

RESISTENCIA DE CAMPO A LA ANTRACNOSIS DE
LOS FRUTOS (*Colletotrichum gloeosporioides*) EN
TOMATE DE ARBOL (*Cyphomandra (Solanum) betacea*
(*betaceum*) Cav. Sendt.)

Mario Lobo A.¹; Clara I. Medina C.²; Marina Cardona G.²

RESUMEN

En el Centro de Investigación "La Selva", de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), localizado en Rionegro (Antioquia, Colombia), a 2120 msnm, se llevó a cabo una investigación, cuyo objetivo fue evaluar la resistencia de campo a la antracnosis de los frutos de tomate de árbol en la accesión 6975073 de especie *C. uniloba*,³ material que en observaciones previas no había presentado incidencia de la enfermedad. En el estudio se incluyeron igualmente 4 poblaciones de la especie cultivada *C. betacea* de diferentes tipos: rojo común, amarillo, partenocárpico y "mora" o "tamarillo" y una de la especie relacionada *C. materna*.³ El trabajo se llevó a cabo durante seis meses, cosechándose quincenalmente, en 5 árboles por accesión, los frutos sanos maduros y los enfermos, clasificados por grado de maduración. Todos los materiales recibieron control químico de la enfermedad, con excepción del tomate *C. uniloba* 6975073. Durante la evaluación se presentaron condiciones favorables para el desarrollo del patógeno, con una precipitación de 1361.1 mm y prevalencia de altas humedades relativas, con un promedio, al respecto, del 80.2%. Durante el período de desarrollo de la evaluación no se presentaron frutos con síntomas de antracnosis en la accesión 6975073, lo cual si ocurrió en los demás materiales, con un porcentaje de frutos enfermos que fluctuó entre el 57.64 y el 98.82%, encontrándose que los genotipos con mayor nivel de productividad, a su vez, presentaron la mayor

1 Investigador Titular, CORPOICA y Profesor Asociado Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. A.A. 568. Medellín

2 Investigadora Cooperante y Asistente de Investigación, programa de Recursos Genéticos y Biotecnología Vegetal, CORPOICA, C.I. "La Selva". A.A. 470, Rionegro (Antioquia). e-mail: pnr gv@epm.net.co

3 Semilla donada por la Dra. Lynn Bohs. Universidad de UTAH, USA.

susceptibilidad y pérdidas en rendimiento. Un estimado del valor de los frutos con antracnosis, proyectado a hectárea-año, señaló que las pérdidas de frutos en las diferentes accesiones de *C. betacea* fluctuaron entre 3006 y 11268 dólares. Complementariamente al estudio, se obtuvieron híbridos interespecíficos entre el material resistente y una accesión de *C. betacea*.

Palabras clave: Cyphomandra, Tomate de árbol, antracnosis, resistencia de campo, especies silvestres relacionadas.

ABSTRACT

A research was carried out at "La Selva" CORPOICA's Experiment Station, located at Rionegro (Antioquia, Colombia) at 2120 masl, whose objective was to evaluate fruit anthracnose field resistance at the *C. uniloba* accession 6975073, material that previously did not exhibit anthracnose diseased fruits at field level. At the study, besides the above genotype, were included 4 accesions of *C. betacea* from different types: red, yellow, partenocarpic and "mora" or "tamarillo" and 1 accession of *C. materna*. The evaluation was carried out during six months, harvesting every other week, in 5 plants by accession, the ripe healthy fruits and those with disease symptoms at different ripening stages. All the materials but 6975073 received chemical control of the disease during the span of the experiment.

Favorable weather conditions for anthracnose epidemics were prevalent during the research period, with a total rainfall of 1361.1 mm, and high relative humidities, with 80.2% as average during the evaluation. The material 6975073, *C. uniloba*, did not exhibit diseased fruits, presenting all the other materials diseased berries with a range between 57.64 and 98.2% of fruits with anthracnose symptoms, being more susceptible to the disease the most productive genotypes. An economical estimation of the value of the diseased fruits showed that the annually projected price of these was between 3006 and 11268 dollars by hectare. Additionally, during the research, one interspecific hybrid between the accession of *C. uniloba* and one of the cultivated tree tomato *C. betacea* was obtained.

Key words: Cyphomandra, Tree tomato, anthracnose, field resistance, wild related species.

INTRODUCCION

El tomate de árbol, *Cyphomandra*

(*Solanum betacea* (*betaceum*) Cav. Sendt, es una fruta andina con amplias perspectivas de desarrollo como alterna-

tiva productiva en las zonas de clima frío moderado por su aceptación y posibilidades de consumo tanto en fresco, al igual que como fruta procesada. Pese a lo anterior, el cultivo no ha adquirido la importancia esperada por un bajo sustento tecnológico y la existencia de problemas limitantes, los cuales han sido abordados, durante un número de años considerable,

Se ha indicado, (Aranzazu y Rondón, 1999), que la enfermedad produce una disminución en el período productivo de los árboles de 5 a 2 o 3 años, incrementándose en más del 50% los costos de producción, por efecto de la aplicación de medidas de control, las cuales causan contaminación ambiental. Los mismos autores señalaron que las pérdidas en producción en la mayoría de los casos superaban el 50%.

