Honduras (Cuadro 4).

Cuadro 4. Zonas de obtención del material vegetativo de sorgo utilizado para realizar los aislamientos de *Colletotrichum graminicola*.

CLAVE	FECHA	LOCALIDAD
HNCT B4.1	7/12/93	33 km oeste de Catacamas.
HNCT C5		
HNCT D7		
HNEP C3	5/12/93	Cerca de E.A.P.,15 km al este del Zamorano
HNEP B5.2		
HNL1 B1.7	7/12/93	Limones, 82 km al oeste de Catacamas
HNL1 D7		y 50 Km del HNCT. DK64.
HNL1 E6		

Fuente: Plant Pathology Department, Texas A&M University.

Se obtuvieron los aislamientos de la Univesidad de Texas A&M en platos Petri de plástico de 5 cm de diámentro enfriados a 4°C, procediendo a su multiplicación con el objeto de obtener suficiente material para la inoculación de los cultivares en el campo.

Medio de cultivo

Como medio de cultivo se utilizó Avena - Agar en una proporción de 20 y 15 g, respectivamente. La avena utilizada era extrafina y sin azúcar. Ambas sustancias se mezclaron en un litro de agua destilada y se esterilizaron en un autoclave a 121°C y una presión de 1.06 kg cm^{-2} por 25 minutos. Una vez enfriado el medio, para evitar el crecimiento de bacterias se le agregaron 100 gotas de ácido láctico al 25% como antibiótico. Luego se llenaron platos Petri estériles de 9 cm de diámetro con el medio de cultivo, dejándolos enfriar por un período de 24 horas.

Multiplicación de los aislamientos

Para traspasar el hongo a los platos Petri grandes, se sacaron secciones de los aislamientos con un sacabocados No. 1. Cada bocado fue colocado en el centro del plato Petri con la superficie del micelio hacia abajo, para que el hongo estuviera en mayor contacto con el medio de cultivo. Se siguió este procedimiento para todos los aislamientos, realizando cuatro réplicas por aislamiento.

Ya colocados todos los bocados conteniendo el hongo en los platos Petri y sellados con parafilm, se procedió a colocarlos en una incubadora a una temperatura de 28°C en completa oscuridad. Se realizaron observaciones para verificar el correcto desarrollo del micelio en el medio de cultivo. A los ocho días se observó esporulación del hongo, con la característica gota aceitosa de color rojo salmón. Diez días después de observarse la primera esporulación, todo el plato estaba colonizado por el micelio con abundante esporulación. Este momento se consideró preciso para realizar la inoculación del vehículo inoculante, que se utilizaría para la inoculación de los cultivares en el campo. En total el proceso de multiplicación tomó 18 días, desde la siembra en los platos Petri con los aislamientos hasta la obtención de suficientes esporas para inocular el vehículo inoculante.

Obtención del inóculo

Como vehículo inoculante se utilizaron granos de sorgo Isiap Dorado. Se pesaron 285 g de sorgo y se colocaron en bolsas resistentes al calor. Luego se colocaron 300 ml de agua destilada en las bolsas. Estas se colocaron en el autoclave por una hora, a 121°C y 1.06 kg cm^{-2} . Al final del período, el grano tenía una consistencia masosa, con la suficiente humedad interna para lograr un excelente crecimiento del hongo; se dejó enfriar por un período de 24 horas.

La inoculacion del grano se realizó utilizando el mejor plato de cada aislamiento, donde se observaron claramente la esporulación rojizo anaranjada del hongo y la cantidad de micelio que creció en el medio. Antes de proceder a la inoculación, se revolvió muy bien el grano en las bolsas, para eliminar cualquier masa de grano que se hubiera formado y favorecer el crecimiento del micelio. Se colocó un bocado obtenido con un sacabocados No. 4 de cada plato en la bolsa con el grano de sorgo, para lograr una cantidad uniforme de crecimiento del hongo procedente de cada aislamiento. Los bocados se colocaron en la parte superior de las bolsas con el cuidado de no destruirlo (colocándolo siempre con el micelio hacia abajo). Las bolsas se sellaron con algodón estéril, dejando suficiente aire dentro de ellas.

Se colocaron dentro de otras bolsas estériles en una incubadora a 30°C en ausencia de luz. Durante el proceso de multiplicación del hongo fue necesario mover el grano dentro de las bolsas para lograr un crecimiento uniforme del micelio. A las dos semanas de haber sido colocadas en la incubadora, se obtuvo suficiente crecimiento para la inoculación en el campo.

Inoculación en el campo

En cada parcela se marcaron 10 plantas por surco, utilizando una cinta marcadora. Entre 35 y 45 días después de la siembra se inocularon las plantas utilizando aproximadamente

20 granos de sorgo infectado (0.5 - 0.55 g) colocándolos en el cogollo de cada planta. Luego se realizó una aspersión con agua limpia para proveer la suficiente humedad para que el hongo no se deshidratara. Las inoculaciones en todas las localidades fueron realizadas en horas de la tarde (4:00 a 5:00 pm) para evitar altas radiaciones solares. En algunas localidades donde el régimen de lluvias no estaba muy bien establecido, fue necesario rociar el cogollo con agua hasta tres días después de realizada la inoculación.

Evaluación de la enfermedad

El Cuadro 5 presenta las distintas fechas de los muestreos realizados en cada localidad y en cada fuente de cultivar evaluada por su reacción a antracnosis.

Cuadro 5: Fechas de siembra, inoculación y muestreos realizados en los distintos cultivares y localidades evaluadas.

	Fechas		Fechas de Muestreos				
Ensayo **	**Siembra**	**Inoculación**	**1°**	**2°**	**3°**	**4°**	**5°**
ISAVN Comayagua	12/06	14/07	11/08	25/08	13/09	29/09	
ISAVN Zamorano	16/06	03/08	17/08	12/09	01/10	19/10	
ISAVN Rapaco	02/06	08/07	24/07	05/08	21/08	04/09	20/09
Lineas Cargill	17/06	04/08	22/09				
EIME	16/06	03/08	11/10				

Para realizar la evaluación del progreso de la enfermedad en los viveros ISAVN, el EIME y las líneas comerciales, se utilizaron dos escalas: una cuantitativa y otra cualitativa. La severidad de la enfermedad fue medida en relación con el porcentaje de daño foliar por antracnosis observado en las plantas, siguiendo la clave de severidad de antracnosis en plantas de sorgo:

1.	No síntoma.	6.	31 - 40% daño foliar.
2.	1 - 5% daño foliar.	7.	41 - 50% daño foliar.
3.	6 - 10% daño foliar.	8.	51 - 75% daño foliar.
4.	11 - 20% daño foliar.	9.	> 75% daño foliar.
5.	21 - 30% daño foliar.		

Fuente: Plant Pathology Department. Texas A&M University.

Para la evaluación de la reacción de la planta a la enfermedad (reacción de la enfermedad), se utilizó la siguiente escala cualitativa:

1.	No esporulación observable.
2.	Esporulación moderada, lesiones conteniendo acérvulos.
3.	Esporulación de moderada a severa, los acérvulos se diseminan en la vaina de la hoja.
4.	La esporulación cubre la mayoría de las hojas.
5.	La esporulación cubre todas las hojas.

Fuente: Plant Pathology Department. Texas A&M University.

Variables climatológicas

En todas las localidades se realizó un monitoreo de variables climáticas, como la temperatura máxima, mínima y la precipitación, ya que las diferencias encontradas en el comportamiento de los cultivares puede ser explicada en función de los cambios de las variables climatológicas entre localidades.

Análisis estadístico

Para cada cultivar del ISAVN que mostró reacción a la enfermedad, se calculó una ecuación utilizando métodos de regresión lineal y no lineal, para obtener datos esperados y poder realizar las comparaciones entre los cultivares y las localidades evaluadas. Para los análisis estadísticos se utilizó el paquete "Statistical Analysis System" (SAS® versión 6.04).

Debido a que los cultivares tienen diferencias en el tiempo total de maduración dependiendo de las condiciones imperantes durante las evaluaciones, lo que está relacionado directamente con el progreso de la enfermedad, se tuvo que estandarizar los datos de severidad por medio del cálculo del "área relativa bajo la curva de progreso de la enfermedad" (ARBCPE), por medio del cálculo de la integral de la ecuación de regresión, utilizando en programa matemático EUREKA®. Los límites utilizados para el cálculo del área fueron: 0 días y 75 días.

De las líneas comerciales Cargill y de los maicillos mejorados del EIME, sólo se tomaron los datos de reacción de la enfermedad y de la planta a la enfermedad del último muestreo, ya que al no realizar comparación de su reacción entre localidades, no fue necesario estimar datos para la construcción del ARBCPE.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Desarrollo de la enfermedad

El desarrollo de la antracnosis en las tres localidades evaluadas fue óptimo, debido principalmente a las condiciones ambientales predominantes durante la evaluación de los cultivares. Se observó una gran diversidad de reacción entre los cultivares evaluados. Algunos no la presentaron y por lo tanto son considerados como resistentes; y otros que mostraron una reacción intermedia (2 a 3 en la escala), y una reacción muy alta (4 a 5 en la escala), y que son considerados como muy susceptibles a las razas hondureñas de antracnosis.

De los 20 cultivares evaluados, sólo siete desarrollaron reacción a la inoculación artificial con antracnosis. Los siete cultivares que presentaron una reacción mayor o igual a "2" son: TAM428, SC328, IS No. 2057, Tx398, Tx434, Tx2536 y SC120. El resto no desarrollaron reacción a antracnosis en ninguna de las localidades evaluadas.

TAM428, SC328, IS No. 2057, Tx434 y Tx2536 presentaron reacción a la enfermedad en todas las localidades evaluadas. Al observar esta similitud en la reacción de los cultivares, y el resultado estadístico no significativo (P=0.9259 en DR y P=0.704 en DS) de la diferencia en el comportamiento de las plantas que fueron inoculadas y que desarrollaron reacción a la enfermedad (Cuadro 6); se puede aseverar que la metodología de inoculación utilizada fue eficaz, al causar un desarrollo uniforme de la enfermedad en las plantas inoculadas.

Cuadro 6. Análisis de varianza para las localidades, cultivares, plantas inoculadas y sus interacciones.

	Reacción a antracnosis			Severidad de la reacción		
Fuente	G.L.	Valor F	PR > F	G.L.	Valor F	PR > F
Localidad	2	72.65	0.0001	2	78.43	0.0001
Plt(Loc)	27	0.64	0.9259	27	0.84	0.7044
Cultivar	6	18.78	0.0001	6	16.78	0.0001
Loc*Cult	8	2.87	0.0036	8	2.94	0.003

Evaluación de las localidades

Reacción de los cultivares a la antracnosis (DR)

El modelo utilizado para explicar la reacción de la enfermedad en los distintos cultivares en las tres localidades y su interacción, fue altamente significativo (< 0.001); pero sólo explica el 19.7% de la variabilidad observada en la reacción a antracnosis.

Se observó una diferencia altamente significativa (< 0.001) en el desarrollo de la enfermedad entre las localidades evaluadas. En Zamorano y Rapaco no se observó una diferencia significativa en el desarrollo de la enfermedad en los cultivares evaluados. En las dos localidades se obtuvo una reacción promedio de 2.8. Las similitudes en el desarrollo de la antracnosis en estas dos localidades, se debe a que las condiciones ambientales imperantes durante el desarrollo del estudio fueron muy similares; Rapaco tuvo una precipitación acumulada de 607.4 mm y Zamorano de 700.48 (Anexo 6 y 7). En Comayagua se observó en promedio un 37% menos de reacción de los cultivares que en Zamorano y Rapaco (Cuadro 7). Esta diferencia con Comayagua, puede ser explicada por la gran diferencia en la precipitación (397.3 mm) durante todo el ciclo de evaluación, o sea sólo un 57% de la precipitación de Rapaco.

La interacción entre las localidades y los cultivares evaluados fue altamente significativa (0.0036), por lo tanto se presentó una diferencia en el grado de reacción de los distintos cultivares a la antracnosis en las localidades.

Evaluación de la severidad de la antracnosis (DS)

La severidad de la antracnosis puede ser explicada utilizando como parámetro el porcentaje de daño foliar en las plantas evaluadas, ya que el porcentaje de daño foliar tiene una relación directa con el grado de desarrollo de la enfermedad.

El modelo utilizado para explicar el porcentaje de daño foliar en los cultivares de las distintas localidades, y la interacción de los cultivares con las localidades, fue altamente significativo (< 0.001); pero sólo explica el 20.5 % de la variabilidad observada en el porcentaje de daño foliar observado en los distintos cultivares.

En cuanto a las localidades evaluadas, se observó una diferencia altamente significativa (< 0.05) en el grado de daño al follaje provocado por la antracnosis. La localidad en la que más daño causó la enfermedad fue Rapaco, observándose un daño promedio de 6.3. En Zamorano hubo un daño promedio de 5.4 y en Comayagua de 3.5, lo que representa un 54% del daño promedio observado en Rapaco (Cuadro 7). En Rapaco hubo un mayor daño al follaje que en Zamorano, debido a que en Rapaco la inoculación fue realizada a los 35 días después de la siembra y en Zamorano a los 48 (Cuadro 5) Además, se presentaron días con temperaturas máximas mayores a los 35°C (Anexo7), mientras que en Zamorano la mayor temperatura máxima diaria fue de 32°C (Anexo 6); por lo tanto en Rapaco la enfermedad tuvo mayor tiempo para afectar al follaje y condiciones climáticas más favorables para desarrollarse. En Comayagua se presentó el menor porcentaje de tejido dañado, aun cuando fue la localidad donde se realizó la inoculación más temprano (32 días después de la siembra). Esta disminución en el desarrollo del hongo, posiblemente se debió a que la precipitación acumulada fue casi la mitad de la precipitación de las otras localidades (Anexo 8).

Los resultados demuestran la importancia que tienen las condiciones climatológicas donde se realiza la producción del sorgo, en la reacción y severidad de la antracnosis; con

gran desarrollo en las zonas de altas precipitaciones y temperaturas y por consiguiente con altas humedades relativas.

Cuadro 7: Diferencias estadísticas en la reacción a antracnosis y daño foliar encontradas en el comportamiento de los cultivares en las diferentes localidades.

Reacción a antracnosis			**Severidad de la reacción**		
Localidad	SNK**	Promedio	Localidad	SNK**	Promedio
Zamorano	A	2.8	Rapaco	A	6.3
Rapaco	A	2.8	Zamorano	B	5.4
Comayagua	B	1.8	Comayagua	C	3.5

** Medias seguidas de la misma letra y en la misma columna, no son iguales significativamente al 0.05 de probabilidad

Evaluación de resistencia de los cultivares

Se presentaron reacciones muy variadas en los 20 cultivares evaluados. El 65% no presentaron reacción alguna o presentaron una reacción hipersensitiva a la enfermedad (lesiones sin desarrollo de acérvulos). Tres presentaron un desarrollo de enfermedad moderado (2 a 3 en la escala) y cuatro alcanzaron niveles altos en la escala (4 ó 5), considerándose estos cultivares como los más susceptibles.

