

## TASA DE DESARROLLO DE LA ANTRACNOSIS [*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Saac.] EN CINCO CULTIVARES DE MANGO (*Mangifera indica* L.) EN EL MUNICIPIO DE SEVILLA (MAGDALENA)

Alberto Rafael Páez R., Emiro Rafael Leal C. y Rafael Guillermo Morales B.  
Email: albertopaez@starmedia.com

CORPOICA Regional Tres, Valledupar, Cesar.

### RESUMEN

Entre los años 1999 y 2000, en el C.I Caribia de CORPOICA, ubicada en el corregimiento de Sevilla, municipio Zona Bananera, departamento del Magdalena, se realizó un estudio para determinar la Tasa de desarrollo de la Antracnosis en las etapas de floración, desarrollo de frutos y cosecha en los cultivares de mango Azúcar, Vallenato, Kent, Vandyke y Tommy Atkins, utilizando el diseño estadístico de bloques completos al azar. Se evaluó incidencia (%), severidad (%), tasa de desarrollo de la enfermedad ( $r$ ) y frutos comercializables (número, peso y porcentaje). El análisis de los resultados obtenidos mostró que la tasa de desarrollo de la antracnosis fue mayor en los cultivares Azúcar ( $r = 0,9189$ ) y Vallenato ( $r = 0,8612$ ), considerados como susceptibles, en todas las etapas fenológicas; mientras que en los cultivares Kent y Vandyke, considerados como resistentes, la tasa de desarrollo de la enfermedad fue de 0,1873 y 0,3129 respectivamente. El cultivar Tommy Atkins, mostró valores de las variables patológicas ligeramente superiores a los de Kent y Vandyke. En los cultivares susceptibles no hubo frutos comercializables; en tanto que dentro de los resistentes y tolerantes, Vandyke produjo en promedio 267 frutos/árbol, considerado como el mejor registro. Los cultivares Kent y Tommy Atkins produjeron 118 y 88 frutos/árbol, respectivamente. El análisis de correlación entre variables indicó un efecto altamente significativo de la humedad relativa, temperaturas máxima, mínima y media, precipitación, punto de rocío y brillo solar sobre las variables patológicas en estudio, especialmente en los cultivares susceptibles.

**Palabras claves:** *Colletotrichum gloeosporioides*, Antracnosis, Tasa de desarrollo, cultivares de mango

### SUMMARY

During 1999 -2000 period at the Caribia Research Center of CORPOICA, located in Sevilla, "Zona bananera", department of the Magdalena, was carried out a research with the purpose of to determine the Anthracnose development rate in the flowering, fruit development and harvest stages in five mangoes cultivars. "Azúcar", Vallenato", Tommy Atkins, Kent and Vandyke were evaluated in block design completely randomised. Four trees were taken as an experimental plot with four replications. Were evaluated incidence (%), severity (%), disease development rate ( $r$ ) and number, weight and percentage of marketable fruits. It was possible to establish that "Azúcar" and "Vallenato" cultivars were the most susceptible materials to Anthracnose; Vandyke, Kent and Tommy Atkins cultivars were resistance to the Anthracnose; Vandyke, Kent and Tommy Atkins were the cultivars that exhibited the greatest number, weight and percentage of marketable fruits; "Azúcar" and "Vallenato" not have marketable fruits. Were determined the effect of maximum temperature, medium temperature, minimum temperature, relative humidity, precipitation, dew point and solar shiver on the incidence and severity of Anthracnose, especially in the susceptible cultivars.

**Keys words:** *Colletotrichum gloeosporioides*, Anthracnose, disease development rate, varieties of mangoes

### INTRODUCCIÓN

El mango (*Mangifera indica* L.) es una de las frutas más importantes en el trópico y es cultivada en todos los países que se encuentran en dicha zona (Salazar, 1991). En Colombia es uno de los productos frutícolas de mayor importancia, por área sembrada y producción. Existen 8.300 ha plantadas, de las cuales el 35% se localiza en los departamentos del Tolima, Huila y Cundinamarca.

En la Región Caribe, el mango es la segunda especie frutícola de importancia después del banano; se estima alrededor de 2.900 ha, con registros de producción de 30.000 t, destacándose los departamentos del Magdalena y Cesar (Corporación Colombiana Internacional, 1998).

Debido a la aceptación del producto en los mercados nacional e internacional, su cultivo a escala comercial y tecnificada presenta las condiciones de una empresa rentable para los productores. En Europa, el mercado de mangos rojos se expande continuamente;

Francia e Inglaterra son altos consumidores y Holanda y Alemania han aumentado el consumo de esta fruta en los últimos años.

En el mundo se producen aproximadamente 14 millones de toneladas por año, provenientes de 111 países productores, los cuales auto consumen la mayor parte de lo producido. No obstante, existen países que destinan parte de la producción a las exportaciones, destacándose México, Brasil, Haití, Kenia, India, Alto Volta, Pakistán, Filipinas y Tailandia. Estados Unidos es la nación principal centro de consumo (Mora, 1997). Los principales países productores, según FAO, son: India con el 50,3% de la producción mundial, China con 9%) y México con el 6,4% (Leida y Porras, 1999).