En el contexto anterior, Saldarriaga *et al* (1997), afirmaron que cuando no se aplican medidas de control las pérdidas son totales y que en cultivos comerciales, bajo condiciones de uso continuo de fungicidas, se estiman pérdidas que oscilan entre el 10 y 25% de los frutos cosechados, reportando Díaz (1999) que en el altiplano norte de Antioquia estaban afectados más de 66000 árboles de tomate de árbol, calculándose pérdidas en la zona, en un período de 6 meses, del orden de 360 millones de pesos. Botero *et al* (1999), informaron, como resultado de un estudio sobre problemas patogénicos del cultivo, que a partir de muestras realizadas en 6 sitios del departamento de Caldas, la antracnosis representó el 74% de los

con metodologías reduccionistas. Entre estos se encuentra la antracnosis de los frutos, considerada como la enfermedad más destructiva a nivel de Colombia, debido a su amplia distribución y a la magnitud de las pérdidas que ocasiona la misma (Saldarriaga *et al*, 1997).

aislamientos totales realizados a partir de tejidos enfermos recolectados en el área de estudio.

La literatura hace énfasis en el control de la enfermedad a través de aplicación de agroquímicos y remoción de frutos enfermos (Girard y Lobo, 1977; Girard, 1980; Marmolejo, 1985; Tamayo, 1985; Gómez, 1993, Giraldo, 1995, Saldarriaga *et al*, 1997; Botero *et al*, 1999, Aranzazu y Rondón, 1999). Lo anterior se complementa con recomendaciones de control cultural (Gómez, 1993; Tamayo, 1995; Saldarriaga *et al*, 1997, Aranzazu y Rondón, 1999, Botero *et al*, 1999, Rondón *et al*, 1999).

Recientemente, se han realizado estudios epidemiológicos sobre la antracnosis, los cuales señalan que el organismo además de atacar los frutos en cualquier edad, también afecta hojas, ramas, y todo el conjunto de órganos que componen la inflorescencia (Aranzazu *et al*, 1998). Los investigadores anteriores, al igual que Rondón (1998), presentaron una serie de recomendaciones para el control de la enfermedad incluyendo: manejo de la arquitectura del árbol buscando regular su

altura, podas de follaje, medidas de rehabilitación de plantas afectadas mediante podas severas, remoción de frutos enfermos y control químico del patógeno. Recomendaciones similares fueron formuladas por Tamayo (1995) y Aranzazu y su grupo (1998) concluyendo los autores que era necesario evaluar nuevos productos para control tomando como referencia el umbral de daño, validar la acción sinérgica de otros organismos y tener en cuenta el estado fisiológico de los árboles para la aplicación de medidas de control

La resistencia o tolerancia al patógeno dentro de la especie cultivada y taxa relacionadas ha sido poco explorada, existiendo informes escasos que señalan completa susceptibilidad al patógeno por parte de los pocos materiales evaluados en este sentido (Tamayo y Navarro, 1985; Tamayo *et al*, 1986), siendo importante señalar que la resistencia es un mecanismo básico de los sistemas de manejo integrado de plagas, precisándose disponer de suficiente variabilidad para ubicar y utilizar el mismo. En el contexto anterior, Hoyos y Afanador (1998), afirmaron que dada la inexistencia de variedades tolerantes o resistentes a la antracnosis era indispensable generar tal variabilidad, siendo una alternativa la transformación genética para tal fin. Atkinson y Gardner (1993), han avanzado investigaciones tendientes al desarrollo de protocolos de ésta índole, en tomate de árbol.

En contraste con la falta de información sobre resistencia genética al pató-

Tamayo *et al* (1986) y Aranzazu y Chiquito (1998), estudiaron el efecto de inoculación con *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., concluyendo que los frutos son susceptibles en todos los estados de desarrollo y que el tiempo transcurrido desde la presencia de síntomas a producción de inóculo es muy corto, lo cual señala que la remoción de frutos debe hacerse en forma muy próxima a la presencia de sintomatología.

geno, se ha afirmado que la investigación y el desarrollo en el área de mejoramiento de plantas ha estado focalizada, en los últimos años, en el problema de resistencia a plagas (Swanson y Goeschl, 2000), con una utilización de aproximadamente el 45% de los materiales nuevos, incluidos en programas de mejoramiento, para el desarrollo de resistencia a patógenos y plagas de los cultivos (World Conservation Monitoring Centre and Faculty of Economics, 1996).

En el presente estudio se evaluó la presencia de resistencia de campo en una colección de tomate de árbol y especies relacionadas, como etapa primaria para posibles programas de mejoramiento en este sentido.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación: El trabajo se llevó a cabo en el C.I. "La Selva", de la Corporación Colombiana de Investigación Agrope-

cuaria, CORPOICA, ubicado en el municipio de Rionegro a 2120 msnm. El Centro está localizado en la formación ecológica bosque húmedo montano bajo.