En el Cuadro 8 se presenta la evaluación de los cultivares por su reacción a antracnosis. Se puede observar que hubo cultivares medianamente susceptibles y susceptibles.

Cuadro 8: Evaluación de resistencia de las líneas pertenecientes al ISAVN

ENTRADA	DESIGNACION	IS No.	Evaluación de Resistencia
01	SC120	2816	Medianamente susceptible
02	SC418		Resistente
03	SC7		Resistente
04	B8618		Resistente
05	Tx398		Medianamente susceptible
06	Tx2536	10452	Medianamente susceptible
07	TAM428	12610	Susceptible
08	SC326-6	3758	Resistente
09	SC167-14	12658	Resistente
10	SC328	8263	Susceptible
11	SC283	7173	Resistente
12	SC748-5	3552	Resistente
13	Tx378	413	Resistente
14		9659	Resistente
15		2057	Susceptible
16	SC4145-12E	2508	Resistente
17	Tx434	12608	Susceptible
18	R8511		Resistente
19	SC562		Resistente
20	SC224	12658	Resistente

Evaluación de los cultivares susceptibles

Reacción de los cultivares a la antracnosis

Se observó una diferencia altamente significativa (< 0.001) en el grado de reacción de la enfermedad en los cultivares evaluados. TAM428 presentó la mayor reacción a la inoculación en todas las localidades, con un promedio de 3.1, que resultó significativamente mayor (SNK:P=0.05) que la observada en los demás cultivares.

Entre SC328, IS No. 2057, Tx398, Tx434 y Tx2536 no hubo diferencias significativas en el grado de reacción que desarrollaron, presentándose reacciones que variaban entre 1.95 y 2.5. SC120 tuvo una diferencia significativa en su reacción, la cual, fue en promedio, de 1.1 o sea 2.8 veces menor que la de TAM428 (Cuadro 9).

Severidad de la enfermedad

Entre los cultivares TAM428, Tx398, Tx434, IS No. 2057 y SC328, no hubo diferencia significativa en la severidad de la enfermedad. TAM428 presentó el mayor daño con 6.0 y SC328 el menor, con 4.9.

Tx2536 tuvo una diferencia significativa (< 0.05) con los cultivares antes mencionados y SC120. Tx2536 presentó un daño de 3.5, y SC120 de 1.5 (Cuadro 9).

La interacción cultivar por localidad resultó altamente significativa (< 0.05). Por lo tanto, hubo diferencia en el comportamiento de los cultivares en cada localidad.

Cuadro 9: Diferencias estadísticas en la reacción a antracnosis y daño foliar encontradas en el comportamiento de los cultivares.

Reacción a antracnosis			**Daño foliar**		
Cultivar	SNK	Promedio	Cultivar	SNK	Promedio
TAM428	A	3.1	TAM428	A	6.6
SC328	B	2.5	Tx398	A	5.9
IS No. 2057	B	2.5	Tx434	A	5.1
Tx398	B	2.4	IS No. 2057	A	5.0
Tx434	B	2.3	SC328	A	4.9
Tx2536	B	2.0	Tx2536	B	3.5
SC120	C	1.1	SC120	C	1.5

** Medias seguidas de la misma letra y en la misma columna, no son iguales significativamente al 0.05 de probabilidad

Estimación del area relativa bajo la curva de progreso de la enfermedad (ARBCPE)

Para poder realizar un mejor estimado en cuanto a la diferencia del daño foliar causado por la antracnosis a los cultivares susceptibles evaluados, se calcularon las áreas relativas bajo la curva de progreso de la enfermedad (ARBCPE) utilizando las curvas de regresión (Anexo 6, 7 y 8). Los resultados de estos cálculos se pueden observar en el Cuadro 10.

Cuadro 10: Areas calculadas utilizando las ecuaciones de regresión estimadas y su R^2 ajustado.

LOCALIDAD	RAPACO		ZAMORANO		COMAYAGUA	
CULTIVAR	Area	R^2 Aj.**	Area	R^2 Aj.**	Area	R^2 Aj.**
SC328	581.77	0.91	365.58	0.79	122.98	0.76
IS No. 2057	529.84	0.92	406.04	0.87	261.23	0.88
TAM428	577.13	0.92	547.57	0.97	314.36	0.54
Tx2536	569.88	0.98	362.68	0.86	86.44	0.26
Tx434	533.10	0.91	490.48	0.88	191.46	0.23
Tx398	466.44	0.70				
SC120	228.77	0.33				

** R^2 ajustado.

TAM428 se puede considerar el cultivar más susceptible y que mayor daño sufrió por parte de la antracnosis, ya que, además de desarrollar uno de los niveles más altos de reacción, en dos de las tres localidades en que se evaluó, obtuvo las ARBCPE más altas.

Tx2536 presentó la menor área de tejido foliar dañado, en Zamorano y Comayagua. Sin embargo, en Rapaco, este cultivar ocupo el tercer lugar en cuanto a la severidad de la enfermedad. Por lo tanto, Tx2536 puede ser considerado como un cultivar de mediana susceptibilidad, pero que en lugares donde las condiciones climatológicas son ideales para el desarrollo de la enfermedad, puede alcanzar valores tan altos de severidad como el cultivar más susceptible (TAM428).

Comparación de los resultados obtenidos en Honduras con otros estudios realizados

En la Universidad de Texas A&M se han realizado estudios para identificar las razas de *Colletotrichum graminicola* de diversas regiones del mundo. Analizaron las razas hondureñas utilizadas para la evaluación del ISAVN en las tres localidades mencionadas anteriormente y concluyeron que las razas hondureñas son similares en su codigo genético a las razas nativas de Georgia, Estados Unidos. En el Cuadro 11 se pueden observar los resultados de ambas evaluaciones.

Cuadro 11: Resultados de las evaluaciones realizadas en Georgia, E.U.A. (1992) y en Honduras (1995).

DESIGNACION	IS No.	GEORGIA	HONDURAS
SC120	2816	1.5	1.1
SC418		1.5	1.0
SC7		1.8	1.0
B8618		1.5	1.0
Tx398		5.0	2.4
Tx2536	10452	4.5	1.95
TAM428	12610	4.9	3.1
SC326-6	3758	2.0	1.0
SC167-14	12658	1.3	1.0
SC328	8263	3.9	2.5
SC283	7173	1.5	1.0
SC748-5	3552	1.5	1.0
Tx378	413	4.0	1.0
	9659	1.8	1.0
	2057	3.7	2.5
SC414-12E	2508	2.8	1.0
Tx434	12608	1.8	2.3
R8511		1.0	1.0
SC562		1.5	1.0
SC224	12658	1.5	1.0

Fuente: 1992 All disease and insect nursery. Plant Pathology Department. Texas A&M University.

Al realizar una comparación de la reacción de los cultivares del ISAVN entre las razas hondureñas de *Colletotrichum graminicola* y las de Georgia, E.U.A., y tomando los cultivares como líneas diferenciales de las razas predominantes en las zonas de

evaluación, se puede observar que no todos los cultivares que desarrollaron una reacción en Georgia, lo hicieron en Honduras; por lo tanto se puede especular que en Georgia existe muchas más variabilidad genética de *C. graminicola* que en Honduras.

La existencia de un mayor número de razas del hongo en Georgia, puede ser debida a que en esa zona se han realizado ensayos consecutivos de monitoreo de antracnosis, por lo que se ha ejercido una mayor presión sobre el hongo utilizando el mismo material genético de sorgo. Por lo tanto, ha habido una mayor presión de selección de las líneas de sorgo sobre el código genético de las razas de *C. graminicola*, causando una mayor variación genética en las mismas.

Evaluación de los cultivares comerciales

De las 250 líneas comerciales Cargill, cuatro surcos no pudieron ser evaluados por problemas en la germinación de la semilla y de la inoculación artificial (Anexo 1). De los 246 restantes se obtuvieron los resultados que se presentan en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Resumen de los resultados obtenidos en la evaluación de las líneas comerciales Cargill por su reacción a antracnosis

Número de líneas	Grado de resistencia	Porcentaje del total de líneas
133	Susceptibles	54.1%
93	Resistentes	37.8%
20	Medianamente susceptibles	8.1%

Las líneas comerciales Cargill presentan un alto grado de susceptibilidad a la antracnosis, ya que, 153 de las 246 líneas evaluadas reaccionaron a la inoculación del hongo, mientras que sólo 93 resultaron resistentes.

De la evaluación del EIME se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro 13. Resumen de los resultados obtenidos en la evaluación de los maicillos mejorados del EIME por su reacción a antracnosis

Número de maicillos	Grado de resistencia	Porcentaje del total de maicillos
1	Susceptibles	4.5%
20	Resistentes	91%
1	Medianamente susceptibles	4.5%

Los maicillos pertenecientes al EIME presentaron un alto grado de resistencia a la antracnosis. De los 22 maicillos evaluados sólo hubo un maicillo susceptible y uno medianamente susceptible. El único maicillo susceptible a la enfermedad, es el resultado de selecciones realizadas en Choluteca, donde la enfermedad no se desarrolla, y por lo tanto, no fue un factor determinante en su selección (Anexo 2). Aun los maicillos que tienen en su genealogía cultivares altamente susceptibles como el TAM428, no reaccionaron a la antracnosis. Por lo tanto, es posible que los maicillos tengan juegos de genes de resistencia que les confieran una resistencia horizontal contra la antracnosis.

V. CONCLUSIONES

1. La nueva metodología utilizando granos de sorgo como vehículo inoculante, fue altamente satisfactoria

2. La mayoría de los cultivares del ISAVN, son excelentes fuentes de resistencia a las razas hondureñas de *Colletotrichum graminicola*, ya que de los 20 cultivares evaluados, la mayoría tuvieron alta resistencia o resistencia hipersensitiva a la antracnosis.

3. La reacción de los cultivares susceptibles a la enfermedad, estuvo directamente relacionada con la precipitación acumulada en las localidades donde se hicieron las evaluaciones.

4. Comparando los resultados de la reacción del ISAVN a la enfermedad en Georgia, E.U.A., y en Honduras, podemos concluir que en Georgia hay una mayor variabilidad del patógeno.

5. La ausensia de reacción de algunos cultivares en las localidades evaluadas en Honduras, puede también deberse a la falta de recolección de *Colletotrichum graminicola* en una mayor variedad de localidades.

6. Las líneas comerciales Cargill evaluadas, presentan un alto grado de susceptiblidad a la antracnosis, mientras que los maicillos mejorados son altamente resistentes a la antracnosis.

VI. RECOMENDACIONES

1. Es altamente recomendable seguir utilizando el método de inoculación aplicado en este estudio, ya que las plantas respondieron al inóculo aplicado.

2. Utilizar los cultivares que no reaccionaron a la enfermedad como posibles fuentes de resistencia durable contra la antracnosis en un programa de mejoramiento genético, monitoreando continuamente los cruces resultantes ya que *C. graminicola* es un patógeno altamente variable.

3. Si existen variedades, maicillos criollos o híbridos que contengan en su genealogía cualquiera de los cultivares que resultaron susceptibles, se debería realizar un estudio exhaustivo, para poder determinar si es susceptible o no a la antracnosis, y recomendar si se continúa su siembra a nivel comercial. Así mismo, se debe continuar el monitoreo de las poblaciones de *C. graminicola* en Honduras por medio del ISAVN y de la inoculación artificial en distintas localidades, para monitorear cualquier variación genética del patógeno que pueda afectar la resistencia de las variedades, híbridos o maicillos mejorados cultivados actualmente.

4. Continuar ofreciendo el servicio de monitoreo de resistencia de cultivares mejorados o híbridos a las casas comerciales productoras de semilla mejorada, para prevenir futuras pérdidas en tiempo, rendimientos y dinero, por lanzar al mercado cultivares que perderán su resistencia genética a corto plazo.

5. Es recomendable la eliminación de las líneas Cargill susceptibles como posibles materiales comerciales.

6. Se recomienda la comercialización de los maicillos mejorados, ya que presentan un alto grado de resistencia.

VII. BIBLIOGRAFIA

CASELA, C.R.; FREDERIKSEN, R.A. 1993. Survival of *Colletotrichum graminicola* in sorghum stalk residues. Plant disease (U.S.A.) 77(8):825 - 827.

CASTILLO, A.; NUNEZ, R.D. 1995. El mercado de maíz y sorgo en Honduras. Tegucigalpa, Honduras. UPSA, Secretaría de Recursos Naturales. p. 11 - 19.

COMPTON, P.L. 1988. Avances de la investigación agronómica de los maicillos criollos en Mesoamérica. In: Maicillos criollos and other sorghums in middle america workshop. Ed. por D. Meckenstock, F. Gómez, G. Pilz, S. Serna y A. Pitty. Tegucigalpa, Honduras. Zamorano Academic Press. v.29(2), p. 309 - 319.

DUNCAN, R.R.; de MILLANO, W.A.J. 1993. Plant disease control in sorghum and pearl millet. In: Disease analysis through genetics and biotechnology: interdisciplinary bridges to improved sorghum and millet crops. Ed. por J. Leslie y R. Frederiksen. Ames, IA, EE.UU. Iowa State University Press. p. 35 - 71.

FAO. 1993. Anuario de producción 1993. Roma, Italia. 351 p. (Colección FAO: Estadística).

FREDERIKSEN, R.A. 1983. Anthracnose stalk rot. In: Sorghum root and stalk rots, a critical review proceedings of the consultative group discussion on research needs and strategies for control of sorghum root and stalk rots diseases. Ed. por L. Mughogho y G. Rosenberg. Patancheru, India. ICRISAT. p. 37 - 42.

FREDERIKSEN, R.A.; THOMAS, M.D.; BANDYOPADHYAY, R.; MUGHOGHO, L.K. 1993. Variable pathogens of sorghum. In: Disease analysis through genetics and biotechnology: interdisciplinary bridges to improved sorghum and millet crops. Ed. por J. Leslie y R. Frederiksen. Ames, IA, EE.UU. Iowa State University Press. p. 11 - 14.

GOMEZ, F.; MECKENSTOCK, D.H.; CERRITOS, G. 1990. Comportamiento de sorgos graníferos. El Zamorano, Honduras. EAP -SRN- INTSORMIL. 7 p.

_____. 1991. Comportamiento de sorgos graníferos. El Zamorano, Honduras. EAP - SRN- INTSORMIL. 14 p.

_____. 1990. Comportamiento de sorgos graníferos. El Zamorano, Honduras. EAP - SRN- INTSORMIL. 14 p.

GONZALEZ, L.C. 1979. Introducción a la fitopatología. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, C.R. p. 113.

HOUSE, L.R. 1982. El sorgo: la genética del sorgo. México. Grupo Editorial Gaceta. 425 p.

