

# Caracterización de enfermedades fitopatógenas en el cultivo de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) en la finca El Reposo en el municipio Facatativá, Cundinamarca

Characterization of phytopathogenic diseases in tamarillo (*Solanum betaceum*) crop at the El Reposo farm in the Facatativá municipality, Cundinamarca

José Yair Fonseca.<sup>1</sup>, Andrés Estiven Castañeda<sup>1</sup>, José Omar Escarragas<sup>1</sup>  
Danny Daniel Cubillos<sup>1</sup>

**Autor de correspondencia:** Danny Daniel Cubillos. Docente de Ingeniería Agronómica. Universidad de Cundinamarca, Facatativá, Cundinamarca. Correo: dannydcp@hotmail.com

Cómo citar: Fonseca, J. Y., Castañeda A. E., y Escarraga, J. O., (2019). Caracterización de enfermedades fitopatógenas en el cultivo de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) en la finca El Reposo en el municipio Facatativá, Cundinamarca. *Revista Ciencias Agropecuarias*, 5(1), 24 – 31. DOI: 10.36436/24223484.192

## Resumen

El cultivo de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) es uno de los más importantes en climas fríos, este cultivo frutícola cuenta con una alta demanda dentro y fuera del país, ya que posee un alto valor nutricional. Una de las principales limitantes del cultivo son las enfermedades patógenas y deficiencias nutricionales, las cuales se presentan en el área foliar y fruto, disminuyendo la capacidad fotosintética de la hoja y desmejorando la calidad del fruto (tamaño, color y textura). Teniendo en cuenta lo anterior el objetivo de esta investigación fue evaluar el porcentaje de incidencia y severidad de estas enfermedades, adicionalmente caracterizar los agentes causales en el cultivo de tomate de árbol, para recomendar un método de control. La investigación se realizó en la finca el Reposo ubicada en la vereda la Tribuna municipio de Facatativá, la cual cuenta con una plantación productiva de 150 plantas, se realizaron dos visitas, la primera para elaborar un diagnóstico y establecer un sistema de muestreo, la segunda se realizó un muestreo para tomar datos (plantas enfermas, número de hojas enfermas por árbol y área enferma por hoja), adicionalmente se recolectaron muestras foliares. Posteriormente en laboratorio se realizaron las pruebas pertinentes para la caracterización de los agentes causales, para la identificación de hongos se utilizó la técnica de coloración con azul de lactofenol, para bacterias se realizó la técnica de tinción de gran y para nematodos se realizó el método de Baermann. Los resultados mostraron

la presencia de nematodos y de agentes patógenos como *Alternaria sp.* y *Colletotrichum sp.*, caracterizados como los agentes causales de las enfermedades primaria y secundaria, adicional a esto se encontró una incidencia alta en el cultivo pero una severidad baja, con lo cual se pudo establecer un manejo con oxiclورو de cobre, con la finalidad de mantener sanas las hojas jóvenes y poder cuidar el cultivo hasta su fin productivo.

**Palabras clave:** tomate de árbol, microorganismos, patógenos, incidencia, severidad, control.

## Abstract

The cultivation of tree tomato (*Solanum betaceum*) in one of the most important in cold climates, this fruit crop has a high demand inside and outside of the country, given its high nutritional value. One of the main limitations of the crop are the pathogenic diseases and nutritional deficiencies, which are present in the foliar area and fruit, decreasing the photosynthetic capacity of the leaf and deteriorating the quality of the fruit (size, color, texture and appearance of the fruit). In view of the above, the objective of this research was to evaluate the damage caused by these diseases and to characterize the causal agents in the cultivation of tree tomato. The investigation was carried out in

<sup>1</sup>Programa de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Cundinamarca. Facatativá, Cundinamarca.

Reposo farm located in the village of La tribuna, municipality of Facatativá, in which two visits were made. the first to develop a diagnosis and establish a sampling system, in the second a sampling was made to collect data and samples, later in laboratory the tests were carried out for the characterization of the causal agents. The results obtained from the research show that neither bacteria or viruses were found, pathogens such as *Alternaria* sp and *Colletotrichum* sp., characterized as the causal agents of primary and secondary diseases, in addition to this, there was a high incidence in the crop but a low severity, So it was possible to establish a management with copper oxychloride which is a chemical method, in order to keep the young leaves healthy and to be able to take care of the crop until its productive end.