Condiciones climáticas: Durante la realización del presente trabajo la precipitación total fue de 1361.1 mm, presentándose una temperatura promedio de 17,4°C, con máxima absoluta de 25,2 °C, máxima absoluta promedio mensual de 21,7°C, mínima absoluta de 9,0°C y mínima promedia mensual de 13,5°C. La humedad relativa promedio fue del 80,2%, con valores promedios máximos mensuales del 89,1%, un máximo absoluto del 94%, un valor mínimo promedio

Con el fin de llevar un registro sistemático de la incidencia de antracnosis, se incluyeron del taxón *C. betacea* : una accesión de frutos rojos (285020), una de frutos amarillos (285033), una del llamado tomate "mora" o "tamarillo" (285038) y una de frutos pequeños par-

mensual del 74,3 y un mínimo absoluto del 72%.

Material biológico: El estudio se realizó utilizando materiales de la colección de campo de tomate de árbol, establecida en el C.I. "La Selva", la cual comprende 40 accesiones, de las cuales 34 son de la especie cultivada *C. betacea*, 4 del taxón *C. hartwegii* y una por taxa de *C. materna* y *C. uniloba*. El trabajo partió de observaciones previas realizadas durante los primeros 6 meses de producción del genotipo único de *C. uniloba*, período en el cual el mismo no presentó frutos con síntomas de antracnosis.

tenocárpicas (285035), igualmente se evaluaron las accesiones unitarias presentes en la colección de las especies *C. materna* (6975067) y *C. uniloba* (6975073). Los materiales objeto del estudio se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Origen de las accesiones de la colección de tomate de árbol y taxa relacionadas, incluidas en la evaluación de resistencia de campo a antracnosis de los frutos.

ACCESIÓN	ESPECIE	PAÍS	DEPTO.	MUNICIPIO
285020	<i>C. betacea</i>	Colombia	Caldas	Villamaría
285033	<i>C. betacea</i>	Colombia	Antioquia	San Pedro
285035	<i>C. betacea</i>	Colombia	Antioquia	Rionegro
285038	<i>C. betacea</i>	Colombia	Antioquia	Rionegro
6975067	<i>C. materna</i>	Bolivia	Santa Cruz	San Juan
6975073	<i>C. uniloba</i>	Bolivia	Santa Cruz	

Manejo del cultivo: En forma anterior a la iniciación del estudio, se aplicaba

Maneb (al 3 por mi) 1 a todo el huerto colección en forma quincenal, al igual que se llevaba a cabo recolección de frutos con antracnosis. A partir de la iniciación de la evaluación y durante los 6 meses en los cuales se desarrollo ésta, se suspendió la protección química a los árboles de la accesión 6975073 (*C. uniloba*), para comprobar su aparente resistencia de campo, continuándose las aspersiones en el resto de materiales.

Registro de la Información: En cada una de las accesiones objeto del estudio, se incluyeron 5 plantas para tomar información, por árbol, del número de frutos con síntomas de antracnosis, discriminando éstos entre verdes (100%

Análisis de la información: Con el conteo de frutos enfermos, se determinó el porcentaje de incidencia de la enfermedad, y con el mismo se realizó análisis de varianza transformando los porcentajes a arcoseno, el estudio se llevó a cabo utilizando un modelo en el cual las repeticiones estuvieron jerarquizadas dentro de los tratamientos. Posteriormente, se llevaron a cabo procedimientos de partición de promedios, empleando para éstos la prueba de los intervalos múltiples de Duncan, con un nivel de confiabilidad del 95%.

Con las producciones obtenidas, se calculó el rendimiento por hectárea, proyectando el mismo a un año, el cual se discriminó entre frutos enfermos y sanos, realizándose análisis de varianza para éstos, al igual que para el rendi-

color verde), pintones (alrededor del 50% de desarrollo de pigmentos carotenoides en los frutos) y maduros (100% de carotenoides en la cáscara de los frutos). Igualmente se cosecharon, pesaron y contaron los frutos sanos en estado maduro en cada una de las cosechas. El estudio se llevó a cabo durante 6 meses en el período comprendido entre el 15 de agosto de 1999 y el 15 de febrero del año 2000.

En el transcurso del trabajo, se llevó un registro de producción, por planta, con base en el peso promedio de los frutos maduros, para tener un estimado de pérdidas en este estado.

miento total (frutos sanos más enfermos). Posteriormente se hicieron pruebas de partición de promedios en la misma forma que se señaló para el conteo de frutos enfermos.