En la región Caribe Colombiana, el mayor hectareaje lo constituyen huertos pocos tecnificados de materiales nativos o mangos comunes, como el Azúcar, Hilaza, Chancleto, Manzanita, Rosa, Chupa y Vallenato, entre otros. Los huertos tecnificados, han sido establecidos en su mayoría con materiales

introducidos como Tommy Atkins, Vandyke, Haden, Irwin, Kent y Keit, en los cuales se obtienen rendimientos promedios de 10 t/ha, con un valor de la producción de \$9.000 millones y una ocupación de mano de obra de 125 jornales/ha/año.

Dentro de las zonas de producción en la Costa Atlántica Colombiana, se destacan el valle del Cesar, franja costera de Ciénaga y Santa Marta (Magdalena), zona bananera del Magdalena, franja litoral del Atlántico y Bolívar (incluye la zona ribereña del río Magdalena) y valle del río Sinú.

La presencia de la Antracnosis, enfermedad causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* var. *minor* en su estado imperfecto, es el principal limitante de la productividad del mango (Páez, 1997). En la zona bananera se han registrado pérdidas en cosecha entre el 40 y 50%. La enfermedad se encuentra en todas las zonas de producción de mango, tanto en el ámbito regional, nacional y mundial, siendo más frecuente y dañina en aquellas donde prevalecen altos niveles de

humedad ambiental y precipitaciones.

Se estima que el 99% del mango criollo es afectado por la Antracnosis, mientras que en explotaciones destinadas a la exportación, el 50% de la fruta no llena los requisitos de sanidad para tal propósito. En los estudios de pérdida de fruta, la Antracnosis es la causa primaria, señalándose que el 60% de la fruta tropical de Colombia está afectada por esta enfermedad (Buriticá, 1999).

Infecciones en la fase de floración y cuando los frutos están recién formados ocasionan la caída de éstos órganos conllevando a la reducción de los rendimientos; en frutos inmaduros se originan infecciones quiescentes, que se expresan cuando los frutos empiezan su maduración fisiológica en el árbol o en la etapa de poscosecha, incrementándose en este último caso las pérdidas de frutos comercializables. En algunos cultivares, en frutos inmaduros es posible observar lesiones causadas por el hongo, las cuales son de aspecto brillante de color verde intenso o pardo oscuro localizadas comúnmente en las zonas cercanas al pedúnculo del fruto (Páez, 1995; Manica, 1981; Peña *et al.*, 1996; Jeffries *et al.*, 1990; Prusky y Plumbley, 1992).

El hongo *C. gloeosporioides* es favorecido por altas temperaturas (28 – 32° C), humedad relativa entre 80 y 95%, precipitaciones por encima a los 1.000 mm/año, lluvias intensas y frecuentes, alta nubosidad y permanencia de lámina húmeda (agua de lluvias o generada por el punto de rocío) sobre los órganos de la planta. Distancias cortas de siembra y alta humedad en el suelo predisponen a la ocurrencia de la enfermedad, especialmente en variedades susceptibles (Nieto, 1991; Páez, 1995; Dodd *et al.*, 1992; Ploetz, 1994).

El manejo de la enfermedad incluye el uso de distancias de siembras adecuadas, drenajes dentro de los huertos, podas, recolección y destrucción de las flores y frutos enfermos y el uso periódico de fungicidas protectores y sistémicos (Salazar, 1991).

A pesar que se han definido medidas de control para contrarrestar el efecto de la Antracnosis, principalmente basadas en la aspersión de fungicidas en la etapa productiva (floración a cosecha), los niveles de incidencia y severidad siguen afectando la productividad del cultivo, en especial donde se tienen cultivares con poca resistencia a la enfermedad. Ante esta situación y considerando que la resistencia genética es un método eficaz para reducir el impacto de las enfermedades, se consideró importante profundizar en la reacción diferencial de genotipos de mango, con el objeto de ofrecer alternativas a los productores.

Algunos trabajos reportan diferencias entre variedades de mango con respecto a la Antracnosis, definiéndose como pocos susceptibles, medianamente tolerantes y susceptibles; no obstante la calificación se ha basado en observaciones subjetivas y puntuales

tomadas en la cosecha, donde los frutos ya han llegado a madurez de cosecha y fisiológica y no se ha considerado la evolución de la enfermedad en el tiempo. En este sentido, se reporta que los cultivares Tommy Atkins, Vandyke, Keiit, Early Gold y James Saigon son resistentes o poco susceptibles a la Antracnosis, mientras que Irwin, Mariquita, Azúcar, Sufaida ICA-1, ICA 1838, ICA 1837, ICA 1834, Haden y Rosa son altamente susceptibles a la enfermedad; el cultivar Kent fue considerado medianamente susceptible (Páez, 1.997; Páez, 1.995; Cartagena y Vega, 1.992; Manica, 1.981).

Para tener seguridad de la interacción de *C. gloeosporioides* – cultivares de mango, es necesario cuantificar la enfermedad, lo cual fue factible a través de la determinación de la Tasa de desarrollo de la enfermedad (*r*), con base en valores de severidad (%) obtenidos por una escala de evaluación (diagrama de severidad) diseñada a partir de valores reales en las fases de floración y fructificación.