IICA. 1989. Compendio de agronomía tropical. Ministerio de Asuntos Extranjeros de Francia e Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José Costa Rica. IICA. v. 2, p. 143.

LESLIE, J.F.; FREDERIKSEN, R.A. 1993. Variable pathogens: a scenario. In: Disease analysis through genetics and biotechnology: interdisciplinary bridges to improved sorghum and millet crops. Ed. por J. Leslie y R. Frederiksen. Ames, IA, EE.UU. Iowa State University Press. p. 3 - 8.

PASTOR-CORRALES, M.A.; FREDERIKSEN, R.A. 1978. Sorghum anthracnose. In: Sorghum diseases: a world review proceedings of the international workshop al ICRISAT. Ed. por R.J. Williams, R.A. Frederiksen, L.K. Mughogho y G.D. Bengston. Patancheru, India. ICRISAT. p. 289 - 294..

THAKUR, R.P. 1993. Status of international sorghum anthracnose and pearl millet downy mildew virulence nurseries. In: Disease analysis through genetics and biotechnology: interdisciplinary bridges to improved sorghum and millet crops. Ed. por J. Leslie y R. Frederiksen. Ames, IA, EE.UU. Iowa State University Press. p. 75 - 92.

UPSA. 1994. Compendio estadístico agropecuario 1994. Tegucigalpa, Honduras. Secretraría de Recursos Naturales. 176 p.

VIZVARY, M.A.; WARREN, H.L. 1982. Survival of *Colletotrichum graminicola* in soil. Phytopathology (EE.UU.) 72(5):522 - 525.

WARREN, L.H. 1986. Leaf anthracnose. In: Compendium of sorghum diseases. Ed. por R. Frederiksen. St. Paul, Minn., EE.UU. The American Phytophatology Society. p. 10 - 11.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Resultados de la evaluación de la resistencia de las líneas comerciales Cargill a la antracnosis

PLOT #				Grado de resistencia	PLOT #				Grado de resistencia
1	A	DR	2.6	Susceptible	21	A	DR	1.2	Resistente
		DS	7.2				DS	1.6	
2	A	DR	1.2	Resistente	22	A	DR	3.2	Susceptible
		DS	1.6				DS	8.1	
3	A	DR	1.0	Resistente	23	A	DR	1.9	Medianamente susceptible
		DS	1.0				DS	3.6	
4	A	DR	1.0	Resistente	24	A	DR	1.6	Medianamente susceptible
		DS	1.0				DS	2.9	
5	A	DR	1.2	Resistente	25	A	DR	1.0	Resistente
		DS	1.6				DS	1.0	
6	A	DR	1.0	Resistente	26	A	DR	1.6	Medianamente susceptible
		DS	1.0				DS	3.1	
7	A	DR	1.1	Resistente	27	A	DR	2.1	Susceptible
		DS	1.3				DS	5.9	
8	A	DR	1.8	Susceptible	28	A	DR	3.8	Susceptible
		DS	3.9				DS	8.2	
9	A	DR	1.3	Resistente	29	A	DR	2.6	Susceptible
		DS	2.1				DS	5.0	
10	A	DR	1.3	Resistente	30	A	DR	1.5	Medianamente susceptible
		DS	2.4				DS	2.6	
11	A	DR	1.4	Resistente	31	A	DR	1.9	Susceptible
		DS	2.1				DS	5.4	
12	A	DR	1.0	Resistente	32	A	DR	2.2	Susceptible
		DS	1.0				DS	6.5	
13	A	DR	1.2	Resistente	33	A	DR	1.9	Medianamente susceptible
		DS	1.7				DS	5.1	
14	A	DR	2.6	Susceptible	34	A	DR	1.0	Resistente
		DS	4.3				DS	1.0	
15	A	DR	1.0	Resistente	35	A	DR	2.0	Susceptible
		DS	1.0				DS	5.8	
16	A	DR	1.0	Resistente	36	A	DR	2.0	Susceptible
		DS	1.0				DS	6.0	
17	A	DR	1.0	Resistente	37	A	DR	2.4	Susceptible
		DS	1.0				DS	5.2	
18	A	DR	1.7	Medianamente susceptible	38	A	DR	1.0	Resistente
		DS	2.6				DS	1.0	
19	A	DR	1.1	Resistente	39	A	DR	1.0	Resistente
		DS	1.4				DS	1.0	
20	A	DR	1.8	Medianamente susceptible	40	A	DR	1.3	Resistente
		DS	3.2				DS	1.6	

Anexo 1. Resultados de la evaluación de la resistencia de las líneas comerciales Cargill a la antracnosis

PLOT #				Grado de resistencia	PLOT #				Grado de resistencia
41	A	DR	1.1	Resistente	61	A	DR	4.5	Susceptible
		DS	1.4				DS	9.0	
42	A	DR	1.4	Resistente	62	A	DR	4.9	Susceptible
		DS	2.2				DS	9.0	
43	A	DR	1.4	Resistente	63	A	DR	3.3	Susceptible
		DS	2.5				DS	6.7	
44	A	DR	1.1	Resistente	64	A	DR	5.0	Susceptible
		DS	1.5				DS	9.0	
45	A	DR	1.0	Resistente	65	A	DR	2.0	Susceptible
		DS	1.0				DS	4.0	
46	A	DR	5.0	Susceptible	66	A	DR	5.0	Susceptible
		DS	9.0				DS	9.0	
47	A	DR	1.8	Medianamente susceptible	67	A	DR	5.0	Susceptible
		DS	4.4				DS	9.0	
48	A	DR	2.1	Susceptible	68	A	DR	4.1	Susceptible
		DS	6.1				DS	8.1	
49	A	DR	0.0		69	A	DR	1.0	Resistente
		DS	0.0				DS	1.0	
50	A	DR	2.8	Susceptible	70	A	DR	1.0	Resistente
		DS	7.5				DS	1.0	
51	A	DR	1.4	Resistente	71	A	DR	2.8	Susceptible
		DS	2.8				DS	5.4	
52	A	DR	4.9	Susceptible	72	A	DR	3.2	Susceptible
		DS	9.0				DS	5.8	
53	A	DR	5.0	Susceptible	73	A	DR	1.0	Resistente
		DS	9.0				DS	1.0	
54	A	DR	5.0	Susceptible	74	A	DR	5.0	Susceptible
		DS	9.0				DS	9.0	
55	A	DR	2.4	Susceptible	75	A	DR	3.3	Susceptible
		DS	6.7				DS	6.3	
56	A	DR	5.0	Susceptible	76	A	DR	5.0	Susceptible
		DS	9.0				DS	9.0	
57	A	DR	5.0	Susceptible	77	A	DR	4.3	Susceptible
		DS	9.0				DS	8.7	
58	A	DR	1.0	Resistente	78	A	DR	5.0	Susceptible
		DS	1.0				DS	9.0	
59	A	DR	5.0	Susceptible	79	A	DR	5.0	Susceptible
		DS	9.0				DS	9.0	
60	A	DR	3.9	Susceptible	80	A	DR	5.0	Susceptible
		DS	7.9				DS	9.0	

Anexo 1. Resultados de la evaluación de la resistencia de las líneas comerciales Cargill a la antracnosis

PLOT #				Grado de resistencia	PLOT #				Grado de resistencia
81	A	DR	2.2	Susceptible	101	A	DR	3.8	Susceptible
		DS	5.2				DS	9.0	
82	A	DR	1.5	Medianamente susceptible	102	A	DR	2.2	Susceptible
		DS	2.5				DS	5.3	
83	A	DR	4.5	Susceptible	103	A	DR	1.8	Medianamente susceptible
		DS	8.7				DS	3.9	
84	A	DR	4.9	Susceptible	104	A	DR	1.9	Medianamente susceptible
		DS	9.0				DS	4.6	
85	A	DR	1.0	Resistente	105	A	DR	3.2	Susceptible
		DS	1.0				DS	9.0	
86	A	DR	5.0	Susceptible	106	A	DR	3.3	Susceptible
		DS	9.0				DS	7.5	
87	A	DR	4.2	Susceptible	107	A	DR	5.0	Susceptible
		DS	8.4				DS	9.0	
88	A	DR	1.2	Resistente	108	A	DR	2.0	Susceptible
		DS	1.8				DS	4.6	
89	A	DR	4.4	Susceptible	109	A	DR	4.8	Susceptible
		DS	8.9				DS	9.0	
90	A	DR	5.0	Susceptible	110	A	DR	4.8	Susceptible
		DS	9.0				DS	9.0	
91	A	DR	4.6	Susceptible	111	A	DR	4.9	Susceptible
		DS	9.0				DS	9.0	
92	A	DR	4.8	Susceptible	112	A	DR	4.6	Susceptible
		DS	9.0				DS	9.0	
93	A	DR	3.9	Susceptible	113	A	DR	1.4	Resistente
		DS	8.3				DS	2.0	
94	A	DR	1.4	Resistente	114	A	DR	2.0	Susceptible
		DS	2.7				DS	3.3	
95	A	DR	5.0	Susceptible	115	A	DR	1.3	Resistente
		DS	9.0				DS	1.9	
96	A	DR	3.3	Susceptible	116	A	DR	0.0	
		DS	7.1				DS	0.0	
97	A	DR	5.0	Susceptible	117	A	DR	2.6	Susceptible
		DS	9.0				DS	7.4	
98	A	DR	5.0	Susceptible	118	A	DR	0.0	
		DS	9.0				DS	0.0	
99	A	DR	5.0	Susceptible	119	A	DR	4.0	Susceptible
		DS	9.0				DS	9.0	
100	A	DR	4.9	Susceptible	120	A	DR	2.0	Susceptible
		DS	9.0				DS	5.5	

Anexo 1. Resultados de la evaluación de la resistencia de las líneas comerciales Cargill a la antracnosis

PLOT #				Grado de resistencia	PLOT #				Grado de resistencia
121	A	DR	3.7	Susceptible	141	A	DR	5.0	Susceptible
		DS	8.9				DS	9.0	
122	A	DR	3.1	Susceptible	142	A	DR	1.0	Resistente
		DS	8.7				DS	1.0	
123	A	DR	2.7	Susceptible	143	A	DR	1.0	Resistente
		DS	8.3				DS	1.0	
124	A	DR	1.0	Resistente	144	A	DR	1.0	Resistente
		DS	1.0				DS	1.0	
125	A	DR	1.0	Resistente	145	A	DR	4.0	Susceptible
		DS	1.0				DS	7.7	
126	A	DR	2.6	Susceptible	146	A	DR	1.0	Resistente
		DS	8.3				DS	1.0	
127	A	DR	2.1	Susceptible	147	A	DR	1.0	Resistente
		DS	7.6				DS	1.0	
128	A	DR	3.8	Susceptible	148	A	DR	1.4	Resistente
		DS	9.0				DS	3.1	
129	A	DR	3.2	Susceptible	149	A	DR	2.7	Susceptible
		DS	8.9				DS	7.0	
130	A	DR	4.5	Susceptible	150	A	DR	2.9	Susceptible
		DS	9.0				DS	7.2	
131	A	DR	1.5	Medianamente susceptible	151	A	DR	4.6	Susceptible
		DS	2.3				DS	8.6	
132	A	DR	2.7	Susceptible	152	A	DR	5.0	Susceptible
		DS	7.3				DS	9.0	
133	A	DR	4.4	Susceptible	153	A	DR	1.4	Resistente
		DS	9.0				DS	1.8	
134	A	DR	4.8	Susceptible	154	A	DR	1.0	Resistente
		DS	9.0				DS	1.0	
135	A	DR	3.3	Susceptible	155	A	DR	5.0	Susceptible
		DS	8.4				DS	9.0	
136	A	DR	4.1	Susceptible	156	A	DR	4.6	Susceptible
		DS	8.9				DS	8.2	
137	A	DR	4.0	Susceptible	157	A	DR	1.0	Resistente
		DS	8.9				DS	1.0	
138	A	DR	4.7	Susceptible	158	A	DR	5.0	Susceptible
		DS	9.0				DS	9.0	
139	A	DR	1.0	Resistente	159	A	DR	1.1	Resistente
		DS	1.0				DS	1.4	
140	A	DR	1.0	Resistente	160	A	DR	1.0	Resistente
		DS	1.0				DS	1.0	

Anexo 1. Resultados de la evaluación de la resistencia de las líneas comerciales Cargill a la antracnosis

PLOT #				Grado de resistencia	PLOT #				Grado de resistencia
161	A	DR	4.9	Susceptible	181	A	DR	4.9	Susceptible
		DS	9.0				DS	9.0	
162	A	DR	5.0	Susceptible	182	A	DR	3.9	Susceptible
		DS	9.0				DS	9.0	
163	A	DR	4.6	Susceptible	183	A	DR	2.9	Susceptible
		DS	9.0				DS	7.2	
164	A	DR	4.9	Susceptible	184	A	DR	4.2	Susceptible
		DS	9.0				DS	9.0	
165	A	DR	4.8	Susceptible	185	A	DR	1.7	Medianamente susceptible
		DS	9.0				DS	3.2	
166	A	DR	5.0	Susceptible	186	A	DR	2.6	Susceptible
		DS	9.0				DS	5.9	
167	A	DR	4.9	Susceptible	187	A	DR	3.7	Susceptible
		DS	9.0				DS	9.0	
168	A	DR	5.0	Susceptible	188	A	DR	4.1	Susceptible
		DS	9.0				DS	8.8	
169	A	DR	5.0	Susceptible	189	A	DR	4.1	Susceptible
		DS	9.0				DS	8.6	
170	A	DR	5.0	Susceptible	190	A	DR	3.8	Susceptible
		DS	9.0				DS	9.0	
171	A	DR	4.7	Susceptible	191	A	DR	4.0	Susceptible
		DS	9.0				DS	9.0	
172	A	DR	1.0	Resistente	192	A	DR	3.9	Susceptible
		DS	1.0				DS	8.9	
173	A	DR	2.6	Susceptible	193	A	DR	4.0	Susceptible
		DS	5.5				DS	9.0	
174	A	DR	1.1	Resistente	194	A	DR	3.7	Susceptible
		DS	1.0				DS	8.9	
175	A	DR	1.8	Medianamente susceptible	195	A	DR	2.9	Susceptible
		DS	3.6				DS	8.4	
176	A	DR	4.9	Susceptible	196	A	DR	1.6	Medianamente susceptible
		DS	9.0				DS	3.0	
177	A	DR	3.1	Susceptible	197	A	DR	1.2	Resistente
		DS	8.6				DS	1.6	
178	A	DR	3.4	Susceptible	198	A	DR	1.0	Resistente
		DS	8.7				DS	1.0	
179	A	DR	4.5	Susceptible	199	A	DR	1.2	Resistente
		DS	9.0				DS	2.0	
180	A	DR	3.1	Susceptible	200	A	DR	1.0	Resistente
		DS	7.4				DS	1.0	

Anexo 1. Resultados de la evaluación de la resistencia de las líneas comerciales Cargill a la antracnosis