Tomando como referente un precio de 35 centavos de dólar por kilogramo de fruto, que corresponde a uno de los valores bajos durante el año, de los incluidos en los boletines semanales del Sistema de Información de Precios, SIPSA, de la Corporación Colombia Internacional (www.cci.org.co) y una tasa de cambio de \$2000 por dólar, se calculó el valor de la pérdida bruta que se obtendría en un período de un año de producción, siendo importante anotar que los precios para las especies silvestres *C. uniloba* y *C. materna*, son inexistentes a nivel de los mercados colombianos, por lo

cual se utilizaron los de *C. betacea* y que la accesión de frutos partenocárpico no tiene valor comercial. Para determinar diferencias entre promedios, se aplicó la prueba de los intervalos múltiples de Duncan con un nivel de confiabilidad del 95%. El estimado se hizo en dólares dada la estabilidad de esta moneda, siendo factible obtener proyecciones de pérdidas, actualizadas en pesos, en cualquier momento.

patógeno durante la duración de la evaluación.

RESULTADOS Y DISCUSION

Incidencia de la antracnosis de los frutos:

Las condiciones climáticas prevalentes durante el período de realización del trabajo, agosto 15 de 1999 a febrero 15 del año 2000, fueron favorables para el desarrollo de epidemias de antracnosis, lo cual se deriva de la alta precipitación, 1161 mm en 6 meses y la prevalencia de humedades relativas altas durante el tiempo de evaluación, con un valor promedio del 80,2% al respecto.

Durante la realización del estudio, no se obtuvieron frutos con síntomas de antracnosis en la accesión 6975073, de la especie *C. uniloba*, lo cual si ocurrió con los demás genotipos, tal como puede apreciarse en la Tabla 2. A nivel de los materiales restantes se presentó un grado diferente de incidencia del patógeno, el cual fluctuó entre el 57,64 y el 98,82% de las bayas totales cosechadas. El resultado cobra mayor relevancia por el hecho de que el material 6975073 fue el único que no se protegió con agroquímicos contra el

Tabla 2. Número de frutos totales, número de frutos sanos, porcentaje de frutos sanos, número de frutos enfermos y porcentaje de frutos enfermos con síntomas de antracnosis, en diferentes accesiones de *Cyphomandra betacea* y las especies relacionadas *C. materna* y *C. uniloba*, obtenidos en 5 árboles a través de 6 meses de cosecha. C.I. "La Selva", Rionegro, Antioquia.

Accesión	Especie	Número	Número	%	Número	%
		Frutos Totales *	Frutos Sanos*	Frutos Sanos *	Frutos Enfermos*	Frutos Enfermos *
6975073	<i>C. uniloba</i>	518 ^{ab}	518 ^a	100,00a	0 ^c	0,00d
285020 rojo	<i>C. betacea</i>	416 ^b	151 ^b	42,35b	265 ^b	57,64c
285035 part,	<i>C. betacea</i>	605 ^{ab}	82 ^b	28,45c	523 ^a	71,54b
6975067	<i>C. materna</i>	755 ^a	124 ^b	27,60c	631 ^a	72,40b
285033 am,	<i>C. betacea</i>	649 ^{ab}	30 ^c	6,86d	619 ^a	93,13 ^a
285038 mora	<i>C. betacea</i>	982 ^a	24 ^c	3,18d	958 ^a	98,82 ^a

* Entre valores marcados con la misma letra en cada columna, no hay diferencia significativa (Prueba de los Intervalos Múltiples de Duncan, $p=0.05$)

En las accesiones de *C. betacea*, el orden de susceptibilidad de menor a mayor, medido por la incidencia del patógeno en los frutos fue: 285020 (frutos rojos), 285035 (partenocárpico), 285033 (amarillo) y 285038 (mora o tamarillo), exhibiendo la entrada de *C. materna* presencia de antracnosis en las bayas, sin diferencia significativa al respecto con el material 285033 de frutos amarillos. El grado de susceptibilidad estimado a través del porcentaje de frutos enfermos, se refleja en ataques tempranos, lo cual se puede colegir a partir de los datos incluidos en la Tabla 3, con valores

Lo anterior se deriva de la falta de trabajos en este sentido y que las pocas valoraciones llevadas a cabo han estado referidas a la especie cultivada *C. betacea*, sin incluir otras taxa relacionadas de los

porcentuales crecientes de frutos verdes enfermos, coincidentes, en alto grado, con los correspondientes a frutos totales afectados por accesión.

Los resultados indican una posible existencia de resistencia, a nivel de campo, al hongo causante de la antracnosis en el material 6975073, lo cual contrasta con la afirmación de Hoyos y Afanador (1998), quienes señalaron la inexistencia de factores de resistencia al patógeno a nivel de tomate de árbol.

acervos genéticos de esta especie. Al respecto son innumerables los ejemplos de ubicación de características de resistencia a patógenos en taxa silvestres relacionadas a diversas especies de importancia

económica, a partir de las cuales se han transferido los atributos de esta índole. Como ejemplo de lo anterior, se ha señalado que el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), no hubiese llegado a ser una planta cultivada sin el aporte de los silvestres relacio-

nados (Harlan, 1984). Cabe indicar que Rondón (1999), destacaron la necesidad de iniciar procesos de valoración sistemática de la resistencia genética a la antracnosis del tomate de árbol.