## Introducción

El cultivo de tomate de árbol ha sido de gran importancia en los últimos tiempos, siendo una de las principales actividades agro-económicas y socioeconómicas en la sabana de occidente en los municipios como Facatativá, el Rosal, Zipacón y Subachoque, brindando, a los pobladores una oportunidad de trabajo para el sostenimiento de la canasta familiar (1,2).

El tomate de árbol también conocido como “tomate cimarrón (Centroamérica), tomate de lima (Bolivia), tomate de palo (México), tomateiro da serra (Brasil)” pertenece a la familia de las solanáceas, es nativo de la región andina de Sudamérica, ampliamente cultivado desde el norte de Chile y Argentina hasta el sur de México (3).

El tomate de árbol es muy consumido como una fruta fresca por su textura jugosa, es un alimento de gran valor nutricional y gran fuente de vitaminas A, B6, C, k y Hierro, carotenos y antioxidantes, además posee un alto contenido de fibra, potasio, magnesio y fósforo. En la agroindustria es utilizado en jugos, compotas, conservas dulces, jaleas, gelatinas, mermeladas y postres (4).

El desarrollo fisiológico del tomate de árbol se da a una altura sobre el nivel del mar de 1800 a los 2600 m.s.n.m con una temperatura entre 13 y 25°C, Y una humedad relativa del 70% al 80%. El suelo óptimo para el cultivo es arenoso o franco-arenoso con un pH entre 5,5 a 6,5, la densidad de siembra normal es de

2\*2 m entre planta e hilera, en siembra a tresbolillo la densidad es de 1,5 entreplanta a 3 m entre hilera (5).

El sistema de riego es por goteo, el cual le permite al agricultor controlar la lámina de riego, minimizar pérdidas y el exceso de agua sobre el suelo evitando el humedecimiento de la parte foliar de la planta. La fertilización se realiza de acuerdo con los requerimientos nutricionales, de tal manera que se aporte la cantidad necesaria de fertilizante (N:45 a 50 Kg/Ha; P2O5: 16 a 20 Kg/Ha; K2O: 50 a 60 Kg/Ha), se recomienda una fertilización sólida cada 4 meses (6).

Una de las problemáticas más comunes en los cultivos de tomate de árbol es la presencia de enfermedades causadas por agentes patógenos (hongos, bacterias, virus y nematodos), generando pérdidas que pueden ser severas, superando el 50% de las cosechas (7).

Las enfermedades fitopatógenas relacionadas al cultivo de tomate de árbol son: Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*), Moho blanco (*Sclerotinia sclerotiorum*), Moho gris (*Botrytis cinérea*), Mildeo polvoso (*Oidium* sp), Tizón Foliar (*Alternaria* sp). Los cuales afecta el área foliar, raíz, tallo y fruto de la planta (8). Uno de los métodos menos utilizados por los agricultores en el control de estas plagas es el ecológico, debido a la poca información adquirida por el agricultor. El método ecológico permite una producción más limpia y amigable con el medio ambiente, en el cual se busca controlar las enfermedades por medio de labores culturales minimizando el uso de químicos para el control de estos patógenos (9).

Teniendo en cuenta lo anterior, el presente artículo tiene como objetivo evaluar los daños y caracterizar las enfermedades fitopatógenas en el cultivo de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) en la finca el Reposo en el municipio de Facatativá. Con la finalidad de identificar las enfermedades con sus agentes causales, estableciendo la incidencia y severidad de los patógenos que se presentan en el cultivo y así por último poder brindar al productor un diagnóstico del cultivo y un método de control.

## Materiales y Métodos

El proyecto se realizó en la finca el Reposo ubicada en la vereda la Tribuna del Municipio de Facatativá Cundinamarca, la cual se encuentra ubicado a una latitud de 2.686 msnm, su temperatura media anual es de 14°C. La finca el Reposo cuenta con una plantación productiva de 150 plantas en un área de 500 m<sup>2</sup>.

## Diagnostico

Se realizaron dos visitas a la finca el Reposo. La primera visita tuvo como objetivo de realizar en el cultivo un diagnóstico preliminar de las condiciones del cultivo, identificando signos y síntomas de las enfermedades presentes o posibles deficiencias nutricionales. Con el diagnóstico del cultivo se estableció el sistema de muestreo a realizar con el fin de evaluar la incidencia, severidad y patogenicidad.