PLOT #				Grado de resistencia	PLOT #				Grado de resistencia
1	B	DR	1.7	Medianamente susceptible	21	B	DR	1.0	Resistente
		DS	3.3				DS	1.0	
2	B	DR	1.1	Resistente	22	B	DR	1.1	Resistente
		DS	1.3				DS	1.3	
3	B	DR	1.2	Resistente	23	B	DR	1.8	Medianamente susceptible
		DS	1.7				DS	4.0	
4	B	DR	1.0	Resistente	24	B	DR	1.0	Resistente
		DS	1.0				DS	1.0	
5	B	DR	1.1	Resistente	25	B	DR	1.6	Susceptible
		DS	1.3				DS	3.4	
6	B	DR	1.1	Resistente	26	B	DR	1.0	Resistente
		DS	1.5				DS	1.0	
7	B	DR	1.2	Resistente	27	B	DR	1.3	Resistente
		DS	1.6				DS	2.7	
8	B	DR	1.1	Resistente	28	B	DR	1.0	Resistente
		DS	1.3				DS	1.0	
9	B	DR	1.0	Resistente	29	B	DR	1.7	Medianamente susceptible
		DS	1.0				DS	2.9	
10	B	DR	1.0	Resistente	30	B	DR	1.0	Resistente
		DS	1.0				DS	1.0	
11	B	DR	1.2	Resistente	31	B	DR	1.0	Resistente
		DS	2.0				DS	1.0	
12	B	DR	1.0	Resistente	32	B	DR	2.9	Susceptible
		DS	1.0				DS	6.6	
13	B	DR	1.1	Resistente	33	B	DR	1.0	Resistente
		DS	2.0				DS	1.0	
14	B	DR	1.0	Resistente	34	B	DR	2.8	Susceptible
		DS	1.0				DS	6.6	
15	B	DR	1.0	Resistente	35	B	DR	1.6	Medianamente susceptible
		DS	1.0				DS	4.3	
16	B	DR	1.3	Resistente	36	B	DR	2.8	Susceptible
		DS	2.6				DS	5.5	
17	B	DR	0.0		37	B	DR	3.6	Susceptible
		DS	0.0				DS	4.3	
18	B	DR	1.0	Resistente	38	B	DR	1.0	Resistente
		DS	1.0				DS	1.0	
19	B	DR	1.0	Resistente	39	B	DR	1.0	Resistente
		DS	1.0				DS	1.0	
20	B	DR	1.0	Resistente	40	B	DR	1.0	Resistente
		DS	1.0				DS	1.0	

Anexo 1. Resultados de la evaluación de la resistencia de las líneas comerciales Cargill a la antracnosis

PLOT #				Grado de resistencia	PLOT #				Grado de resistencia
41	B	DR	1.0	Resistente	46	B	DR	1.6	Medianamente susceptible
		DS	1.0				DS	4.0	
42	B	DR	2.6	Susceptible	47	B	DR	5.0	Susceptible
		DS	3.3				DS	9.0	
43	B	DR	1.1	Resistente	48	B	DR	1.0	Resistente
		DS	1.9				DS	1.0	
44	B	DR	1.0	Resistente	49	B	DR	1.0	Resistente
		DS	1.0				DS	1.0	
45	B	DR	1.6	Medianamente susceptible	50	B	DR	1.0	Resistente
		DS	4.2				DS	1.0	

Anexo 2. Resultados de la evaluaciónde la resistencia del EIME a la antracnosis

ENSAYO INTERNACIONAL DE MAICILLOS MEJORADOS GENEALOGIA			Grado de resistencia
(SPV346*Gigante Pavana)-1-1-2	DR	1.0	Resistente
	DS	1.0	
(Sureño*Caturra 68)-3-3-2-1	DR	1.0	Resistente
	DS	1.0	
(TAM428*MC100)-2-2	DR	1.1	Resistente
	DS	1.1	
(TAM428*Porvenir)-29-1-1-b-b-1-b	DR	1.0	Resistente
	DS	1.0	
(TAM428*Porvenir)-29-2-3-b-b	DR	1.0	Resistente
	DS	1.0	
[(TAM428*S.B.III)-17*(CS3541*Lib.)-6]-19-1-2(prov.F793R3448-1)	DR	1.0	Resistente
	DS	1.0	
[(TAM428*S.B.III)-17*(CS3541*Lib.)-6]-19-1-2(prov.F793R3448-5)	DR	1.3	Resistente
	DS	1.5	
{[(SC326-6*SC103-12)Liberal-40]*SC1207-2}-10-2-1-5-1	DR	1.0	Resistente
	DS	1.0	

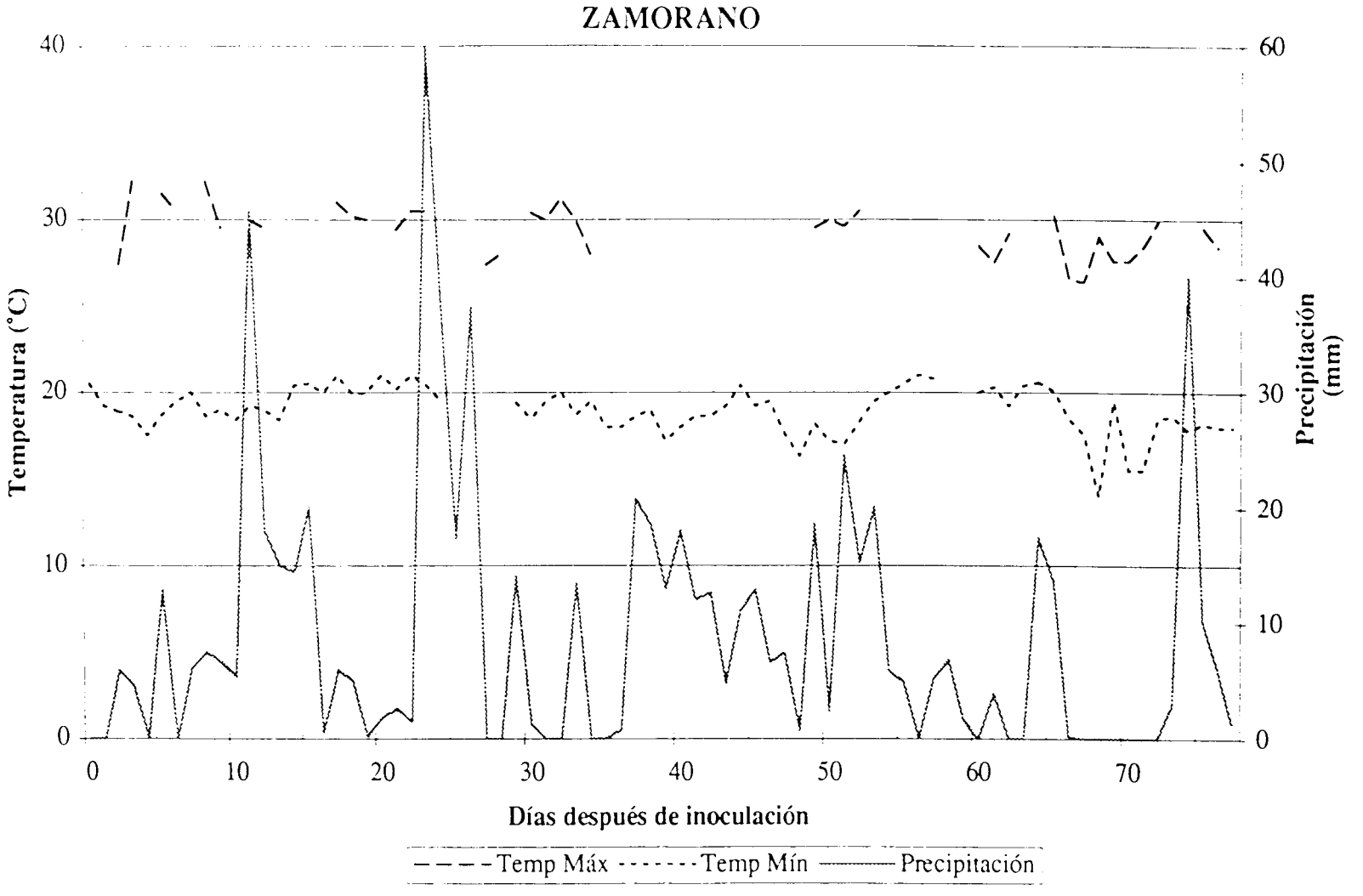
Anexo 2. Resultados de la evaluaciónde la resistencia del EIME a la antracnosis

ENSAYO INTERNACIONAL DE MAICILLOS MEJORADOS GENEALOGIA			Grado de resistencia
[{SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-25-3-4	DR	1.1	Resistente
	DS	1.2	
[{SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-41-1-2-2	DR	1.2	Resistente
	DS	1.6	
ES727	DR	1.0	Resistente
	DS	1.0	
Lerdo Ligero	DR	1.0	Resistente
	DS	1.0	
Pelotón	DR	1.0	Resistente
	DS	1.0	
Porvenir	DR	1.0	Resistente
	DS	1.0	
San Bernardo III	DR	1.0	Resistente
	DS	1.0	

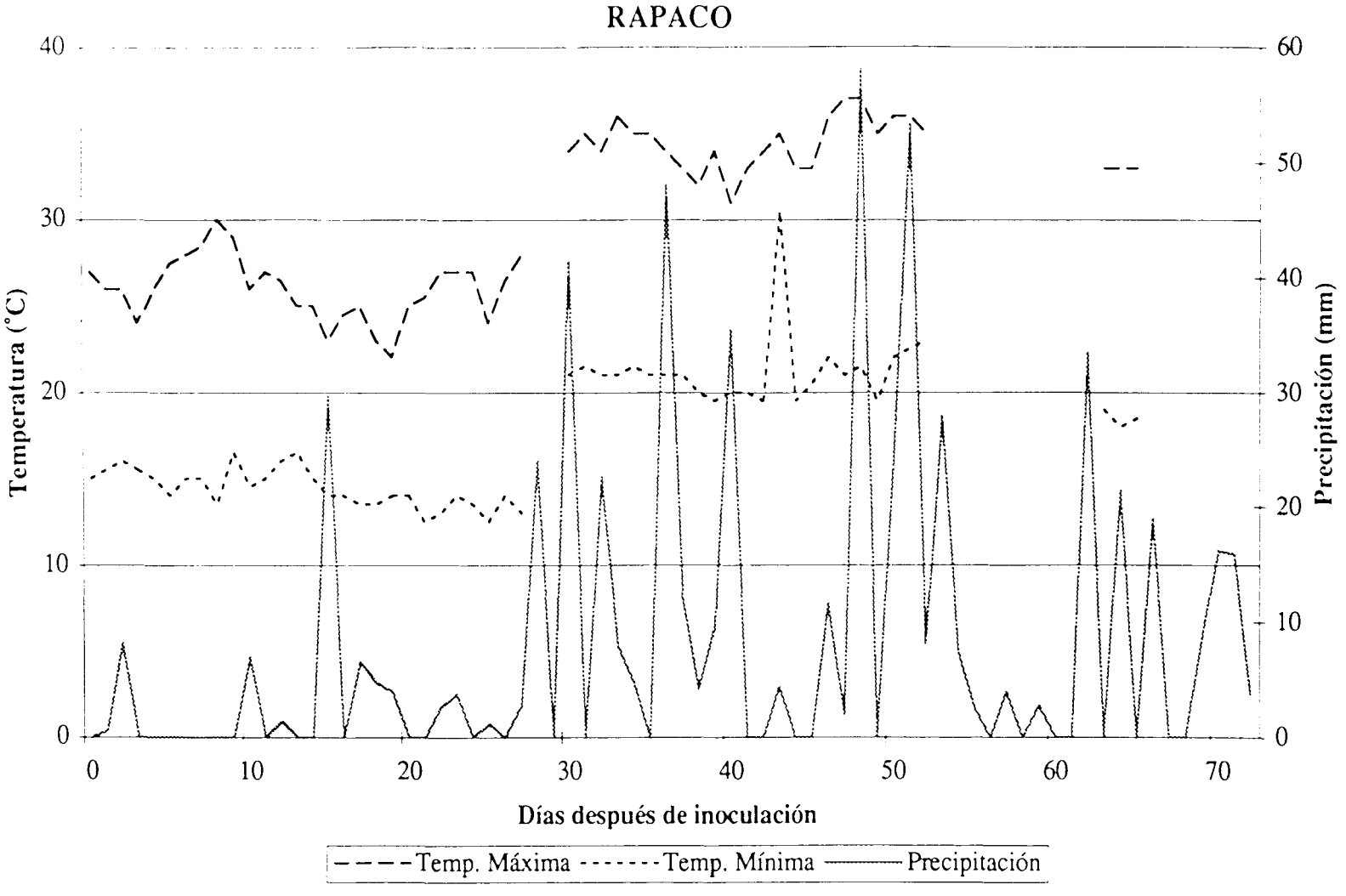
Anexo 2. Resultados de la evaluaciónde la resistencia del EIME a la antracnosis

ENSAYO INTERNACIONAL DE MAICILLOS MEJORADOS GENEALOGIA			Grado de resistencia
[(Sepon77*Santa Isabel)-6*ICSV-151]-6-2-1-2-1-1	DR	2.3	Susceptible
	DS	5.5	
[(Sepon77*Santa Isabel)-6*ICSV-151]-6-2-1-2-4-1	DR	1.7	Medianamente susceptible
	DS	1.4	
[(Sepon77*Santa Isabel)-6*ICSV-151]-6-2-1-2-4-4	DR	1.0	Resistente
	DS	1.0	
[(Sepon77*Santa Isabel)-6*ICSV-151]-6-2-1-2-4-8	DR	1.0	Resistente
	DS	1.0	
{[(TAM428*77CS3)GPR1480Billy]-24*(SPV346(8lLL691*Billiy)-7]-36}-46-1-2-2-3-2	DR	1.0	Resistente
	DS	1.0	
[{SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-4-1-1	DR	1.2	Resistente
	DS	1.2	
[{SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-7-1-b	DR	1.0	Resistente
	DS	1.0	