Tabla 3. Número y porcentaje de frutos con síntomas de antracnosis, en los estados de desarrollo verde, pintón y maduro, en diferentes accesiones de *Cyphomandra betacea* y especies relacionadas *C. materna* y *C. uniloba*, obtenidos en 5 árboles a través de 6 meses de cosecha. C.I. “La Selva”, Rionegro, Antioquia.

Accesion Y Especie	Número Frutos Verdes Enfermos*	Número Frutos Pintones Enfermos*	Número Frutos Maduros Enfermos+	% Frutos Verdes Enfermos*	% Frutos Pintones Enfermos*	% Frutos Maduros Enfermos*
6975073 <i>C. uniloba</i>	0d	0e	0d	0,00d	0,00d	0,00d
285020 rojo <i>C. betacea</i>	154c	64 ^a b	47bc	41,34c	9,09 ^a b	7,21c
285035 part. <i>C. betacea</i>	397 ^a b	16bcd	110 ^a	48,32c	2,68c	20,54 ^a
6975067 <i>C. materna</i>	496 ^a b	32c	103 ^a	46,04c	6,57bc	19,78 ^a
285033 am <i>C. betacea</i> .	426b	83 ^a b	110 ^a	62,68b	15,94 ^a	14,51b
285038 mora <i>C. betacea</i>	783 ^a	106 ^a	29c	82,27a	10,43b	4,11c

*Entre valores marcados con la misma letra en cada columna, no hay diferencia significativa (Prueba de los Intervalos Múltiples de Duncan, $p=0,05$)

Con relación a la diferencia en grado de incidencia del patógeno a nivel de diferentes entradas, Rondón *et al* (1999) señalaron que en un trabajo llevado a cabo con tomate de árbol, en el cual se incluyeron genotipos con bayas rojas, amarillas y el llamado tamarillo (mora) exhibieron una reacción diferencial a la

inoculación con 45 aislamientos del patógeno, siendo aparentemente más susceptible el tamarillo, tipo de tomate de árbol que exhibió el mayor número de frutos con antracnosis en el presente trabajo. Los mismos autores señalaron mayor susceptibilidad del material rojo común en comparación con el genotipo

amarillo evaluado (Rondón *et al*, 1999). En la presente investigación presentó una menor incidencia de antracnosis el material de frutos rojos en relación con e de l frutos amarillos. La diferencia con los resultados de Rondón y su grupo, podría deberse a que los materiales de cada tipo, incluidos en los dos trabajos, corresponden a diferentes genotipos, lo cual permitiría inferir que no existe una relación entre los colores amarillo y rojo de los frutos con el grado de susceptibilidad a la antracnosis por parte de éstos. Otro aspecto que pudo producir la diferencia entre los dos resultados son diferencias en cuanto a la raza predominante a nivel del huerto colección con relación a las utilizadas en la investigación desarrollada por Rondón y su grupo(1999), e igualmente podría contribuir a la disparidad de resultados la presencia de interacciones diferenciales, a nivel de los dos estudios, en el triángulo de epidemia: hospedante, patógeno y medio ambiente.

Pérdidas en producción por efecto del ataque de antracnosis de los frutos: En la Tabla 4, se incluyen las pérdidas en productividad proyectadas a un período anual y por hectárea e igualmente el valor de las mismas en dólares. Como puede apreciarse, el rendimiento total de frutos no está en relación directa con la resistencia. Por el contrario, las accesiones con mayor rendimiento: 285038 (mora), 285033 (amarillo) y 6975067 (C.materna) fueron las que a su vez presentaron una mayor pérdida en producción por la alta

incidencia de frutos enfermos. En el mismo sentido, los materiales con mayor capacidad productiva fueron los que presentaron un mayor valor monetario de pérdidas, el cual fue se estimó, con proyección a un año, que era del orden de 7000 a 11000 dólares por hectárea, bajo el conjunto de condiciones en las cuales se realizó el trabajo. Los valores anteriores, son un indicativo de la importancia del patógeno, y llevan a inferir que es necesario combinar en un solo genotipo atributos de resistencia a la enfermedad con alta capacidad de rendimiento.

El taxón *C. uniloba*, al cual pertenece la accesión sin incidencia de antracnosis, posee frutos comestibles. Dicha especie se distribuye en forma espontánea en los bosques húmedos de Bolivia y en la vertiente oriental de los andes Peruanos a alturas que van entre 300 y 1700 msnm, donde se le conoce como "tomate de monte" (Bohs, 1994).

De comprobarse que la resistencia presente en la accesión de *C. uniloba* es contra varias razas y que la misma es estable, ésta podría transferirse a *C. betacea*, lo cual se ve facilitado por el hecho de que son taxa afines, habiendo sido sugerido que la especie, conjuntamente con *C. materna* y *C. rosea*, están involucradas en el origen del tomate de árbol cultivado *C. betacea* (Bohs y Nelson, s.f.). Adicionalmente, se ha señalado que entre las taxa *C uniloba* y *C. betacea* es posible realizar cruzamientos (Bohs,

1991, Bohs y Nelson ,s.f.).