El trabajo de investigación planteó como objetivo general determinar la Tasa de desarrollo de la Antracnosis en las fases de floración y fructificación en cinco cultivares de mango, bajo condiciones agroecológicas de la zona bananera del Magdalena. Para ello, se tenían como objetivos específicos, evaluar la incidencia y severidad de Antracnosis, implementar el uso de diagramas para medir la severidad de la enfermedad y correlacionar variables patológicas y climáticas para ayudar a comprender el comportamiento de la enfermedad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización

La investigación se realizó entre los años 1999 y 2000, en el Centro de Investigación Caribia, de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, localizado en el corregimiento de Sevilla, municipio Zona Bananera, departamento del Magdalena. El Centro está ubicado entre las coordenadas geográficas 10° 46' latitud norte y 74° 10' longitud oeste.

El área de estudio presenta un relieve plano con una altura de 20 msnm; temperatura media de 28° c; precipitación media anual de 1.300 mm, distribuidas en dos períodos: marzo – abril – mayo y septiembre – octubre – noviembre; la humedad relativa oscila entre 72 y 85%, con un valor promedio de 82%. Es una zona influenciada por los vientos alisios del hemisferio norte que soplan con mayor intensidad durante los meses de diciembre a abril. Sus condiciones agroclimáticas corresponden a bosque seco tropical (bs – T) y zona agroecológica Cj. Hace parte de la subregión Zona bananera y región natural Caribe.

### Material vegetal y manejo de los árboles

La investigación fue desarrollada en un huerto de 11 años de edad, con expresión del

potencial de producción, constituido por siete variedades comerciales y un bloque con una colección de 16 cultivares; los árboles están sembrados a una distancia de 9 x 12 m. A todos los árboles se les dio el mismo manejo agronómico. Las malezas se controlaron mecánicamente entre calles y surcos y manualmente en la zona de gotera o en el plato; las plantas no fueron abonadas y no recibieron agua complementaria a las lluvias. No se efectuaron aplicaciones de fungicidas ni se realizaron podas, de tal manera que los materiales estuvieron sometidos a presión natural de Antracnosis, favoreciendo que los genotipos expresaran su real comportamiento frente a la enfermedad.

### Tratamientos y diseño experimental

Los tratamientos evaluados correspondieron a cinco cultivares de mango, Azúcar, Vallenato, Kent, Vandyke y Tommy Atkins.

La unidad experimental estuvo constituida por cuatro árboles contiguos. Se utilizó el diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones, utilizándose 16 árboles por cultivar.

### Toma de información y variables evaluadas

Para la toma de datos se utilizaron formatos específicos de acuerdo al estado fenológico de la planta. La información se registró semanalmente, a partir de la floración (diciembre de 1999), para lo cual se seleccionaron 10 panículas por árbol ubicadas alrededor de la copa y en el tercer medio del mismo; así mismo se procedió en frutos, es decir se escogieron 10 sitios por planta, haciendo evaluación desde el momento de la formación de los frutos ("frutos alfileres", 14 días después de la diferenciación floral) hasta el estado de madurez fisiológica; finalmente, se colectó datos durante la cosecha, completando de 7 a 10 pases dependiendo del cultivar.

Se registró información de número de panículas por árbol, número de panículas afectadas y porcentaje de afección, número de frutos por panícula, número de frutos por árbol, número de frutos afectados por panícula y porcentaje de afección, número y peso de frutos cosechados por árbol, número y peso de frutos cosechados afectados por árbol y porcentaje de afección de frutos cosechados por árbol.

El porcentaje de afección se determinó mediante el uso de diagramas de evaluación de la severidad, que permitieron hacer una valoración objetiva en campo. El diagrama fue diseñado, tomando durante un ciclo de cosecha mediciones de área afectada por la enfermedad en inflorescencias y frutos; las lesiones se dibujaban en papel milimetrado, permitiendo cuantificar el área real con lesiones de Antracnosis; posteriormente con estas lesiones se reconstruía la apariencia del órgano afectado y se le colocaba el valor correspondiente en porcentaje de daño (Figu-

ra 1).

Se tomaron datos de las variables climáticas, a partir de la estación meteorológica del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios ambientales, IDEAM, ubicada en El Prado - Sevilla, municipio Zona bananera, Departamento del Magdalena.

Con base en los datos colectados, se evaluaron las siguientes variables:

• **Incidencia:** Correspondió al porcentaje de frutos con lesiones de Antracnosis en inflorescencias y frutos, determinada por la fórmula:

$$I = \text{NFA/NFT} \times 100$$

I = Incidencia; NOA = Número de órganos afectados; NOT = Número de órganos totales.

• **Severidad de la enfermedad:** Se midió a través del diagrama descrito, en la cual se determinó el área promedio afectada de los diferentes órganos. Los valores se llevaron a una escala que indicaba el nivel de severidad de la Antracnosis, constituida por cinco niveles (Tabla 1).

Tabla 1. Escala de severidad para estimar el nivel de severidad de la antracnosis

% Afección	Clasificación de la severidad
0	Sano
Hasta 10	Leve
De 11 a 25	Moderada
De 26 a 50	Fuerte
Mas de 50	Muy fuerte

• **Tasa de desarrollo de la enfermedad (r):** A partir de los valores de severidad (% de afección), se determinó este parámetro epidemiológico para cada cultivar y en las diferentes etapas fenológicas. Se determinó por la fórmula:

$$r = 1/\Delta t [\log e (Xf/1-Xf) - \log e (Xi/1-Xi)]$$

r = Tasa de desarrollo de la enfermedad;  $\Delta t$  = diferencial de tiempo; Xf = valor de la enfermedad final (severidad); Xi = valor de la enfermedad inicial (severidad).