## Muestreo

La segunda visita tuvo como objetivo realizar el muestreo establecido a partir del diagnóstico desarrollado en la primera visita. En el muestreo se tomaron datos como: plantas sanas y enfermas con el fin de evaluar la incidencia (Fórmula 1), número de hojas sanas y enfermas para determinar la severidad (Fórmula 2), por último datos de área foliar sana y afectada para determinar la patogenicidad y el agente causal primario y un posible secundario (Fórmula 3), además se realizó toma de muestras del área foliar (10% del total de hojas por árbol), se recolectaron en bolsas de papel las cuales fueron rotuladas con el fin de identificarlas en laboratorio, las muestras se llevaron a una temperatura de 6°C, posteriormente en laboratorio se identifican cuáles muestras presentan signos y síntomas de hongos, bacterias, nematodos, o deficiencia nutricional.

## Caracterización

Para identificar el agente causal se realizó tinción de Gram para bacterias, imprenta directa con azul de lactofenol para hongos y el método de Baermann para nematodos, a partir de las lesiones presentadas en hojas.

- Fórmula 1.

$$I = \left( \frac{Pe}{Ps \text{ total}} \right) * 100$$

Donde:

**Pe** = Plantas enfermas

**Ps totales** = Plantas sanas totales

- Fórmula 2.

$$S = \left( \frac{He}{Hs} \right) * 100$$

Donde:

**He** = hojas enfermas

**Hs** = hojas sanas

- Fórmula 3.

$$P = \left( \frac{Ae}{Ah} \right) * 100$$

Donde:

**Ae** = Área foliar enferma

**Ah** = Área foliar sanas

Por último, con los datos obtenidos en el laboratorio y en campo, los cuales nos indican los agentes causales de las enfermedades, deficiencias nutricionales las cuales se identificaron mediante la ayuda de revisión bibliográfica y conociendo los porcentajes de incidencia, severidad y patogenicidad, además de la información suministrada por el agricultor el cual nos expresa sus métodos de control y como lo realiza, se procedió a dar el diagnóstico de las enfermedades fitopatógenas en tomate de árbol al productor y se propuso un método de control, químico o cultural según los porcentajes establecidos en el cultivo de tomate de árbol.

## Resultados y Discusión

Realizada la primera visita a la finca y haber observado los signos y síntomas presentes en el cultivo, se establece un sistema de muestreo sistemático al 100% de la plantación, dado que la mayor parte del cultivo presenta signos de enfermedades.

### Caracterización microbiológica

Con las muestras foliares recolectadas durante la segunda visita y analizadas en laboratorio, se pudo identificar las enfermedades presentes en el cultivo y sus agentes causales, el hongo que se encontró con mayor frecuencia en las muestras analizadas fue *Alternaria sp.*, (Figura 1), el cual es el agente causal del Tizón Temprano (Figura 2), el cual se presenta como manchas circulares en forma de anillos color negro castaño, en ambos lados de la hoja y no presenta esporulación (10).

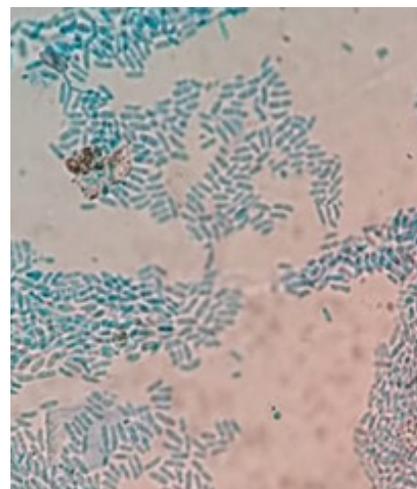


**Figura 1.** Características microscópicas en 40X de *Alternaria sp.*



**Figura 2.** Síntomas de Tizón temprano.

El segundo hongo que se presentó con mayor frecuencia en las áreas afectadas fue *Colletotrichum sp.* (Figura 3), el cual es el agente causal de la antracnosis (Figura 4), este hongo se presenta principalmente en hojas, tallos y frutos, mostrando lesiones negras con bordes definidos llegando a afectar completamente las hojas y frutos (11).