En el contexto precedente, a nivel de la colección del C.I. "La Selva", se obtuvo prendimiento en hibridaciones entre la accesión de *C. uniloba* 6975073 y el material 6975028 de *C. betacea*, obteniéndose 4 frutos a partir de 25 cruzamientos realizados, los cuales presentaron un desarrollo normal en las semillas F1. Igualmente, se obtuvieron semillas a partir de cruzamientos entre la accesión de *C. materna* 6975067 y el material 6975073 *C. uniloba*, obteniéndose prendimiento en 7 de 25 hibridaciones realizadas. *C. materna* es considerado el taxón silvestre ancestral de *C. betacea*, siendo posible obtener cruzamientos con *C. betacea*, señalándose que el taxón es importante como fuente de genes para el

mejoramiento del tomate de árbol cultivado, con posibilidades de desarrollo por se (Bohs y Nelson, s.f.). Con base en los cruzamientos realizados se deben iniciar estudios genéticos para caracterizar el tipo de herencia y la heredabilidad de la misma.

Tabla 4. Pérdidas proyectadas en rendimiento por hectárea-año, ocasionadas por la antracnosis de los frutos, en diferentes accesiones de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) y especies relacionadas: *C. uniloba* y *C. materna*.

Accesion Especie	Tipo	Frutos. Totales Kg/ha*	Frutos Sanos Kg/ha*	Frutos Enfermos Kg/ha*	Valor Perdida \$ Us*
6975073 <i>C. uniloba</i>	Silvestre	10538.7e	10538.7 ^a	0.0e	0.00e **
285020 <i>C. betacea</i>	Rojo común	14902.0d	6312.5b	8589.5c	3006.33c
285035 <i>C. betacea</i>	Partenoc.	6426.4f	1828.9c	4597.5d	1609.12d ***
6975067 <i>C. materna</i>	Silvestre	27985.3b	7723.9b	20261.4b	7091.48b **
285033 <i>C. betacea</i>	Amarillo	22267.9c	1529.8c	20738.1b	7258.33b
285038 <i>C. betacea</i>	Mora Tamarillo	32579.5 ^a	384.4d	32195.1 ^a	11268.28 ^a

* Entre promedios marcados con la misma letra, en cada columna, no hay diferencias estadísticas significativas. (Prueba de los intervalos múltiples de Duncan, $p=0.05$).

** Especies silvestres con potencial de desarrollo. (Valor de la producción basado en *C. betacea*).

*** Material sin valor comercial.

Igualmente, los híbridos entre *C. uniloba* y *C. materna* podrían utilizarse para realizar cruzamientos con *C. betacea*, buscando derivar del híbrido inicial las características genéticas de resistencia a la antracnosis de los frutos y otros genes favorables presentes en las taxa silvestres relacionadas. Al respecto, Bohs y Nelson (s.f.) señalaron que entre las tres especies hay relaciones de compatibilidad que permiten obtener semilla viable a partir de las hibridaciones, adicionando los autores que *C. materna* debería explorarse como una fuente de genes útiles para el mejoramiento del tomate de árbol.

Para que el atributo de resistencia tenga impacto en la producción del tomate de árbol, es necesario realizar una serie de investigaciones complementarias, las cuales incluyen: evaluación de la resistencia a diferentes razas del patógeno, persistencia de la misma, caracterización genética del atributo, estudios de expresión de la característica en la especie cultivada, evaluación de efectos pleiotrópicos o de características con alto grado de ligamiento al gene o genes de resistencia, en el material domesticado y posibilidades de desarrollo de los híbridos interespecíficos, ya que los mismos, si exhiben resistencia, deben presentar alta heterocigosis, la cual de ser favorable y

producir frutos comerciales, podría clonarse a través de procedimientos de multiplicación masiva vía cultivo de tejidos en principio y luego, de justificarse, a través de procedimientos de punta incluyendo multiplicación de materiales en biorreactores e inmersión temporal.

Adicionalmente, de constatarse la presencia del gene o genes de resistencia, se considera importante buscar marcadores moleculares para asistir la selección de genotipos resistentes para hacer más eficientes los programas de mejoramiento con esta especie, pudiéndose, por este medio, reconocer la característica, sin necesidad de procesos de inoculación que implican tiempo y posibilidades de error en los mismos. En el sentido anterior, Ferreira y Grattapaglia (1998), señalaron que el uso de marcadores moleculares ligados a genes de resistencia a enfermedades y plagas puede tener un impacto importante en la selección de genotipos resistentes, siendo factible emplear los mismos para identificar materiales con resistencia aun en zonas donde no se ha presentado el patógeno, obviando el riesgo de manipular el mismo en dichas áreas.