• **Frutos comercializables:** Correspondió a los frutos con menos del 10% de afección, expresado en número, peso y porcentaje de frutos.

#### Análisis estadístico

Los datos de las variables patométricas y de producción se tabularon en el programa Lotus y se procesaron a través del paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System), realizándose análisis de varianza, pruebas de promedios de Tukey y análisis de correlación.

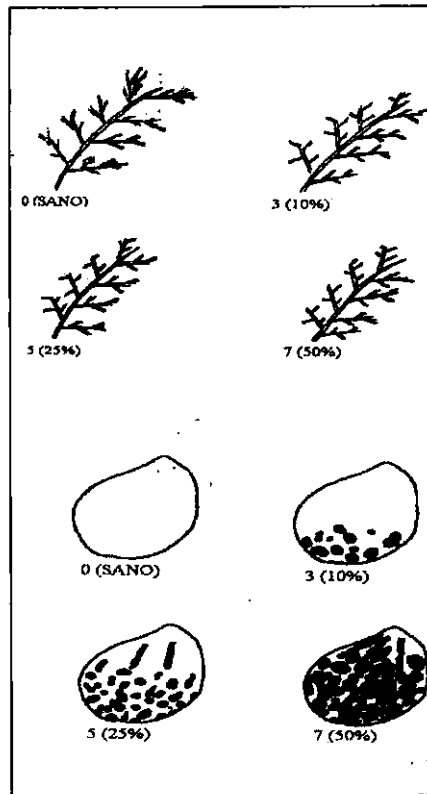


Figura 1. Diagrama para la evaluación de la severidad de la antracnosis en inflorescencias y frutos de mango (*Mangifera indica*)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Etapas de floración

Durante esta etapa, comprendida entre la última semana del mes de enero y la tercera semana del mes de marzo, la precipitación fue baja registrándose un total de 40mm, con semanas sin lluvias y un valor máximo de 20,8 mm en la semana más lluviosa; la humedad relativa promedio fue de 80%; las temperaturas mínima, media y máxima promedio fueron de 21,5, 27,5 y 33,5° C, respectivamente; las variables punto de rocío y brillo solar registraron valores promedios de 23,5° C y 8,1 horas/día, respectivamente.

Los resultados obtenidos de la evaluación, en la etapa de floración, de las variables: incidencia, severidad y Tasa de desarrollo, después de aplicarles el análisis de varianza mostraron diferencias altamente significativas para los diferentes cultivares. Al analizar los valores promedios, se encontró que los cultivares Vandyke y Tommy

Atkins fueron los de menor incidencia, con 12,80 y 13,21%, respectivamente, sin diferencias estadísticas entre ellos. Estos materiales presentaron diferencias estadísticas con los demás materiales (Tabla 2).

En orden ascendente, el cultivar Kent presentó 15,89% de incidencia, siendo estadísticamente diferente a los materiales Vallenato y Azúcar, los cuales registraron los valores mas altos de incidencia, con 41,87 y 64,12%, respectivamente (Tabla 2).

En cuanto a la severidad de la enfermedad, se encontró que el cultivar con menos porcentaje de afección fue el Kent con 0,33%, presentando diferencias estadísticas con los demás genotipos. Los cultivares Vandyke y Tommy Atkins presentaron valores de 1,22 y 1,38%, respectivamente, no habiendo diferencias estadísticas entre ellos, pero sí con los cultivares Vallenato y Azúcar, los cuales fueron los de mayor severidad, con 6,92 y 9,01%, respectivamente (Tabla 2).

Con relación a la Tasa de desarrollo de la enfermedad (r), el cultivar con menor valor fue Kent con 0,1873 unidades/semana, registrando diferencias estadísticas con los otros cultivares. Los materiales Vandyke y Tommy Atkins fueron estadísticamente iguales, con valores de 0,3129 y 0,3768 unidades/semana, respectivamente. En ese orden ascendente, el cultivar Vallenato registró 0,8612 unidades/semana y Azúcar 0,9189 unidades/semana.

La prevalencia e intensidad del daño de la antracnosis fue mayor en esta etapa en los materiales Azúcar y Vallenato, considerados cultivares nativos de la región Caribe; mientras que los materiales Kent, Vandyke y Tommy Atkins, los cuales son genotipos introducidos, presentan resistencia a la enfermedad. Este comportamiento coincide con lo reportado por varios autores (Páez, 1997; Manica, 1981; Cartagena y Vega, 1992).

La Tasa de desarrollo de la enfermedad considerada como un parámetro cuantitativo que permite diferenciar materiales resistentes y susceptibles (Castaño, 1994); en este estudio, permitió diferenciar cada uno de los cultivares con relación a la evolución de la enfermedad en el tiempo. Este es el primer trabajo que se realiza sobre el particular y permitió conocer el cultivar Kent es más resistente a la Antracnosis que el material Tommy Atkins; éste comportamiento difiere de lo reportado por algunos autores (Cartage-

Tabla 2. Valores promedios de las variables incidencia (%), severidad (%) y tasa de desarrollo de la Antracnosis, en la etapa de floración, en cinco cultivares de mango.