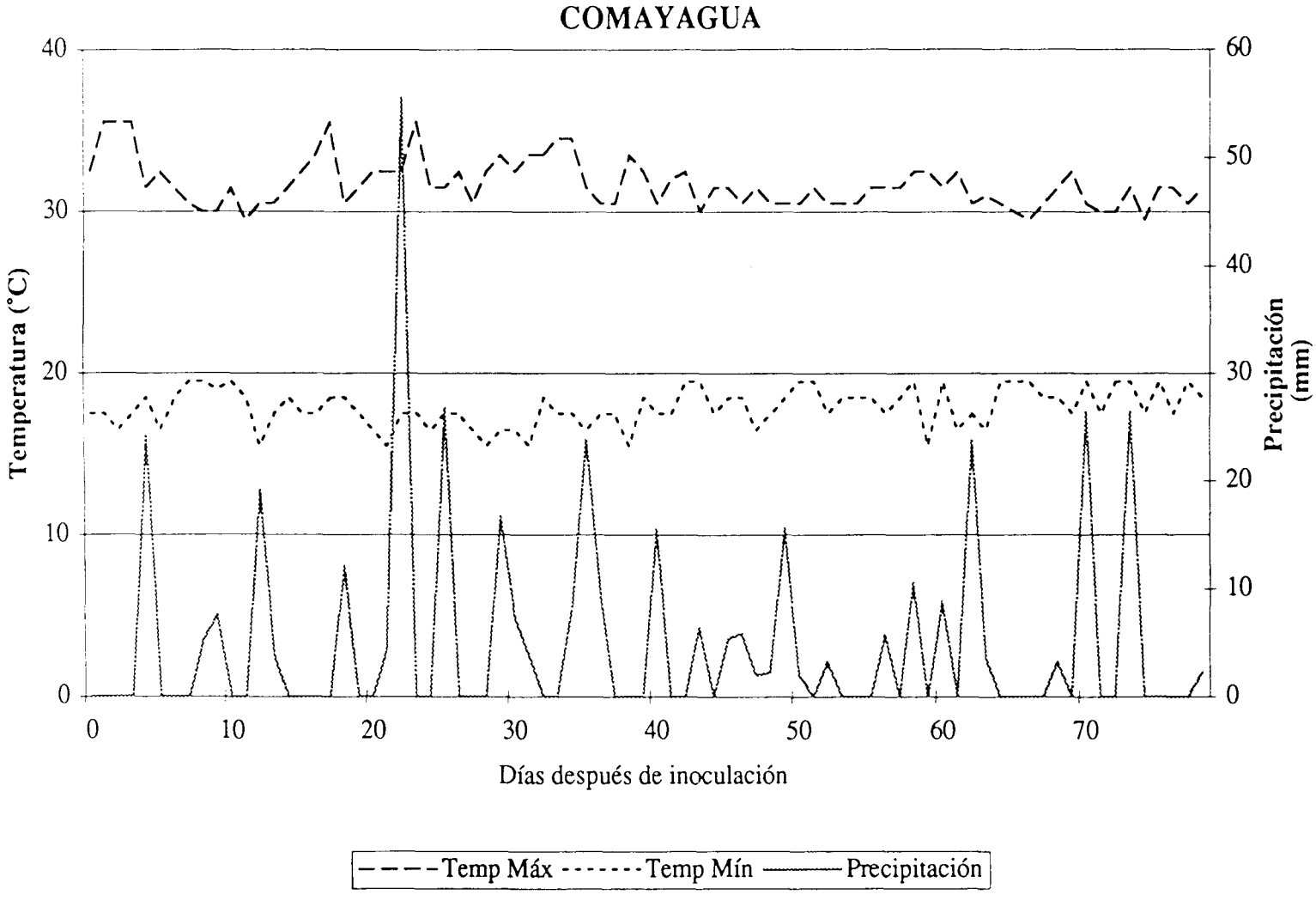
Anexo 3. Temperatura máximas, temperatura mínimas y precipitación en Zamorano durante la evaluación de los cultivares.



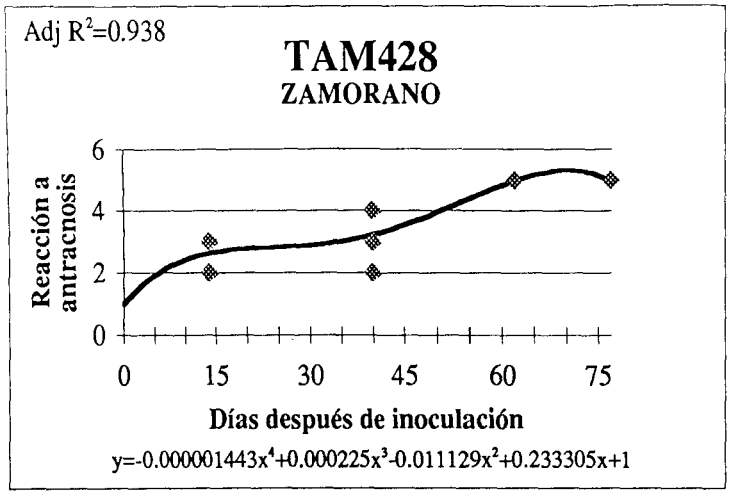
Anexo 4. Temperaturas máximas, temperaturas mínimas y precipitación en Rapaco durante la evaluación de los cultivares.

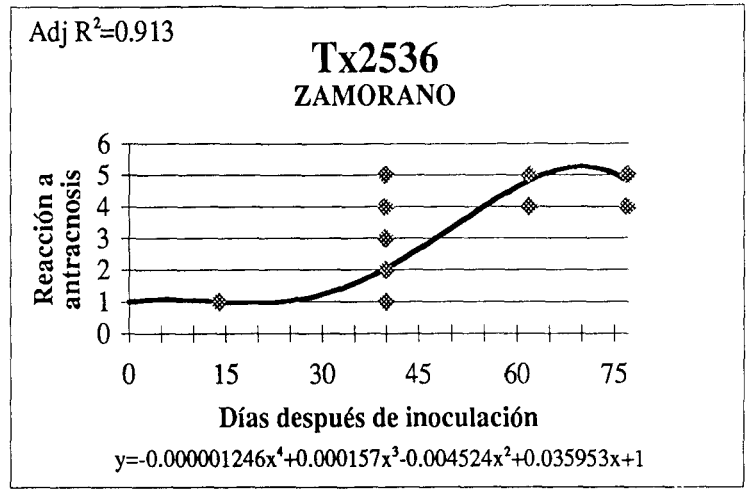


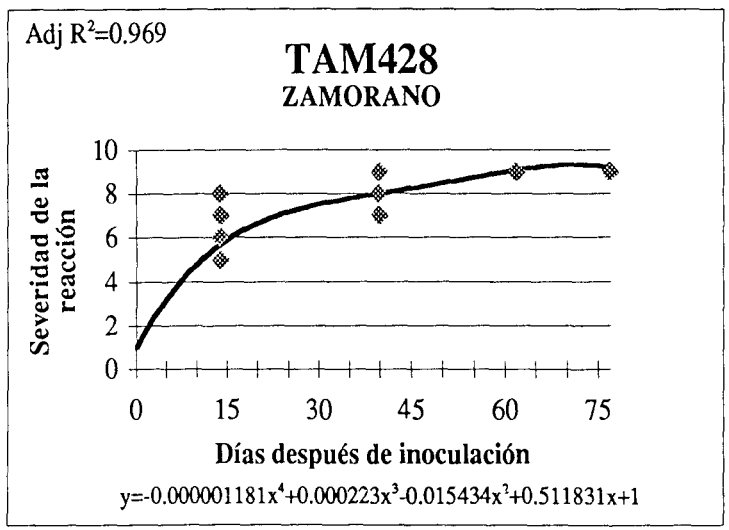
Anexo 5. Temperaturas máximas, temperaturas mínimas y precipitación en Comayagua durante la evaluación de los cultivares.

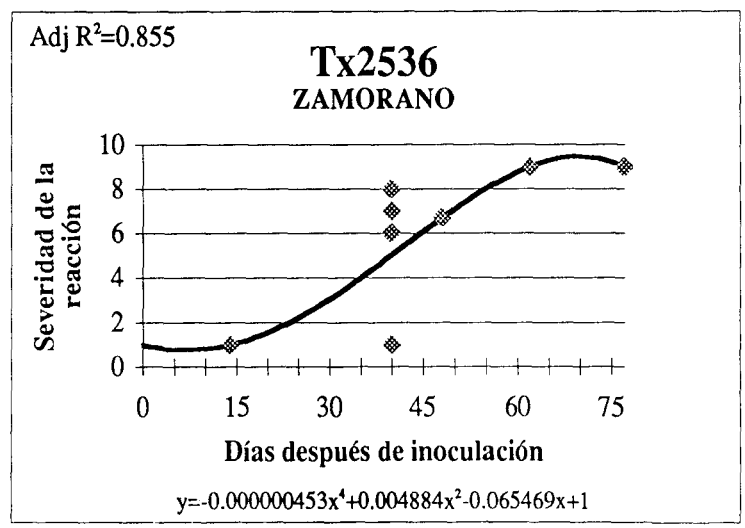


Anexo 6. Gráficas de las ecuaciones de regresión estimadas y observaciones para la reacción de antracnosis y enfermedad de los cultivares susceptibles del ISAVN en Zamorano

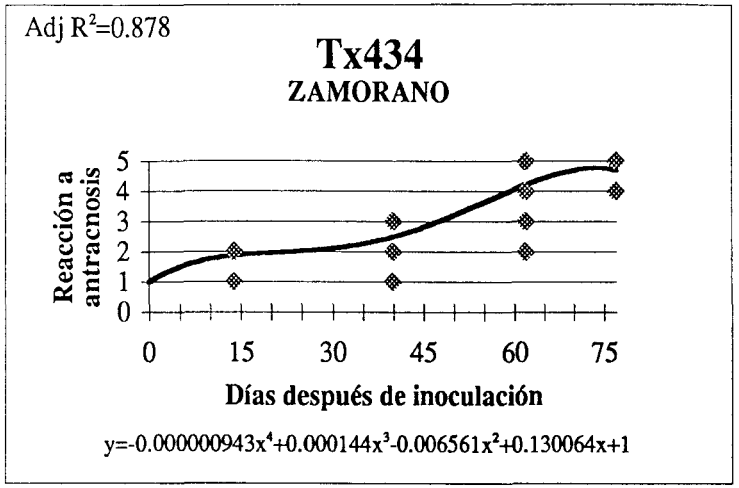


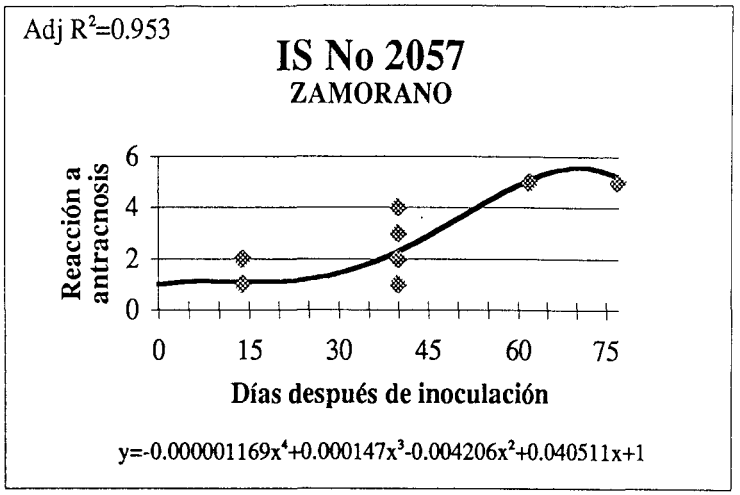


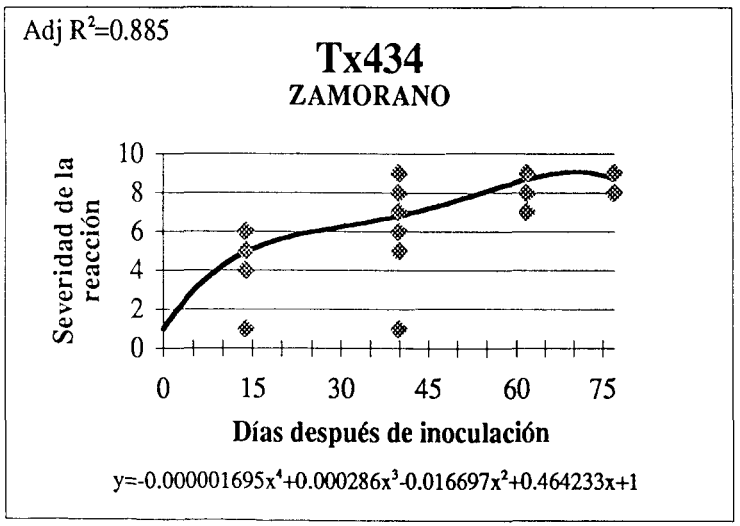


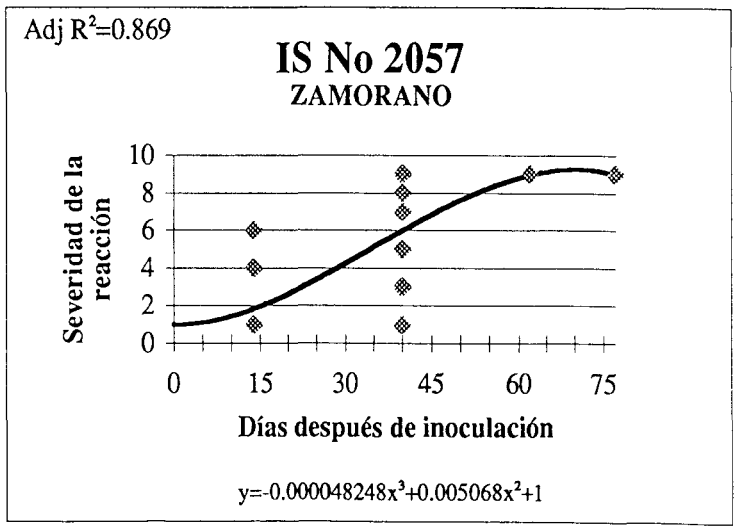


Anexo 6. Gráficas de las ecuaciones de regresión estimadas y observaciones para la reacción de antracnosis y enfermedad de los cultivares susceptibles del ISAVN en Zamorano