**Figura 3.** Características microscópicas en 40X de *Colletotrichum sp.*



**Figura 4.** Síntomas de Antracnosis.

Además de estos dos hongos, también se encontraron hongos como *Fusarium sp.* (Figura 5), siendo el agente causal de la Mancha negra del tronco (Figura 6), este hongo muestra lesiones necróticas de color pardo en la corteza del tallo y ramas, las cuales se extiende progresivamente en todo el tallo causando

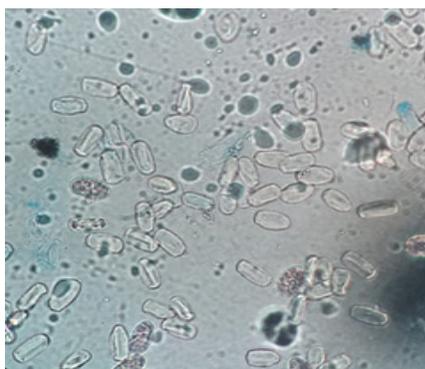
un marchitamiento total de la planta (Carrillo, 2018)<sup>12</sup> y *Oidium spp.* (Figura 7), siendo el agente causal de la enfermedad conocida como Ceniza u Oídio (Figura 8), este hongo genera manchas de color oscuro acompañado por un polvo de color blanquecino a medida que se extiende la enfermedad las manchas tienden a adjuntarse hasta formar todo el daño en las hojas (13).



**Figura 5.** Características microscópicas en 40X de *Fusarium sp.*



**Figura 6.** Síntomas de Mancha negra del tronco.



**Figura 7.** Características microscópicas en 40X de *Oidium spp.*



**Figura 8.** Síntomas de Ceniza u Oídio.

Estos dos últimos hongos se presentaron de forma esporádica en las muestras, con lo cual se recomendó realizar un monitoreo frecuente y tomar medidas preventivas para evitar una posible propagación.

Las muestras analizadas no presentaron signos y síntomas de bacterias, se realizó una revisión literaria con lo que se pudo establecer que la bacteria fitopatógena que más afecta los cultivos de tomate de árbol es *Pseudomonas solanacearum* (14), se realizaron macerados a las muestras recolectadas, luego se realizó la tinción de Gram en las cuales no se encontraron presencias de bacterias patógenas.

Se realizó el análisis de suelo de la rizosfera del árbol y de algunas raíces secundarias con el fin de detectar la presencia de nematodos patógenos, se utilizó el método de Baermann el cual consiste en recolectar una muestra de suelo de la rizosfera de la planta, una vez en laboratorio se pesan 50g de suelo, en un embudo se ubica una servilleta y se procede a depositar el suelo, posteriormente se agrega agua hasta conseguir la capacidad de campo del suelo, se deja quita la muestra por 24 horas, al terminar se ubica una caja de Petri y se deposita el agua filtrada del suelo, luego se observa en el microscopio a 40x para la presencia de nematodos y realizar el recuento de nematodos presentes. Para las raíces se realizó un macerado y se procede a observar directamente en el microscopio. Al analizar las muestras se obtuvo como resultado que en la maceración de las raíces no se encontró presencia de nematodos en el suelo; por el contrario, en las muestras de rizosfera si hubo presencia de nematodos

(Figura 9). Se identificaron 15 nematodos para una muestra de 50g, de los cuales se pudieron caracterizar 12 saprofitos y 3 patógenos.



**Figura 9.** Características Nematodos.

## Incidencia, Severidad y Patogenicidad

El muestreo se realizó al 100% de la población debido a los signos y síntomas presentes en la primera visita, con lo que se busca tener datos precisos en el momento de realizar la incidencia severidad y patogenicidad del cultivo de igual forma poder brindar una información correcta al productor.

Los datos recolectados en la segunda visita fueron: plantas totales, enfermas y sanas, hojas totales, enfermas y sanas, área de la hoja y área afectada, esta última se dividió en dos dado que los signos y síntomas eran diferentes dándonos a entender que eran dos agentes distintos. Estos valores fueron promediados (Tabla 1).

**Tabla 1.** Promedios de datos recolectados y determinados en plantas evaluadas.

Ítem	Número
Plantas totales	150
Plantas sanas	30
Plantas enfermas	120
Hojas totales	641
Hojas sanas	571
Hojas enfermas	70
Área de la hoja	325
Área de la enfermedad primaria	26
Área de la enfermedad secundaria	10

Con ayuda de las fórmulas 1, 2 y 3 citadas en la metodología, se analizaron los resultados del muestreo con lo que se puede evaluar la incidencia severidad y patogenicidad general (Tabla 2).