Cultivar	Incidencia (%)	Severidad (%)	Tasa de desarrollo (r)
Azúcar	64,12 a	9,01 a	0,9189 a
Kent	15,89 c	0,33 d	0,1873 d
Tommy Atkins	13,21 cd	1,38 c	0,3768 c
Vallenato	41,87 b	6,92 b	0,8612 b
Vandyke	12,80 d	1,22 c	0,3129 c
C.V (%)	4,60	4,61	18,53
R <sup>2</sup>	0,92	0,87	0,80

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes entre sí, en caso contrario presentan diferencias significativas al 5% según la prueba de Tukey.

na y Vega, 1994; Manica, 1981; Páez, 1995), quienes señalan que Tommy Atkins y Vandyke son resistentes a la Antracnosis y Kent es medianamente tolerante a la misma enfermedad.

El análisis de correlación indicó que la incidencia de la enfermedad está directamente correlacionada de manera significativa con la temperatura máxima y directamente proporcional y altamente significativa con la humedad relativa; quiere decir, que estos dos factores climáticos favorecieron para que el hongo infectara un mayor número de inflorescencias (Tabla 3).

La temperatura máxima presentó un valor promedio de 33,5°C, lo cual favorece el proceso de esporulación del hongo; la humedad relativa presentó un valor promedio de 80%, facilitando los procesos de germinación de las conidias y penetración del hongo. Estos valores coinciden con lo reportado por Nieto (1991) y Páez (1995), sobre condiciones favorables a la enfermedad.

La severidad presentó correlación altamente significativa y directamente proporcional con la temperatura media y humedad relativa y se correlacionó de manera significativa e inversamente proporcional con el brillo solar (Tabla 3). A medida que la temperatura media y la humedad relativa aumentaron, así mismo, la severidad de la enfermedad fue mayor, como consecuencia de la ocurrencia de reinfecciones continuas originadas por una mayor eficiencia en la germinación de las conidias y penetración del apresorio; por otro lado, los días con menos horas de sol favorece la permanencia de la película húmeda sobre los órganos de la planta, con lo cual la germinación de las conidias es alta.

#### Etapas de desarrollo de frutos

En esta etapa, comprendida entre la última semana del mes de marzo y la última semana del mes de mayo, se registró una precipitación de 278,1 mm; la humedad relativa promedio fue de 82%; se registraron valores promedios de temperaturas mínima, media y máxima de 21,8, 27,8 y 33,9° C, respectivamente; el punto de rocío promedio fue de 24,5° C; y el brillo solar promedio fue de 7,3 horas/día.

Los análisis mostraron diferencias altamente significativas para las variables: incidencia, severidad y Tasa de desarrollo, entre los cultivares evaluados (Tabla 4). Los cultivares con menor incidencia fueron Vandyke y Kent, con 4,99 y 5,85% en promedio, respectivamente, sin presentar diferencias estadísticas entre ellos, pero sí con los demás materiales; en un nivel intermedio se ubicó el cultivar Tommy Atkins, con 8,52% de incidencia, el cual presentó diferencias estadísticas con los cultivares Vallenato y Azúcar, quienes fueron los materiales con mayor incidencia al presentar 74,08 y 86,73% en promedio, respectivamente.

**Tabla 3.** Correlación entre los factores climáticos y las variables incidencia y severidad de Antracnosis, en la etapa de floración, en cinco cultivares de mango.

Parámetro	Temp. máxima (°C)	Temp. media (°C)	Temp. Mínima (°C)	Precipitación (mm)	Humedad relativa (%)	Punto de rocío (°C)	Brillo solar (H/día)
Incidencia (%)	-0,67796	-0,07354	0,08855	-0,08988	0,69441	0,03618	-0,10196
	0,0445*	0,4094	0,3203	0,3130	0,0001**	0,6851	0,2521
Severidad (%)	-0,14630	-0,73087	-0,05470	-0,14809	0,74012	-0,09054	-0,71465
	0,0994	0,0087**	0,5397	0,0953	0,0001**	0,3094	0,0150*

\* = correlación significativa \*\* = correlación altamente significativa

**Tabla 4.** Valores promedios de las variables incidencia (%), severidad (%) y tasa de desarrollo de la Antracnosis, en la etapa de desarrollo de frutos, en cinco cultivares de mango.

Cultivar	Incidencia (%)	Severidad (%)	Tasa de desarrollo (r)
Azúcar	86,73 a	13,17 a	0,5418 a
Kent	5,85 d	0,41 d	0,2828 d
Tommy Atkins	8,52 c	1,02 c	0,3463 c
Vallenato	74,08 b	8,62 b	0,4468 b
Vandyke	4,99 d	0,35 d	0,2510 d
C.V (%)	3,19	20,81	12,25
R <sup>2</sup>	0,89	0,87	0,85

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes entre sí; en caso contrario presentan diferencias significativas al 5% según la prueba de Tukey.