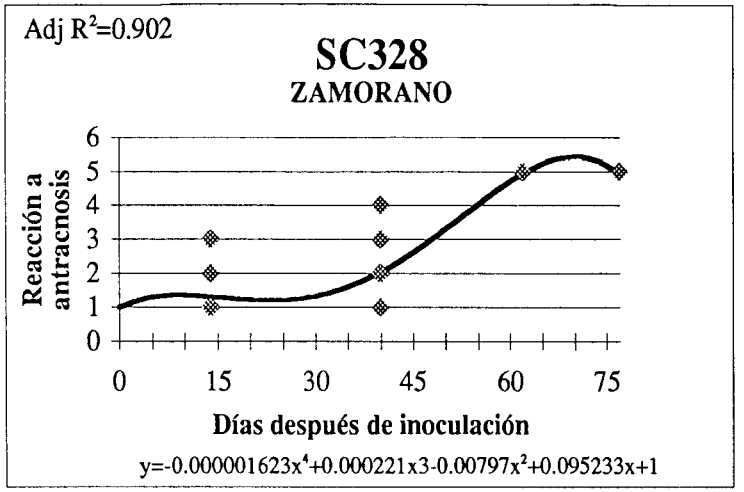


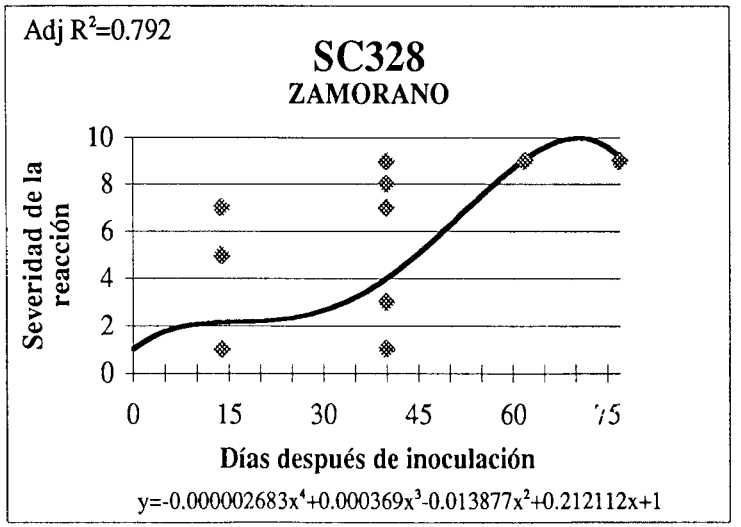




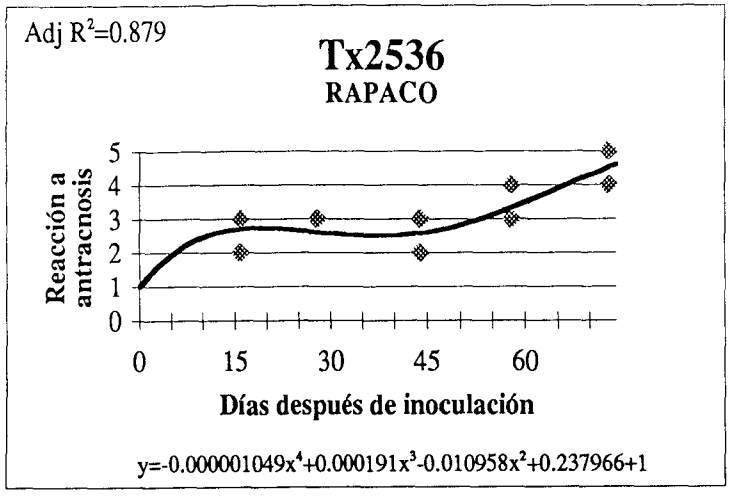


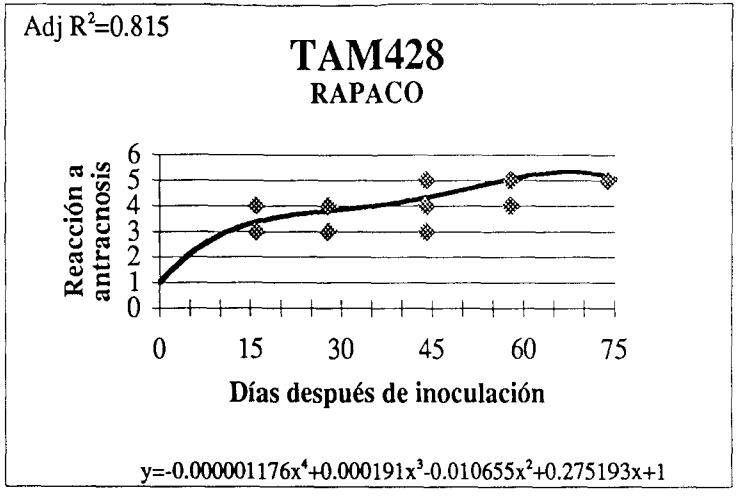
Anexo 6. Gráficas de las ecuaciones de regresión estimadas y observaciones para la reacción de antracnosis y enfermedad de los cultivares susceptibles del ISAVN en Zamorano

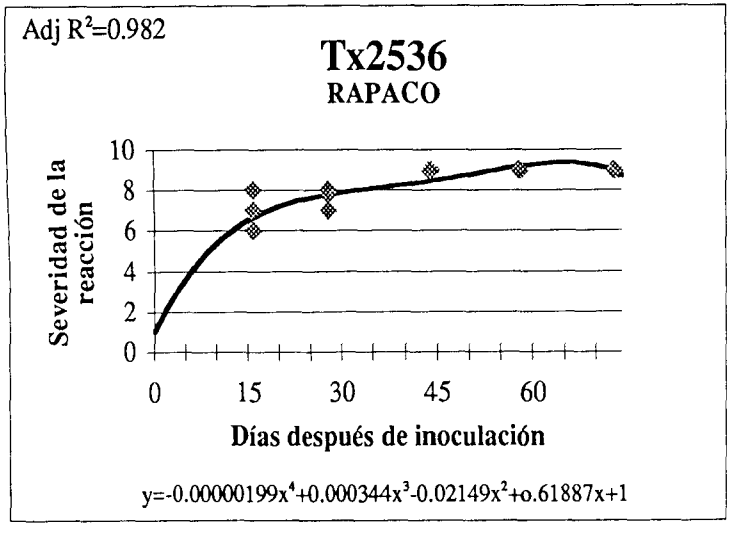


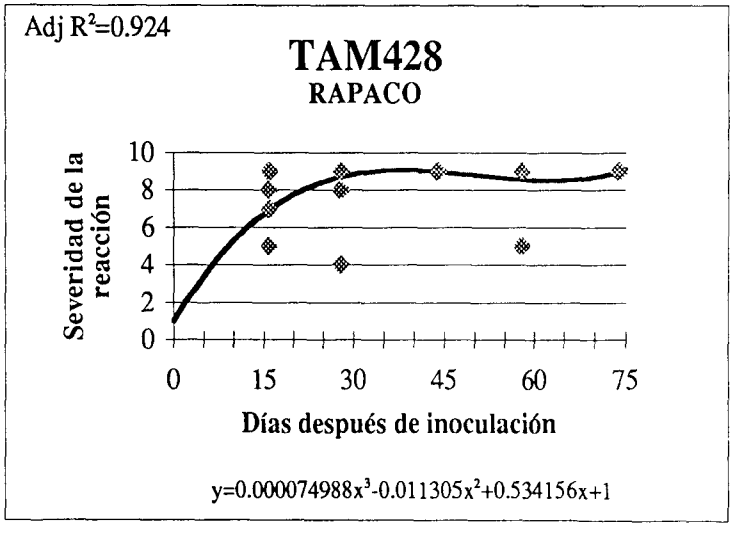


Anexo 7. Gráficas de las ecuaciones de regresión estimadas y observaciones para la reacción de antracnosis y la severidad de la enfermedad de los cultivares susceptibles del ISAVN en Rapaco

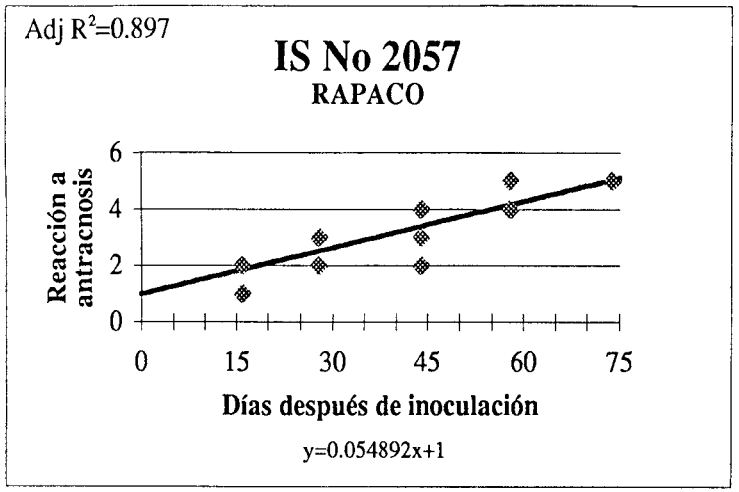


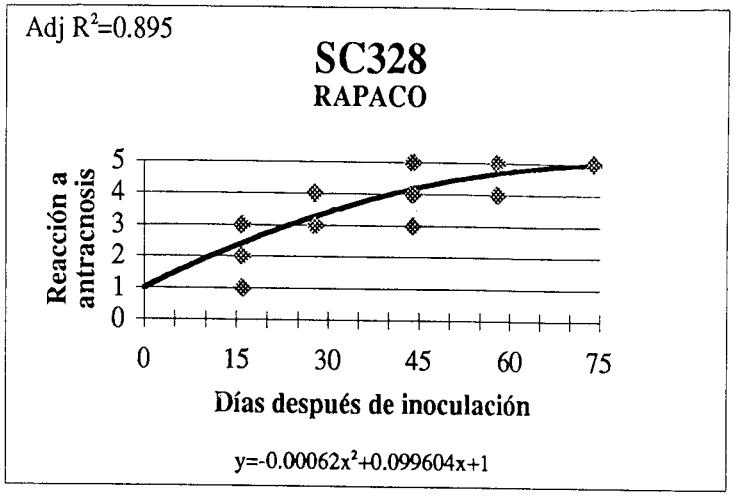


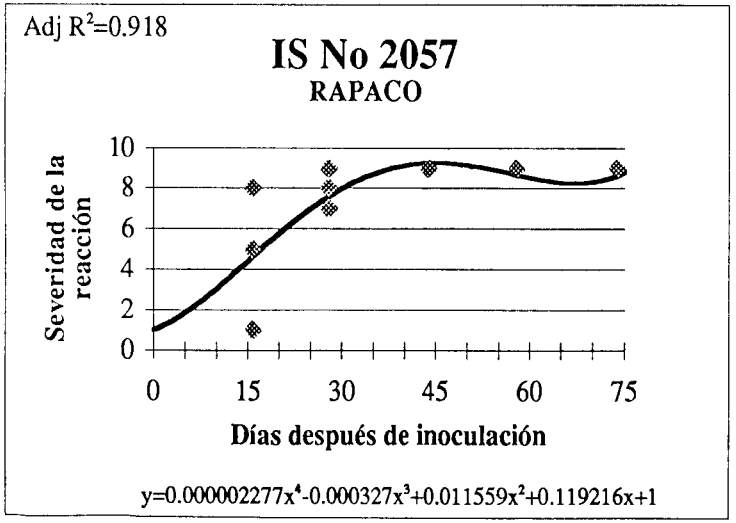


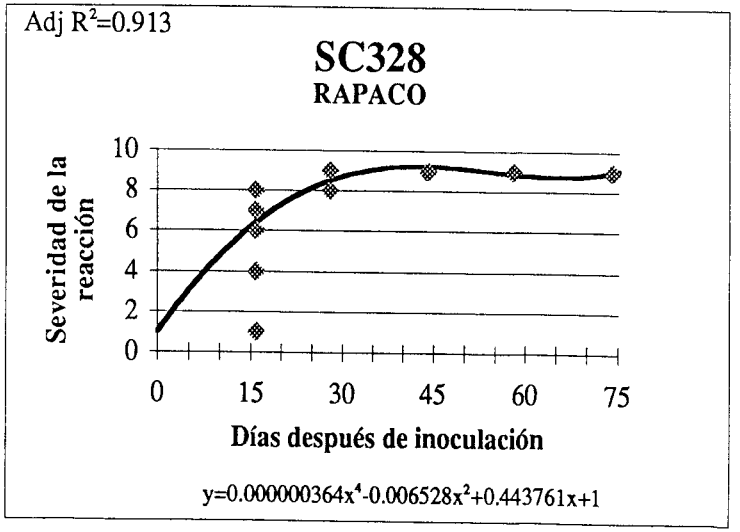


Anexo 7. Gráficas de las ecuaciones de regresión estimadas y observaciones para la reacción de antracnosis y la severidad de la enfermedad de los cultivares susceptibles del ISAVN en Rapaco

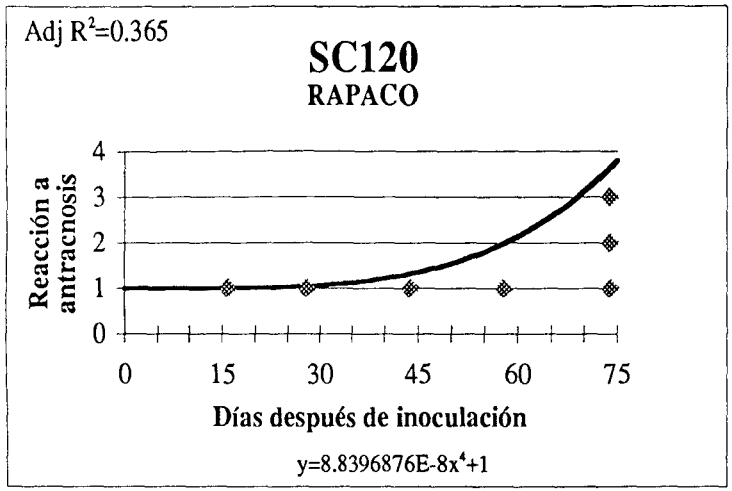


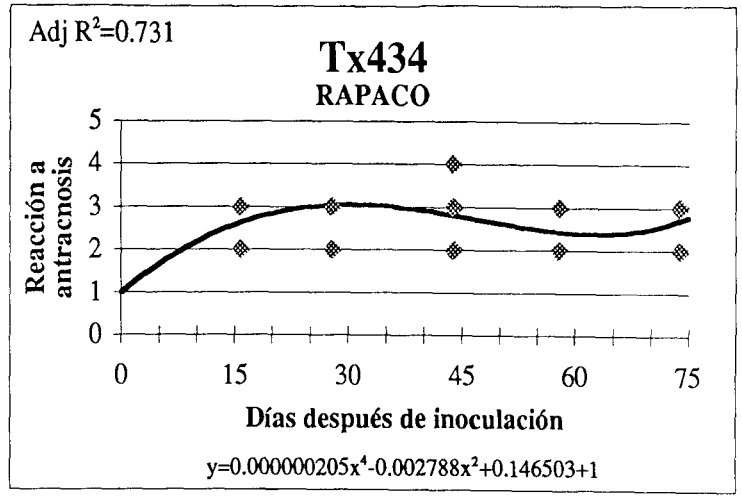


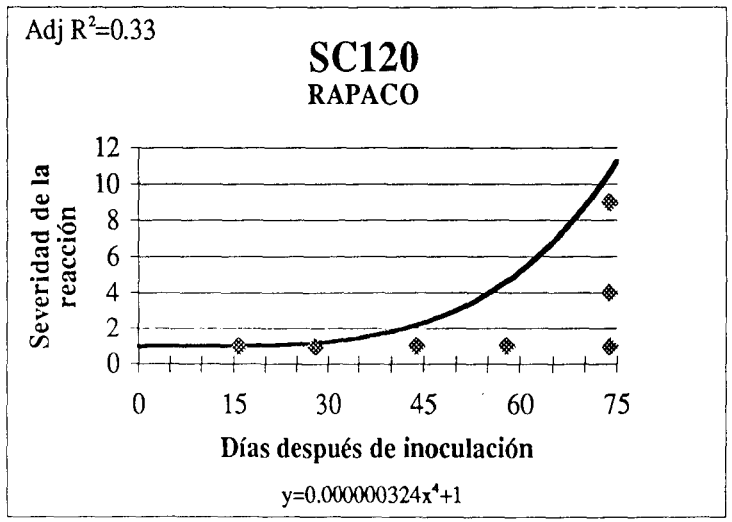


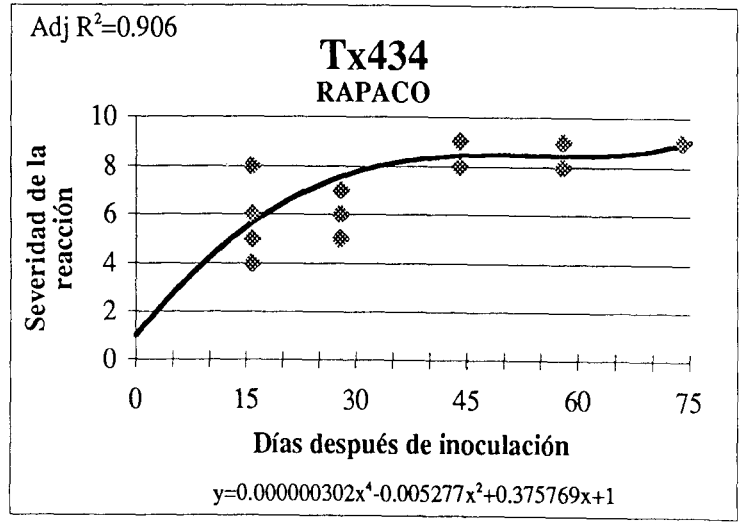


Anexo 7. Gráficas de las ecuaciones de regresión estimadas y observaciones para la reacción de antracnosis y la severidad de la enfermedad de los cultivares susceptibles del ISAVN en Rapaco

