

**COMPORTAMIENTO DEL ECOTIPO SUDAFRICA DE UCHUVA (*Physalis peruviana*  
L.) AL ATAQUE DEL AGENTE CAUSAL DEL MARCHITAMIENTO VASCULAR, EL  
HONGO *Fusarium oxysporum* Schleht.**

**DAVID RICARDO CORTÉS OROZCO**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS  
CARRERA DE MICROBIOLOGIA AGRICOLA Y VETERINARIA  
Bogotá, D.C.  
Diciembre 1 de 2014**

---

**COMPORTAMIENTO DEL ECOTIPO SUDAFRICA DE UCHUVA (*Physalis peruviana*  
L.) AL ATAQUE DEL AGENTE CAUSAL DEL MARCHITAMIENTO VASCULAR, EL  
HONGO *Fusarium oxysporum* Schleht.**

**DAVID RICARDO CORTÉS OROZCO**

---

Concepción Puerta  
**Decana Académica**  
**Facultad de Ciencias**

---

Janeth del Carmen Arias Palacios  
**Directora Carreras de Microbiología**  
**Facultad de Ciencias**



**COMPORTAMIENTO DEL ECOTIPO SUDAFRICA DE UCHUVA (*Physalis peruviana*  
L.) AL ATAQUE DEL AGENTE CAUSAL DEL MARCHITAMIENTO VASCULAR, EL  
HONGO *Fusarium oxysporum* Schleht.**

**DAVID RICARDO CORTÉS OROZCO**

---

**Director: Maria Clemencia Forero La-Rotta  
Ing. Agr. M. Sc. Fitopatología**

---

**MARCELA FRANCO CORREA  
JURADO**

---

NOTA DE ADVERTENCIA

Artículo 23 de la Resolución N° 13 de Julio de 1946

“La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de tesis. Solo velará porque no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y porque las tesis no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien se vea en ellas el anhelo de buscar la verdad y la justicia”.



## **DEDICATORIA**

**A Dios en primer lugar por permitirme culminar de manera satisfactoria esta etapa de mi vida.**

**A mi padre por sus continuos esfuerzo y apoyo durante este proceso de formación.**

**A mi madre por su continua colaboración, comprensión y constantes Palabras de aliento en los momentos difíciles.**

**A María Clemencia Forero de La-Rotta por todas sus enseñanzas, consejos y continuo apoyo en la elaboración de este proyecto**



## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
0. INTRODUCCIÓN.....	13
1. MARCO TEORICO.....	15
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN.....	20
3. OBJETIVOS.....	21
4. MATERIALES Y METODOS.....	22
4.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
4.2 POBLACIÓN DE ESTUDIO Y MUESTRA.....	22
4.2.1 VARIABLES DE ESTUDIO.....	22
4.3 METODOS.....	23
4.3.1 OBTENCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL ENFERMO.....	23
4.3.2 AISLAMIENTO DEL PATÓGENO.....	23
4.3.3 IDENTIFICACIÓN DEL MICROORGANISMO.....	24
4.4 PRUEBAS DE PATOGENICIDAD.....	26
4.5 REAISLAMIENTO DEL PATOGENO.....	27
4.6 EVALUACION DE VARIABLES.....	27
4.6.1 PRESENCIA DE SINTOMAS EN LAS HOJAS.....	27
4.6.2 ALTURA DE LA PLANTA.....	27
4.6.3 DESARROLLO DEL SISTEMA RADICAL.....	27
4.6.4 AVANCE DEL PATOGENO POR EL TALLO.....	28
4.6.5 MEDICIÓN DE LA DECOLORACIÓN VASCULAR.....	28
4.6.6 MEDICIÓN DE LA SEVERIDAD DE LA ENFERMEDAD.....	28
4.7 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	29
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
5.1 AISLAMIENTO DEL PATOGENO.....	30
5.2 REAISLAMIENTO DEL PATOGENO A PARTIR DE MATERIAL VEGETAL ENFERMO.....	33
5.3 RESULTADO DE LAS VARIABLES.....	33
5.3.1 SINTOMAS EN LAS HOJAS.....	33
5.3.2 ALTURA DE LAS PLANTAS.....	37