**Tabla 2.** Diagnóstico del cultivo de tomate de árbol.

Diagnóstico	Porcentaje general
Incidencia	80%
Severidad	12%
Patogenicidad	11%

Con estos datos generales se pudo corroborar lo visto en la primera visita, lo cual fue una alta incidencia de enfermedades fitopatógenas en el cultivo. Al realizar el análisis de los datos se observa que las enfermedades se encuentran en el 80% de la plantación lo cual es demasiada alta, al observar la severidad de estas enfermedades se pudo establecer que el 12% de las plantas se encuentran afectada, al ser este valor no superior al 20% se dice que las enfermedades no se encuentran en un estado avanzado, según Villegas (2009)<sup>15</sup>, si el porcentaje de severidad supera el 20% la enfermedad se encuentran en un estado avanzado. Con este valor se puede establecer un método de control y prevención con labores culturales. La patogenicidad nos indica que las hojas afectadas por los agentes patógenos poseen en promedio en el 12% del área de la hoja con lo cual se pueden realizar labores culturales para prevenir su diseminación en el resto del cultivo.

Dados los resultados de laboratorio los cuales indican la presencia de *Alternaria sp.* Y *Colletotrichum sp.*, en un alto porcentaje de muestras se decide evaluar el porcentaje de estos dos hongos con el fin de evaluar el agente primario y el agente secundario (Tabla 3).

**Tabla 3.** Diagnóstico del cultivo de tomate de árbol.

Diagnóstico	Hongo	%
Incidencia 1	<i>Alternaria sp</i>	59
Incidencia 2	<i>Colletotrichum sp</i>	20
Severidad 1	<i>Alternaria sp</i>	9
Severidad 2	<i>Colletotrichum sp</i>	2
Patogenicidad 1	<i>Alternaria sp</i>	7
Patogenicidad 2	<i>Colletotrichum sp</i>	3

En la tabla 3, se puede observar e identificar el agente primario, el cual fue *Alternaria* sp., el cual tiene una incidencia en el cultivo del 59%, una severidad en la planta del 9% y una patogenicidad del 7%. El agente causal secundario fue *Colletotrichum* sp., el cual tiene una incidencia del 20% en el cultivo, una severidad del 2% y una patogenicidad del 3%, los otros agentes causales encontrados en el cultivo se estiman como el 1% en la incidencia, severidad y patogenicidad.

Conociendo los agentes causales se procede a realizar un método de control, el cual busca reducir la incidencia de estas enfermedades en el cultivo, que sea de fácil acceso para el productor y que no tenga un alto impacto ambiental.

El productor nos indica que realiza una fumigación cada 12 semanas con sulfato de cobre, el cual es preparada 15 g de sulfato de cobre por litro de agua, la preparación total para la plantación son 200L de agua en el cual se aplican 3 kg de sulfato de cobre. Se recomienda al productor un manejo de control cultural el cual implica una eliminación de hojas, ramas y frutos afectados, junto con plateo de un 2m<sup>2</sup>, podas con el fin de mejorar la aireación dentro del cultivo evitando el sombrío de los frutos y hojas, evitar también un uso excesivo de riego con el cual se aumente la humedad relativa dentro del cultivo, adicional a esto la eliminación de malezas.

Dado que los agentes patógenos se encuentran diseminados en una gran parte del cultivo pero su severidad no es alta, se propone la aplicación de oxiclورو de cobre al 70% más un coadyuvante cada 20 días dependiendo las condiciones climáticas, el cual es preparado 2.5 kg de oxiclورو de cobre en una caneca de 200 L. Se propone la aplicación de este producto debido a que se encuentra aceptado en la agricultura ecológica, además que su actividad fungicida afecta directamente a los hongos causantes de las enfermedades encontrados en el cultivo, el oxiclورو de cobre es una sustancia capaz de eliminar y parar el desarrollo de hongos, impidiendo la penetración e inhibe la germinación de esporas. Más específicamente, el modo de acción de este fungicida es la formación de una barrera protectora en la superficie de las hojas contra el ataque de estos hongos entomopatógenos (16). Adicional a esto se recomienda llevar un monitoreo semanal con el cual se pueda llevar un control de la evolución de estas enfermedades, el monitoreo a realizar será en las hojas jóvenes, las cuales no se encuentran afectadas y si presentan síntomas de la enfermedad se recomienda hacer un lavado con bicarbonato de sodio el cual se recomienda preparar

80 g en 50 litros de agua, el cual se aplicará fumigando sobre las áreas que presenten los síntomas. Si no se presentan síntomas en las hojas nuevas se seguirá con la aplicación de oxiclورو de sodio; se escoge este producto dado que el bicarbonato de sodio trabaja generando un ambiente alcalino en la hoja, eleva el pH y creando un ambiente inhóspito para los hongos (17,18).