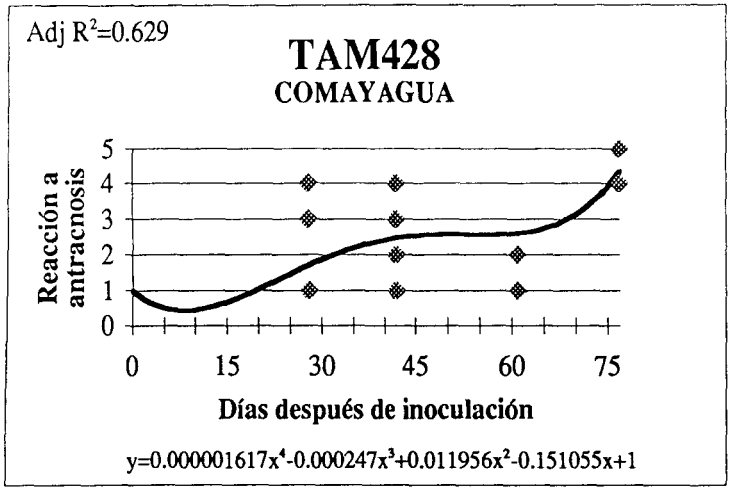


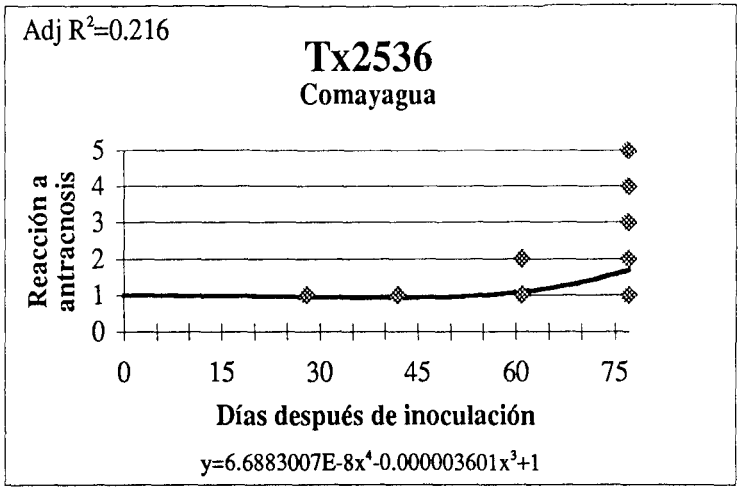


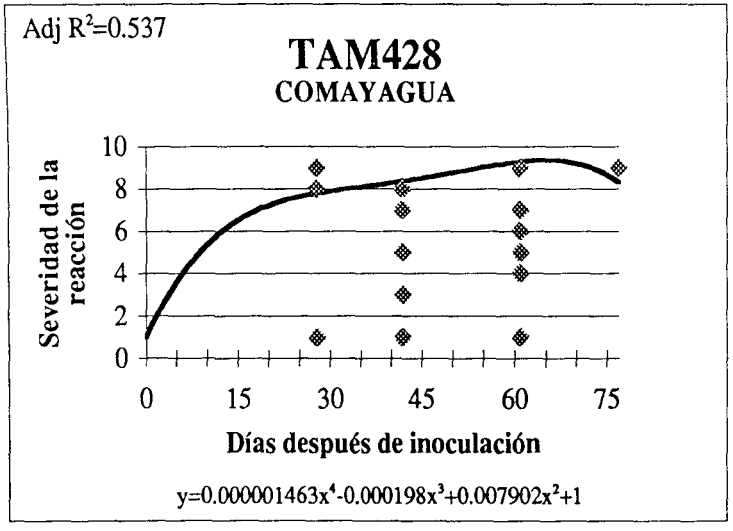


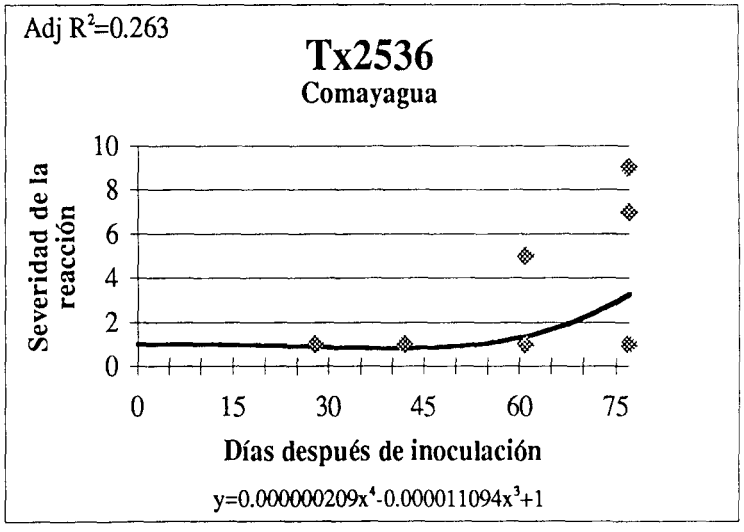


Anexo 8. Gráficas de las ecuaciones de regresión estimadas y observaciones para la reacción de antracnosis y la severidad de la enfermedad de los cultivares susceptibles del ISAVN en Comayagua

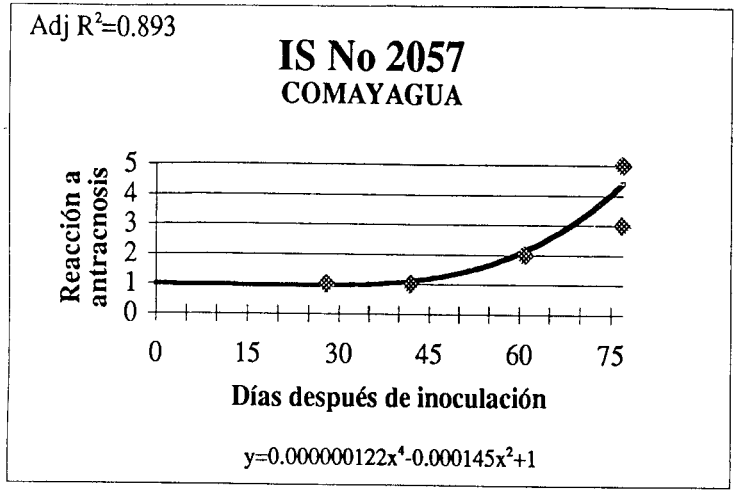


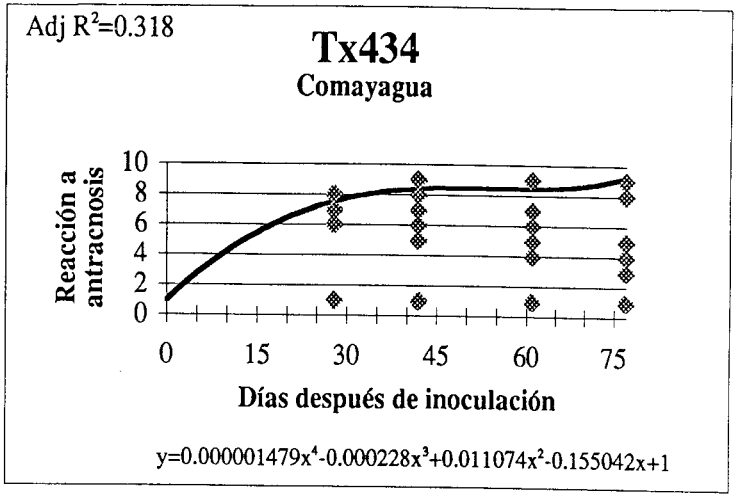


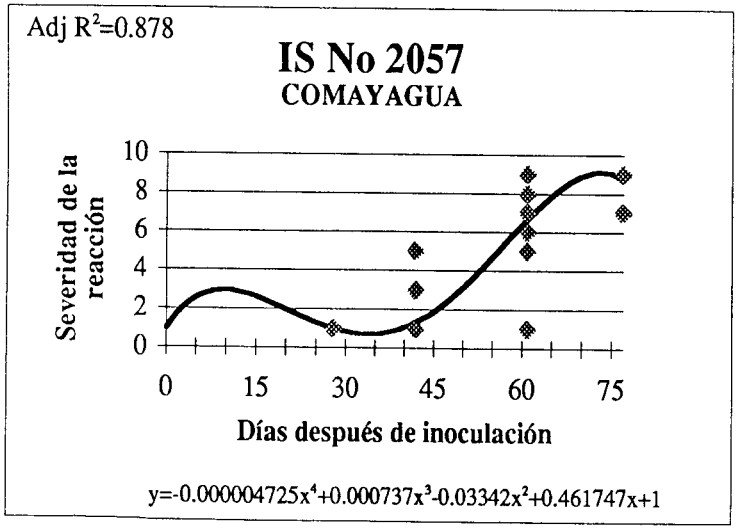


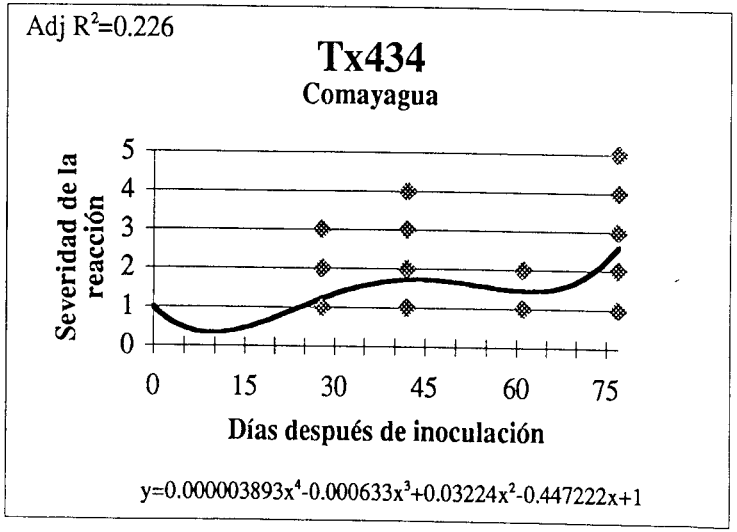


Anexo 8. Gráficas de las ecuaciones de regresión estimadas y observaciones para la reacción de antracnosis y la severidad de la enfermedad de los cultivares susceptibles del ISAVN en Comayagua

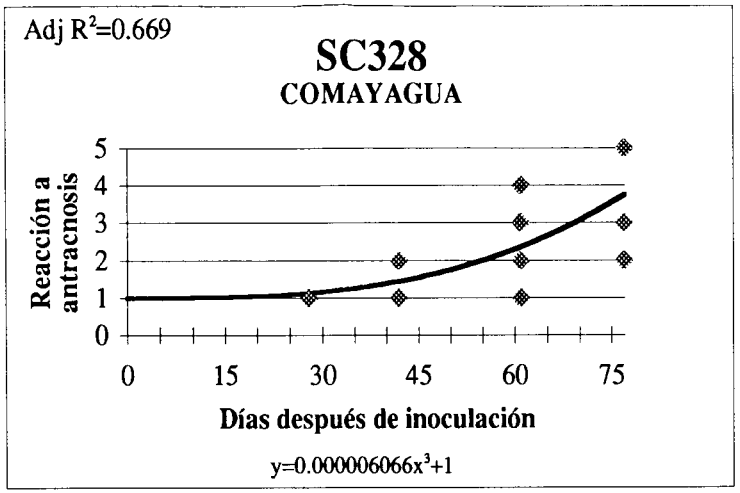


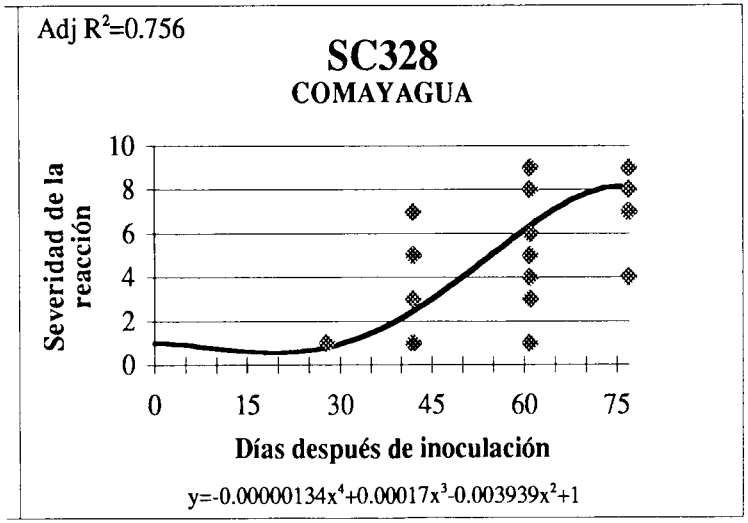






Anexo 8. Gráficas de las ecuaciones de regresión estimadas y observaciones para la reacción de antracnosis y la severidad de la enfermedad de los cultivares susceptibles del ISAVN en Comayagua





Anexo 9. Resultados estadísticos de los parametros utilizados en las ecuaciones de regresión de los cultivares en Zamorano.