Con relación a la severidad de la enfermedad, se encontró una tendencia similar a lo de la incidencia. Los menores valores promedio correspondieron a los cultivares Vandyke y Kent, con 0,35 y 0,41%, respectivamente, no habiendo diferencias estadísticas entre ellos, pero sí con los demás cultivares. Tommy Atkins presentó una severidad promedio de 1,02%, presentando diferencias estadísticas con los genotipos Vallenato y Azúcar, quienes registraron valores promedios de 8,62 y 13,17%, respectivamente (Tabla 4).

Así mismo, los cultivares Vandyke y Kent fueron los que presentaron la menor tasa de desarrollo de Antracnosis, con 0,2510 y 0,2828 unidades/semana, respectivamente, no encontrándose diferencias estadísticas entre ellos. En orden ascendente, el cultivar Tommy Atkins, quien presentó diferencias estadísticas con los demás genotipos, registró una tasa de desarrollo de 0,3463 unidades/semana. El cultivar Vallenato presentó una tasa de desarrollo de 0,4468 unidades/semana, siendo diferente estadísticamente al material Azúcar, el cual registró la mayor tasa de desarrollo con 0,5418 unidades/semana (Tabla 4).

Al comparar los valores de la enfermedad, en especial los de la tasa de desarrollo, entre las etapas de floración y desarrollo de frutos, se encontró que el valor de r, independiente de los cultivares, es mayor en la primera de las etapas, lo cual indicó una mayor suscepti-

bilidad de la planta al hongo, debido a que el árbol destina sus energías a la emisión y cuajamiento de las flores y disminuyen las concentraciones de compuestos involucrados en los procesos de resistencia, como flavonas y terpenos (Esguerré - Tugayé et al., 1992).

No se puede atribuir la diferencia en el comportamiento de la variable epidemiológica en las dos etapas a efecto de variables climáticas, ya que incluso en la floración los valores de precipitación fueron notablemente inferiores con respecto a la etapa de desarrollo de frutos, mientras que las otras variables presentaron valores similares para las dos etapas.

En cuanto a la correlación entre variables, la incidencia de la enfermedad se correlacionó directamente proporcional y altamente significativa con la temperatura mínima, humedad relativa y punto de rocío, y de manera significativa con la precipitación; presentó correlación inversa y altamente significativa con el brillo solar.

La severidad presentó correlación directa y de manera altamente significativa con la temperatura mínima y en forma significativa con la humedad relativa. De esta forma, se confirmó el efecto favorable de estas variables climáticas sobre la presencia y desarrollo de la Antracnosis (Tabla 5).

**Tabla 5.** Correlación entre los factores climáticos y las variables incidencia y severidad de Antracnosis, en la etapa de desarrollo de frutos, en cinco cultivares de mango.

Parámetro	Temp. máxima (°C)	Temp. media (°C)	Temp. mínima (°C)	Precipitación (mm)	Humedad relativa (%)	Punto de rocío (°C)	Brillo solar (H/día)
Incidencia (%)	0,15121	0,8694	0,71741	0,70541	0,68931	0,64094	-0,63541
	0,0745	0,3071	0,0001**	0,0149*	0,0005**	0,0041**	0,0051**
Severidad (%)	0,12120	0,04287	0,79750	0,68542	0,79842	0,18588	-0,54870
	0,1537	0,6150	0,0004**	0,1098	0,0188*	0,9199	0,0795

\* = correlación significativa \*\* = correlación altamente significativa

## Etapa de cosecha

En la etapa de cosecha correspondiente a 10 pases (un pase/semana) realizados entre comienzos del mes de junio y mediados del mes de agosto, la precipitación acumulada alcanzó 397 mm; se registró una humedad relativa promedio de 85%; los valores promedio de temperaturas mínima, media y máxima fueron de 22,0, 27,5 y 33,0° C, respectivamente; el punto de rocío promedio obtenido fue de 25,1° C; y el brillo solar promedio registró 6,5 horas/día.

Los análisis estadísticos de las variables patométricas del estudio mostraron diferencias altamente significativas entre los diferentes cultivares para las variables incidencia, severidad y tasa de desarrollo. Al analizar los valores promedios, se encontró que los cultivares Vandyke y Kent fueron los que registraron menor incidencia, con 15,64 y 18,99%, respectivamente; estos materiales no fueron estadísticamente diferentes entre sí, pero se diferenciaron de los otros genotipos según la prueba de Tukey. Tommy Atkins presentó una incidencia promedio de 25,98%, presentando diferencias estadísticas con los cultivares Vallenato y Azúcar, los cuales registraron los valores más altos con 100% en ambos casos (Tabla 6).

Con relación a la severidad de la enfermedad, todos los cultivares fueron estadísticamente diferentes entre sí. Sobresalió Vandyke como el de menor porcentaje de afectación, con 6,93%; en orden ascendente, de obtuvieron registros de 10,73, 12,74, 27,80 y 37,54% para Kent, Tommy Atkins, Vallenato y Azúcar, respectivamente (Tabla 6).