## Conclusiones

Con los datos obtenidos se pudo determinar que el cultivo cuenta con una incidencia demasiada alta, pero al no ser severa se pudo implementar un manejo el cual busca disminuir la incidencia de estos hongos en las hojas jóvenes y así recuperar el cultivo hasta su fin productivo.

La alta diseminación de los hongos presentes en la plantación se puede atribuir a un mal manejo por parte del productor, debido a que no realiza una desinfección apropiada de las herramientas de trabajo.

El productor al no conocer las enfermedades presentes en el cultivo, la incidencia y la severidad, desconoce los momentos indicados para realizar los manejos adecuados.

La aplicación de elementos orgánicos los cuales no han tenido un proceso de descomposición como la gallinaza, pueden incrementar la actividad y diseminación de los hongos en el cultivo. Se espera que el cultivo muestre reducción en la incidencia de estas enfermedades por lo cual se recomienda el monitoreo y así llevar una buena producción hasta el final del ciclo fisiológico de la plantación.

## Referencias

1. Aranzazu, L., & Rondón, J. (1999). Manejo productivo del cultivo de tomate de árbol y de la antracnosis. Bogotá: Corpoica.
2. Berrio, C. (2014). cipaisafruits. Obtenido de <http://cipaisafruits.blogspot.com/p/enfermedades-en-los-cultivos-de-tomate.html>
3. Calvo Villegas, I. (2009). Cultivo de tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae*). San José: ICE. Cámara de comercio de Bogotá. (2015). Manual de tomate de árbol. Bogotá: Cámara de comercio de Bogotá.

4. Cámara de comercio de Bogotá. (2015). Tomate de árbol. Bogotá: Cámara de comercio de Bogotá.
5. Chilpa, R. R., & Diago, O. L. (1993). Tomate De Árbol. México: Grupo etnobotánico Latinoamericano.
6. Díaz, A. A. (2009). Alternativa natural para el control de alternaia. México: Centro de investigación científica de Yucatán.
7. Feican, C. G. (2016). Descripción agronómica del cultivo de tomate de árbol (*Solanum betaceum Cav.*). México.
8. Pérez, C. A., & Hoyos, S. P. (2011). Centro de pensamiento en estrategias competitivas- CEPEC. Bogotá: Universidad del Rosario.
9. Posada, L. F. (2006). Cultivo de Tomate de Árbol. Colombia: engormix.
10. Reyes, R., Mesa, J., Suárez, A., & Morales, C. (2006). Desarrollo de la Fruticultura en Cundinamarca. Bogotá: Feriva S.A.
11. Sembrar100. (2019). Oxiclورو de Cobre. Sembrar100.
12. Vargas, C. C., Bolaños, V., & Cruz, M. (2015). Estudio de las posibilidades agroindustriales del tomate de árbol (*Solanum betaceum Cav.*). Ecuador. INIAP.
13. Villegas, I. C. (2009). Cultivo de tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae*). Costa Rica: INIA.
14. Tamayo, M., & Pablo, J. (2001). Principales enfermedades del tomate de árbol, la mora y el lulo en Colombia.
15. Saldarriaga, C., Bernal, E., & Tamayo, M. (2000). Reconocimiento y manejo de las enfermedades del cultivo del tomate de árbol en Antioquia.
16. Saldarriaga-Cardona, A., Castaño-Zapata, J., & Arango-Isaza, R. (2008). Caracterización del agente causante de la antracnosis en tomate de árbol, manzano y mora. Rev. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 32(123), 145-156.
17. Rondón, C., & Guillermo, J. (1998). Estudio biológico y epidemiológico de la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides, Penz*), del tomate de árbol (*Solanum betacea*,(Cav) Sendt), y generación de alternativas para su manejo integrado en Colombia.
18. Gañán, L., Álvarez, E., & Zapata, J. C. (2015). Identificación genética de aislamientos de *Colletotrichum spp.* causantes de antracnosis en frutos de aguacate, banano, mango y tomate de árbol. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 39(152), 339-347.