SC328
Dependent Variable: DR
Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > |T|
INTERCEP	1	1.000000	0.00000000	.	.
DIAS	1	0.095233	0.02625742	3.627	0.0005
DIAS2	1	-0.007970	0.00181837	-4.383	0.0001
DIAS3	1	0.000221	0.00003905	5.665	0.0001
DIAS4	1	-0.000001623	0.00000026	-6.261	0.0001
RESTRICT	-1	3.246292E-12	2.56840273	0.000	1.0000

Dependent Variable: DS
Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > |T|
INTERCEP	1	1.000000	0.00000000	.	.
DIAS	1	0.212112	0.07830300	2.709	0.0082
DIAS2	1	-0.013877	0.00542260	-2.559	0.0123
DIAS3	1	0.000369	0.00011645	3.165	0.0022
DIAS4	1	-0.000002683	0.00000077	-3.469	0.0008
RESTRICT	-1	6.208367E-12	7.65930513	0.000	1.0000

IS No. 2057
Dependent Variable: DR
Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > |T|
INTERCEP	1	1.000000	0.00000000	.	.
DIAS	1	0.040511	0.01744804	2.322	0.0226
DIAS2	1	-0.004206	0.00120355	-3.495	0.0007
DIAS3	1	0.000147	0.00002574	5.692	0.0001
DIAS4	1	-0.000001169	0.00000017	-6.858	0.0001
RESTRICT	-1	-8.31613E-12	1.75585137	-0.000	1.0000

Dependent Variable: DS
Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > |T|
INTERCEP	1	1.000000	0.00000000	.	.
DIAS2	1	0.005068	0.00033068	15.326	0.0001
DIAS3	1	-0.000048248	0.00000464	-10.403	0.0001
RESTRICT	-1	-7.618959	8.10200858	-0.940	0.3496

TAM428
Dependent Variable: DR
Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > |T|
INTERCEP	1	1.000000	0.00000000	.	.
DIAS	1	0.233305	0.01891885	12.332	0.0001
DIAS2	1	-0.011129	0.00128516	-8.660	0.0001
DIAS3	1	0.000225	0.00002725	8.260	0.0001
DIAS4	1	-0.000001443	0.00000018	-8.042	0.0001
RESTRICT	-1	-5.26079E-12	1.77662166	-0.000	1.0000

Dependent Variable: DS
Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > |T|
INTERCEP	1	1.000000	0.00000000	.	.
DIAS	1	0.511831	0.02657224	19.262	0.0001
DIAS2	1	-0.015434	0.00180506	-8.551	0.0001
DIAS3	1	0.000223	0.00003827	5.816	0.0001
DIAS4	1	-0.000001181	0.00000025	-4.686	0.0001
RESTRICT	-1	-5.4004E-12	2.49533280	-0.000	1.0000

TX2536
Dependent Variable: DR
Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > |T|
INTERCEP	1	1.000000	0.00000000	488754791.55	0.0000
DIAS	1	0.035953	0.02586871	1.390	0.1684
DIAS2	1	-0.004524	0.00179417	-2.521	0.0136
DIAS3	1	0.000157	0.00003835	4.098	0.0001
DIAS4	1	-0.000001246	0.00000025	-4.925	0.0001
RESTRICT	-1	-1.13473E-11	2.45620069	-0.000	1.0000

Dependent Variable: DS
Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > |T|
INTERCEP	1	1.000000	0.00000000	.	.
DIAS	1	-0.065469	0.03239005	-2.021	0.0465
DIAS2	1	0.004884	0.00087107	5.607	0.0001
DIAS4	1	-0.000000453	0.00000008	-5.388	0.0001
RESTRICT	-1	-0.185672	6.85647129	-0.027	0.9785

TX434
Dependent Variable: DR
Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > |T|
INTERCEP	1	1.000000	0.00000000	.	.
DIAS	1	0.130064	0.02431315	5.350	0.0001
DIAS2	1	-0.006561	0.00164374	-3.991	0.0001
DIAS3	1	0.000144	0.00003466	4.164	0.0001
DIAS4	1	-0.000000943	0.00000023	-4.153	0.0001
RESTRICT	-1	6.317447E-12	2.42090499	0.000	1.0000

Dependent Variable: DS
Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > |T|
INTERCEP	1	1.000000	0.00000000	.	.
DIAS	1	0.464233	0.04805480	9.660	0.0001
DIAS2	1	-0.016697	0.00324884	-5.139	0.0001
DIAS3	1	0.000286	0.00006850	4.181	0.0001
DIAS4	1	-0.000001695	0.00000045	-3.777	0.0003
RESTRICT	-1	1.41076E-11	4.78490363	0.000	1.0000

Anexo 10. Resultados estadísticos de los parametros utilizados en las ecuaciones de regresión de los cultivares en Comayagua.

SC328
Dependent Variable: DR
Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > |T|
INTERCEP	1	1.000000	0.00000000	.	.
DIAS3	1	0.000006066	0.00000033	18.307	0.0001
RESTRICT	-1	-4.805830	5.51282854	-0.872	0.3855

Dependent Variable: DS
Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > |T|
INTERCEP	1	1.000000	0.00000000	.	.
DIAS2	1	-0.003939	0.00125107	-3.148	0.0022
DIAS3	1	0.000170	0.00004197	4.055	0.0001
DIAS4	1	-0.000001340	0.00000034	-3.926	0.0002
RESTRICT	-1	1.005352	7.68025235	0.131	0.8961

IS No. 2057
Dependent Variable: DR
Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > |T|
INTERCEP	1	1.000000	0.00000000	.	.
DIAS2	1	-0.000145	0.00005552	-2.603	0.0108
DIAS4	1	0.000000122	0.00000001	11.419	0.0001
RESTRICT	-1	0.374447	2.34670574	0.160	0.8736

Dependent Variable: DS

Parameter		Standard	T for H0:		
Variable	DF	Estimate	Error	Parameter=0	Prob > |T|
INTERCEP	1	1.000000	0.00000001	155465064.82	0.0000
DIAS	1	0.461747	0.13826615	3.340	0.0012
DIAS2	1	-0.033420	0.00845711	-3.952	0.0002
DIAS3	1	0.000737	0.00016194	4.551	0.0001
DIAS4	1	-0.000004725	0.00000098	-4.810	0.0001
RESTRICT	-1	-1.42916E-11	5.46018134	-0.000	1.0000

TAM428
Dependent Variable: DR
Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > |T|
INTERCEP	1	1.000000	0.00000000	.	.
DIAS	1	-0.151055	0.10292738	-1.468	0.1457
DIAS2	1	0.011956	0.00630714	1.896	0.0613
DIAS3	1	-0.000247	0.00012105	-2.038	0.0445
DIAS4	1	0.000001617	0.00000074	2.197	0.0306
RESTRICT	-1	8.038917E-12	4.04602602	0.000	1.0000

Dependent Variable: DS
Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > |T|
INTERCEP	1	1.000000	0.00000000	.	.
DIAS2	1	0.007902	0.00193707	4.080	0.0001
DIAS3	1	-0.000198	0.00006492	-3.048	0.0030
DIAS4	1	0.000001463	0.00000053	2.776	0.0067
RESTRICT	-1	-1.579481	11.27694905	-0.140	0.8889

TX2536
Dependent Variable: DR
Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > |T|
INTERCEP	1	1.000000	0.00000000	.	.
DIAS3	1	-0.000003601	0.00000220	-1.636	0.1054
DIAS4	1	6.6883007E-8	0.00000003	2.234	0.0280
RESTRICT	-1	1.053939	2.95080337	0.357	0.7218

Dependent Variable: DS
Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > |T|
INTERCEP	1	1.000000	0.00000000	.	.
DIAS3	1	-0.000011094	0.00000627	-1.769	0.0803
DIAS4	1	0.000000209	0.00000009	2.453	0.0161
RESTRICT	-1	3.134628	8.40427638	0.373	0.7100

TX434
Dependent Variable: DR
Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > |T|
INTERCEP	1	1.000000	0.00000000	.	.
DIAS	1	-0.155042	0.08968441	-1.729	0.0872
DIAS2	1	0.011074	0.00550223	2.013	0.0470
DIAS3	1	-0.000228	0.00010577	-2.153	0.0339
DIAS4	1	0.000001479	0.00000064	2.295	0.0240
RESTRICT	-1	3.670189E-12	3.70550167	0.000	1.0000

Dependent Variable: DR
Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > |T|
INTERCEP	1	1.000000	0.00000000	.	.
DIAS	1	-0.447222	0.30453460	-1.469	0.1453
DIAS2	1	0.032240	0.01868351	1.726	0.0877
DIAS3	1	-0.000633	0.00035914	-1.763	0.0812
DIAS4	1	0.000003893	0.00000219	1.780	0.0784
RESTRICT	-1	9.598849E-12	12.58249269	0.000	1.0000

Anexo 11. Resultados estadísticos de los parametros utilizados en las ecuaciones de regresión de los cultivares en Rapaco.

SC328
Dependent Variable: DR
Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > |T|
INTERCEP	1	1.000000	0.00000000	.	.
DIAS	1	0.099604	0.00548298	18.166	0.0001
DIAS2	1	-0.000620	0.00008813	-7.037	0.0001
RESTRICT	-1	0.154999	1.63258396	0.095	0.9247

Dependent Variable: DS
Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > |T|
INTERCEP	1	1.000000	0.00000000	.	.
DIAS	1	0.443761	0.02176573	20.388	0.0001
DIAS2	1	-0.006528	0.00063006	-10.361	0.0001
DIAS4	1	0.000000364	0.00000007	5.386	0.0001
RESTRICT	-1	-0.496630	2.94027469	-0.169	0.8665

IS No. 2057
Dependent Variable: DR
Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > |T|
INTERCEP	1	1.000000	0.00000000	.	.
DIAS	1	0.054892	0.00136482	40.219	0.0001
RESTRICT	-1	0.115619	2.01812932	0.057	0.9545

Dependent Variable: DS
Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > |T|
INTERCEP	1	1.000000	0.00000000	.	.
DIAS	1	0.119216	0.06992389	1.705	0.0938
DIAS2	1	0.011559	0.00499477	2.314	0.0244
DIAS3	1	-0.000327	0.00010890	-3.000	0.0041
DIAS4	1	0.000002277	0.00000074	3.097	0.0031
RESTRICT	-1	-0.325157	2.88033763	-0.113	0.9105

TAM428
Dependent Variable: DR
Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > |T|
INTERCEP	1	1.000000	0.00000000	.	.
DIAS	1	0.275193	0.04799593	5.734	0.0001
DIAS2	1	-0.010655	0.00345774	-3.081	0.0032
DIAS3	1	0.000191	0.00007578	2.515	0.0148
DIAS4	1	-0.000001176	0.00000051	-2.292	0.0257
RESTRICT	-1	0.187088	2.04590177	0.091	0.9275

Dependent Variable: DS
Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > |T|
INTERCEP	1	1.000000	0.00000000	.	.
DIAS	1	0.534156	0.02446015	21.838	0.0001
DIAS2	1	-0.011305	0.00096595	-11.704	0.0001
DIAS3	1	0.000074988	0.00000902	8.314	0.0001
RESTRICT	-1	0.100544	2.63858783	0.038	0.9697

TX2536
Dependent Variable: DR
Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > |T|
INTERCEP	1	1.000000	0.00000000	.	.
DIAS	1	0.237966	0.05205607	4.571	0.0001
DIAS2	1	-0.010958	0.00375024	-2.922	0.0071
DIAS3	1	0.000191	0.00008219	2.323	0.0282
DIAS4	1	-0.000001049	0.00000056	-1.885	0.0707
RESTRICT	-1	-0.133536	1.40201868	-0.095	0.9248

Dependent Variable: DS
Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > |T|
INTERCEP	1	1.000000	0.00000000	.	.
DIAS	1	0.618870	0.05514432	11.223	0.0001
DIAS2	1	-0.021490	0.00397272	-5.409	0.0001
DIAS3	1	0.000344	0.00008707	3.954	0.0005
DIAS4	1	-0.000001990	0.00000059	-3.375	0.0023
RESTRICT	-1	0.198026	1.48519413	0.133	0.8950

TX398
Dependent Variable: DR
Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > |T|
INTERCEP	1	1.000000	0.00000000	.	.
DIAS	1	0.038466	0.00944731	4.072	0.0001
DIAS3	1	-0.000017121	0.00000950	-1.802	0.0768
DIAS4	1	0.000000269	0.00000011	2.464	0.0168
RESTRICT	-1	0.169215	2.05697167	0.082	0.9347

Dependent Variable: DS
Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > |T|
INTERCEP	1	1.000000	0.00000000	.	.
DIAS	1	0.161286	0.01153653	13.980	0.0001
DIAS4	1	-0.000000131	0.00000004	-3.361	0.0014
RESTRICT	-1	-1.117533	7.27084753	-0.154	0.8784

TX434

Dependent Variable: DR

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > |T|
INTERCEP	1	1.000000	0.00000000	.	.
DIAS	1	0.146503	0.01031802	14.199	0.0001
DIAS2	1	-0.002788	0.00030035	-9.281	0.0001
DIAS4	1	0.000000205	0.00000003	6.281	0.0001
RESTRICT	-1	0.033490	1.35248115	0.025	0.9803

Dependent Variable: DS

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > |T|
INTERCEP	1	1.000000	0.00000000	.	.
DIAS	1	0.375769	0.02234508	16.817	0.0001
DIAS2	1	-0.005277	0.00065045	-8.113	0.0001
DIAS4	1	0.000000302	0.00000007	4.265	0.0001
RESTRICT	-1	0.302587	2.9289E168	0.103	0.9181

SC120

Dependent Variable: DR

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > |T|
INTERCEP	1	1.000000	0.00000000	.	.
DIAS3	1	-0.000004737	0.00000337	-1.405	0.1740
DIAS4	1	8.8396876E-8	0.00000005	1.846	0.0783
RESTRICT	-1	0.311708	1.10957180	0.281	0.7814

Dependent Variable: DS

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > |T|
INTERCEP	1	1.000000	0.00000000	.	.
DIAS3	1	-0.000017368	0.00001328	-1.308	0.2043
DIAS4	1	0.000000324	0.00000019	1.719	0.0996
RESTRICT	-1	1.142928	4.36888172	0.262	0.7961

DATOS BIBLIOGRAFICOS

Nombre:	Jorge Luis Morán Maradiaga.
Fecha de Nacimiento:	Agosto, 5, 1973.
Lugar de Nacimiento:	San Pedro Sula, Cortés, Honduras.
Dirección:	Colonia Los Almendros Casa No. 181 Tegucigalpa, Honduras.
Teléfono:	367536.

EDUCACION

Ingeniero Agrónomo:	Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Honduras	1995
Agrónomo:	Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Honduras	1994
Secundaria:	Instituto San José del Carmen Tegucigalpa, Honduras	1989
Primaria:	Escuela San José del Carmen Tegucigalpa, Honduras	1984