Referente a la tasa de desarrollo de la Antracnosis, se destacó el cultivar Vandyke por presentar la más baja evolución de la enfermedad en el tiempo, con 0,3329 unidades/semana; este cultivar presentó diferencias estadísticas con los demás cultivares. Los cultivares Kent y Tommy Atkins no presentaron diferencias estadísticas entre sí, registrando valores de 0,4128 y 0,4452 unidades/semana, respectivamente. En el cultivar Vallenato, la tasa de desarrollo de la Antracnosis fue de 0,7281 unidades/semana, presentando diferencias estadísticas con el cultivar Azúcar, el cual presentó un valor promedio de 0,8171 unidades/semana (Tabla 6).

El comportamiento de la severidad y tasa de desarrollo fue similar al encontrado en las otras etapas fenológicas; sin embargo, los valores registrados fueron más altos que los obtenidos en la etapa de desarrollo de frutos y similares a los de la etapa de floración. Lo anterior indicó que los frutos próximos a madurez de cosecha y madurez fisiológica son más susceptibles a *Colletotrichum gloeosporioides*, independiente del cultivar; en esta etapa se incrementan los contenidos de azúcares y disminuyen las concentraciones de sustancias astringentes, condiciones que favorecen el rompimiento de la etapa quiescente del hongo y el desarrollo de procesos

infectivos.

El análisis de correlación indicó que la incidencia está directamente correlacionada y de manera altamente significativa con la temperatura mínima, precipitación y punto de rocío, y presentó una relación inversa y altamente significativa con la temperatura máxima.

La severidad presentó una correlación directa y altamente significativa con las temperaturas mínima y media, precipitación y punto de rocío, e inversamente proporcional y altamente significativa con la temperatura máxima (Tabla 7). Se observó, entonces, que en la zona bananera, incrementos de la temperatura máxima podrían afectar el hongo, aun cuando ocurre una mayor incidencia y severidad si hay aumento de las temperaturas mínima y media hasta llegar a 22 y 28° C, respectivamente; por otro lado, se confirmó el efecto benéfico de la precipitación y rocío en el desarrollo e incremento de la Antracnosis en frutos, debido a una mayor permanencia de película húmeda sobre la superficie de los órganos.

## Variables de producción

Se presentaron diferencias altamente significativas entre los cultivares de mango, para las variables número, peso y porcentaje de frutos

comercializables. Los cultivares Azúcar y Vallenato no produjeron frutos aptos para comercializar. De los tres cultivares introducidos, Vandyke fue estadísticamente el de mejor comportamiento, registrando en 16 árboles 4.268 frutos con un peso de 1.968,05 Kg con un 90,3 % de frutos comercializables; el cultivar Kent, el cual fue diferente estadísticamente al Tommy Atkins, produjo en 16 árboles 1884 frutos con un peso de 1.455,96 Kg., equivalente a 89,8% de frutos comercializables; Tommy Atkins produjo en 16 árboles 1.415 frutos comercializables que pesaron 1.143,90 Kg, correspondiente a 81,5% de frutos comercializables (Tabla 8).

Un análisis de correlación simple indicó que un mayor o menor número, peso y porcentaje de frutos comercializables está relacionado de manera inversa con la incidencia y severidad de Antracnosis presente durante la etapa de cosecha (Tabla 9). Esto indica que la implementación de medidas de manejo tendientes a evitar una alta presión de la enfermedad en esta etapa fenológica contribuyen a reducir las pérdidas de frutos.

## CONCLUSIONES

- Los valores de tasa de desarrollo de la enfermedad fue mayor en las etapas de floración y cosecha, con respecto a la etapa de desarrollo de frutos; lo anterior que indicó

Tabla 6. Valores promedios de las variables incidencia (%), severidad(%) y tasa de desarrollo de la Antracnosis, en la etapa de cosecha, en cinco cultivares de mango

Cultivar	Incidencia (%)	Severidad (%)	Tasa de desarrollo (r)
Azúcar	100,0 a	37,54 a	0,8171 a
Kent	18,99 c	10,73 d	0,4128 c
Tommy Atkins	25,98 b	12,74 c	0,4452 bc
Vallenato	100,0 a	27,28 b	0,7281 ab
Vandyke	15,64 c	6,93 e	0,3329 d
C.V (%)	2,96	0,98	5,86
R <sup>2</sup>	0,90	0,93	0,85

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes entre sí; en caso contrario presentan diferencias significativas al 5% según la prueba de Tukey

Tabla 7. Correlación entre los factores climáticos y las variables incidencia y severidad de Antracnosis, en la etapa de cosecha, en cinco cultivares de mango (*Mangifera indica* L.).

Parámetro	Temp. máxima (°C)	Temp. Media (°C)	Temp. Mínima (°C)	Precipitación (mm)	Humedad relativa (%)	Punto de rocío (°C)	Brillo solar (H/día)
Incidencia (%)	-0,65904	0,07413	0,74129	0,6056	0,07767	0,63140	-0,02722
Severidad (%)	0,0001**	0,3516	0,0011**	0,0001**	0,3289	0,0010**	0,7326
Severidad (%)	-0,77632	0,51330	0,65872	0,75220	0,07590	0,70010	0,05349
R <sup>2</sup>	0,0005**	0,0013**	0,0010**	0,0013**	0,3401	0,0112*	0,5017

\* = correlación significativa\*\*= correlación altamente significativa

Tabla 8. Valores promedios de las variables número, peso y porcentaje de frutos comercializables, en cinco cultivares de mango.