CONCLUSIONES

La accesión 6975073 de la especie relacionada *C. uniloba*, no presentó frutos enfermos por antracnosis durante el transcurso del estudio, siendo importante destacar que fue el único material que no recibió control preventivo de la enfermedad y que estuvo rodeado de

Lo anterior señala una alta posibilidad de existencia de factores de resistencia de campo al patógeno, en el material 6975073, lo cual debe recomprobarse, siendo necesario estudiar la estabilidad de la misma, su amplitud contra diversas razas, al igual que determinar la herencia y heredabilidad de la característica y la expresión del atributo en híbridos interespecíficos. Esto permitiría desarrollar genotipos que combinen alta capacidad productiva y resistencia a la antracnosis de los frutos, debiendo incluirse además como un objetivo de los cultivares con los atributos anteriores, la calidad de las bayas, para que estas tengan aceptación por parte de los consumidores y de los agroindustriales.

Se obtuvieron híbridos interespecíficos entre el genotipo 6975073 de *C. uniloba* con accesiones de *C. betacea*, y *C. materna*, lo cual se considera el paso inicial para la caracterización genética del posible atributo de resistencia a la antracnosis de los frutos, presente en la accesión 6975073.

El porcentaje de frutos enfermos fluctuó entre el 57,64% y el 98,82%, a nivel de las accesiones de *C. betacea*

materiales enfermos de las especies *C. betacea* y *C. materna*. El material, adicionalmente, no había exhibido frutos enfermos durante 6 meses previos al momento de iniciación del registro sistemático de la información.

incluidas en el estudio, obteniéndose una incidencia del 72,4% de frutos enfermos en la accesión única de la especie *C. materna* durante el transcurso de la evaluación.

Los materiales con mayor capacidad de rendimiento, proyectado éste a hectárea-año, fueron los que exhibieron una mayor pérdida en productividad, y el más alto valor para la producción no mercadeable por incidencia del patógeno.

El valor de los frutos perdidos, proyectado a un año, en las diferentes accesiones de *C. betacea*, se estimó entre 3006 y 11268 dólares por hectárea bajo el conjunto de condiciones en las cuales se llevó a cabo la evaluación.

Las condiciones climáticas registradas durante el período de realización del

estudio fueron favorables para la presencia de la antracnosis de los frutos, lo cual se derivó de la alta precipitación y humedad relativas prevalentes. Lo anterior se reflejó en altos niveles de incidencia de la enfermedad en las accesiones de tomate de árbol *C. betacea* y en el material de *C. materna*, pese a que se realizó aplicación periódica de agroquímicos para control del patógeno.

BIBLIOGRAFIA

- ARANZAZU, F. y CHIQUITO, C.H. Períodos de incubación de *Colletotrichum gloesporioides* Penz en frutos de tomate de árbol de diferente edad. *En: SEMINARIO FRUTALES DE CLIMA FRÍO MODERADO (2°: 1998: Manizales)*. Memorias del II Seminario de Frutales de Clima Frío Moderado. Manizales: Centro de Desarrollo Tecnológico de Frutales, 1998. p.16-20.
- ARANZAZU, F. y RONDON, J. G. Manejo productivo del cultivo de tomate de árbol y de la antracnosis (*Colletotrichum gloesporioides* (Penz), Penz & Sacc). Rionegro, Antioquia: CORPOICA, PRONATTA, 1999. 27p.(Boletín Divulgativo).
- ATKINSON, R.G. y GARDNER, R.C. Regeneration of transgenic tamarillo plants. *En: Plant Cell Reports*. Vol.12 (1993); p.347-351.
- BOHS, L. Crossing studies in *Cyphomandra* (Solanaceae) and their systematic and evolutionary significance. *En: American Journal of Botany*. Vol. 78, No. 12 (1991); p.1683-1693.
- _____. Flora Neotropica *Cyphomandra* _____; HINCAPIE, E.y CASTILLO, L. Antracnosis en tomate de árbol (*Colletotrichum gloesporioides* Penz) avances en aspectos epidemiológicos. *En: SEMINARIO FRUTALES DE CLIMA FRÍO MODERADO (2°: 1998: Manizales)*. Memorias del II Seminario de Frutales de Clima Frío Moderado. Manizales: Centro de Desarrollo Tecnológico de Frutales, 1998. p.1-8.
- _____. y ALVAREZ, J.M. Manejo integrado de la antracnosis (*Colletotrichum gloesporioides* Penz) en tomate de árbol (*Solanum betaceum*) en el Municipio de Manizales. *En: SEMINARIO FRUTALES DE CLIMA FRÍO MODERADO (2°: 1998: Manizales)*. Memorias del II Seminario de Frutales de Clima Frío Moderado. Manizales: Centro de Desarrollo Tecnológico de Frutales, 1998. p.9-15.
- (Solanaceae). Monograph 63. New York: The New York Botanical Garden, 1994. 173p.
- _____. and NELSON, A. *Solanum maternum* (Solanaceae), a new Bolivian relative of the tree tomato. *Novon*, s.f. (In press).
- BOTERO, M.J.; FRANCO, G.; CASTAÑO, J. y RAMIREZ, M.C. Principales enfermedades en postcosecha asociadas a cultivos de: lulo, manzano, mora y tomate de árbol. Manizales: SENA, CORPOICA, Universidad de Caldas, 1999. p.54-69.
- DIAZ, R. 360 millones de pérdidas. *En: Periódico EL MUNDO*. Economía y Negocios. Miércoles 12 de mayo de 1999.
- FERREIRA, M.E.; GRATTAPAGLIA, D.