Cultivar	Número frutos comercializables	Peso (Kg)	% frutos comercializables
Azúcar	0,00 d	0,00 d	0,00 c
Kent	1.884 b	1.455,96 b	89,8 a
Tommy Atkins	1.415 c	1.143,90 c	81,5 b
Vallenato	0,00 d	0,00 d	0,00 c
Vandyke	4.268 a	1.968,05 a	90,3 a
C.V (%)	5,0	5,2	5,0
R <sup>2</sup>	0,75	0,73	0,76

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes entre sí; en caso contrario presentan diferencias significativas al 5% según la prueba de Tukey.

una mayor susceptibilidad de las plantas en estas etapas, independiente del cultivar y de condiciones climáticas, debido a variaciones en las concentraciones de sustancias o compuestos involucrados en los mecanismos de resistencia en la interacción patógeno - hospedante.

• Para todas las etapas fenológicas, los cultivares Azúcar y Vallenato evidenciaron alta susceptibilidad a la Antracnosis, al registrar los valores más altos de incidencia, severidad y tasa de desarrollo de la enfermedad. El cultivar con mayor resistencia fue Vandyke, siguiéndole en ese orden Kent y Tommy Atkins.

• La Antracnosis ocasionó la pérdida de frutos en la etapa de cosecha, siendo altamente significativa en los materiales nativos, que a su vez son los más susceptibles a la enfermedad. El efecto sobre los genotipos introducidos se refleja en una reducción del porcentaje de frutos comercializables entre 19,5 y 0,7%.

• Independiente del cultivar, en la zona bananera del Magdalena, la incidencia y severidad de la Antracnosis se correlacionó directamente con las temperaturas mínimas y media, humedad relativa, precipitación y punto de rocío, e inversamente con las variables temperatura máxima y brillo solar.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Buriticá Céspedes, Pablo. 1999. Las enfermedades de las plantas y su ciencia en Colombia. 1ª. Universidad Nacional de Colombia, Medellín. 64-65.

**Tabla 9.** Correlación entre la variable frutos comercializables y las variables incidencia y severidad de Antracnosis, en cinco cultivares de mango.

Parámetro	Número de frutos Comercializables (16 árboles)	Peso (Kg) de frutos comercializables	% de frutos comercializables
Incidencia (%)	-0,68090 0,0001**	-0,69895 0,0001**	-0,69980 0,0001**
Severidad (%)	-0,63969 0,4236	-0,68721 0,2354	-0,84304 0,0001**

\*\*= correlación altamente significativa

- Cartagena, José y Vega, Daniel. 1992. Fruticultura colombiana: el mango, Manual de asistencia técnica No. 53. ICA, Bogotá, Colombia. 134 p.
- Castaño Zapata, Jairo. 1994. Principios básicos de fitopatología. 2ª. Escuela agrícola Panamericana, departamento de Protección vegetal, Zamorano, Honduras. 483 p.
- Corporación Colombia Internacional. 1998. Proyecto red de viveros Costa Atlántica. Programa de desarrollo agroempresarial, FONADE, Bogotá. 30 p.
- Dodd, J. C.; Estrada, A.; Jeger, M. J. 1992. Epidemiology of *Colletotrichum gloeosporioides* in the tropics. *Colletotrichum: Biology, pathology and Control*. Bailey, J. A. and Jeger, M. J. (Edit.). CAB International, Wallingford. 308 - 325.
- Esguerré - Tugayé, M. T. et al. 1992. Mechanisms of resistance to *Colletotrichum* species. *Colletotrichum: Biology, pathology and Control*. Bailey, J. A. and Jeger, M. J. (Edit.). CAB International, Wallingford. 121 - 134.
- Jeffries, P.; Dodd, J.C. and Plumbley, R. A. 1990. The biology and control of *Colletotrichum* species on tropical fruits crops. *Plant Pathology*. 39; 343-366.
- Leida, Ana y Porras, Elizondo. 1999. Análisis de mercado del mango. Mercanet.enp.go.cr. 9 p.
- Manica, Ivo. 1981. Fruticultura tropical 2, Manga. Edit. Agronómica Ceres, Sao Paulo, Brasil. 99-104.
- Nieto, Lenda. 1991. Principales enfermedades en el cultivo de mango. *Agricultura tropical*. 28(2); 79-82.
- Páez, Alberto. 1997. Respuesta de cultivares de mango a la Antracnosis, en la costa Atlántica Colombiana. *Corpoica, Ciencia y Tecnología*. 2(1); 45-53.
- Páez, Alberto. 1995. Comportamiento de variedades de mango a la Antracnosis. *Fitopatología Colombiana*. 19(1); 25-30.
- Ploetz, R. C. 1994. Anthracnose. *Compendium of tropical fruit disease, Part III y IV: mango*. APS Press, Minnesota, USA. p. 3-44 y 35-36.
- Prusky, D. and Plumbley, R.A. 1992. Quiescent infections of *Colletotrichum* in tropical and subtropical fruits. *Colletotrichum: Biology, pathology and Control*. Bailey, J. A. and Jeger, M. J. (Edit.). CAB International, Wallingford. 289 - 307.
- Salazar, Raúl. 1991. El cultivo del mango. *Memorias del curso de producción de frutales en el Valle del Cauca*. ASIAVA, Cali, Colombia. 111-119.