Introducción al uso de marcadores moleculares en el análisis genético. Brasilia: Embrapa, 1998. 220p.

GIRALDO, E. Efecto de tres fungicidas y dos frecuencias de aplicaciones para el control de la antracnosis en tomate de árbol en dos localidades del Altiplano Norte de Antioquia. *En: Boletín Actualidades CORPOICA*. Año 9, No.99 (1995); p.19-20.

_____. El tomate de árbol: Conozca y controle las plagas más comunes. *En: Revista ICA Informa*. Vol. 14 (1980); p.13-16.

GIRARD, E.y LOBO, M. Ensayo preliminar para el control de la antracnosis del tomate de árbol. *En: Fitopatología Colombiana*. Vol. 6, No.2 (1977); p.122-129.

GOMEZ, J.E. Evaluación de fungicidas y algunas prácticas culturales en el control de la antracnosis del tomate de árbol en Sotará (Cauca). *En: ASCOLFI Informa*. Vol. 19, No. 3 (1993); p. 24-25.

HARLAN, J.R. Evaluation of wild relatives of crop plants.. *En: HOLDEN, J.H.W.,; WILLIAMS, J.T., eds. Crop Genetic Resources: Conservation and Evaluation* London: IBPGR, George Allen and Undwin, p.212 -222.

HOYOS, R. y AFANADOR, L. Sistemas biotecnológicos para la selección acelerada del tomate de árbol (*Solanum betaceum*) por su resistencia a la antracnosis. *En: SEMINARIO FRUTALES DE CLIMA FRÍO MODERADO (2°: 1998: Manizales)*. Memorias del II Seminario de Frutales de Clima Frío Moderado. Manizales: Centro de Desarrollo Tecnológico de Frutales, 1998. p.40-45.

MARMOLEJO, F. Control de la antracnosis del tomate de árbol. *En: ASCOLFI Informa*. Vol. 11, No. 4 (1985); p.28 -30.

RONDON, G. Aspectos fisiológicos del tomate de árbol, epidemiología de la antracnosis y su relación con el manejo del problema. *En: SEMINARIO FRUTALES DE CLIMA FRÍO MODERADO (2º: 1998: Manizales). Memorias del II Seminario de Frutales de Clima Frío Moderado. Manizales: Centro de Desarrollo Tecnológico de Frutales, 1998. p.4-38*

_____; ARANZAZU, L.F.; TAMAYO, P. y BONETT, J.A.G. Estudios biológicos y epidemiológicos de la antracnosis del tomate de árbol y generación de alternativas para su Manejo Integrado en Colombia. Informe Técnico Final. Proyecto de cofinanciación PRONATTA, Convenio PRONATTA- CORPOICA 95220008. Santafé de Bogotá, Septiembre de 1999. 147p.

SALDARRIAGA, A.; BERNAL, J. y TAMAYO, P.J. Enfermedades del cultivo del tomate de árbol en Antioquia: Guía de Reconocimiento y Control. Rionegro Antioquia: CORPOICA, Regional 4, 1997. 43p. (Boletín Técnico).

SWANSON, T. and GOESCHL, T. Optimal genetic resource conservation: *in situ* and *ex situ*. *En: BSRUSH, S.F., ed. Genes in the Field. Lewis Publishers, 2000. p.165-191.*

TAMAYO, P. Consideraciones sobre el efecto de la remoción de frutos enfermos y la incidencia de la antracnosis del tomate de árbol. *En: ASCOLFI Informa. Vol. 11, No. 6 (1985); p.54 -55.*

TAMAYO, P. Recuperación de huertos de tomate de árbol afectados por antracnosis. *En: ASCOLFI Informa. Vol. 21, No. 6 (1995); p.75-79.*

_____.y NAVARRO, R. Suceptibilidad de frutos de tomate de árbol a la antracnosis. *En: ASCOLFI Informa. Vol. 11, No. 4 (1985); p.30-31.*

_____; _____. y PUERTA, O.D. Comentarios sobre la antracnosis del fruto en materiales regionales de tomate de árbol. *En: ASCOLFI Informa. Vol. 12, No. 1 (1986), p. 2.*

WORLD CONSERVATION MONITORING CENTRE AND FACULTY OF ECONOMICS (WCMC). Industrial Reliance Upon Biodiversity. Cambridge University, 1996.