---

5.3.3	AVANCE DEL PATOGENO POR LOS VASOS CONDUCTORES.....	38
5.3.4	DECOLORACION VASCULAR.....	39
5.3.5	DESARROLLO SISTEMA RADICAL.....	40
5.3.6	SEVERIDAD DE LA ENFERMEDAD.....	41
6.	CONCLUSIONES.....	44
7.	RECOMENDACIONES.....	45
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	46
9.	ANEXOS.....	49



## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Ubicación de las plántula sobre mesones de concreto, cubiertas con una malla o polisombra de color negro.....	22
<b>Figura 2.</b> Síntomas de la enfermedad ocasionada por <i>Fusarium oxysporum</i> , observados en el cultivo de uchuva ubicado en el municipio de Subachoque (Cund.) <b>a.</b> Planta con una rama que presenta marchitamiento y decoloración de hojas. <b>b.</b> Corte longitudinal en la base del tallo, se observa necrosis de los vasos conductores. <b>c.</b> Corte transversal el tallo presenta un anillo de color oscuro por el taponamiento del xilema.....	30
<b>Figura 3.</b> Aislamiento de <i>F. oxysporum</i> en medio de cultivo PDA.....	31
<b>Figura 4.</b> Estructuras características de <i>Fusarium oxysporum</i> (40X). <b>a.</b> Microconidias redondeadas y poco alargadas <b>b.</b> Macroconidias septadas, con dos a tres divisiones <b>c.</b> Abundantes monofialides cortas <b>d.</b> Clamidosporas intercalares.....	32
<b>Figura 5.</b> Síntomas de amarillamiento y marchitamiento localizados en el costado izquierdo de una planta inoculada de la variedad Suráfrica, comparada con la planta sin inocular localizada hacia la derecha de la figura.....	34
<b>Figura 6.</b> Variedad Sudáfrica comparada con el control; tercera semana post-inoculación.....	35
<b>Figura 7.</b> Plantas variedad Colombia, siete semanas post-inoculación.....	36
<b>Figura 8.</b> Cambios en la coloración de las hojas provenientes de plantas de la variedad Suráfrica inoculadas con <i>F. oxysporum</i> .....	37
<b>Figura 9.</b> Altura alcanzada por las dos variedades de uchuva inoculadas con y sin heridas, comparada con los controles sin inocular.....	37
<b>Figura 10.</b> Colonización o avance del patógeno en los vasos conductores de las dos variedades de uchuva.....	38
<b>Figura 11.</b> Decoloración vascular observada en los vasos del xilema en plantas de la variedad Sudáfrica.....	40
<b>Figura 12.</b> Cambio en el desarrollo del sistema radical de la variedad Sudáfrica, el control al lado derecho se observa de tamaño y color normal, mientras que la planta inoculada presenta un menor crecimiento y una decoloración de la corteza.....	41
<b>Figura 13.</b> Comparación de la severidad de la enfermedad en las dos variedades y en los tratamientos establecidos.....	42

---



## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
<b>ANEXO A:</b> Medios de cultivo utilizados en el estudio.....	<b>49</b>
<b>ANEXO B:</b>	
<b>Tabla 1.</b> Formato utilizado para tomar la información de las diferentes evaluaciones en las plantas control y en las inoculadas.....	<b>50</b>
<b>Tabla 2.</b> Mediciones sobre el avance del patógeno por los vasos conductores en las dos variedades inoculadas y en los diferentes tratamientos.....	<b>50</b>
<b>Tabla 3.</b> Medición sobre en grado de decoloración en los tejidos vasculares de acuerdo con la escala propuesta por el CIAT.....	<b>51</b>



## RESUMEN

La uchuva se ha convertido en la actualidad en uno de los frutos de producción más importantes para el país, y principalmente en uno de los más rentables para los productores de los departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Antioquia. Actualmente Colombia ocupa el primer lugar en producción y exportación de este producto, teniendo como mercado principalmente países Europeos donde el fruto es ampliamente apetecido. Debido a esto los estándares internacionales para la exportación de este tipo de cultivos son cada vez más exigentes y el país se encuentra en la necesidad de conocer a profundidad el manejo agronómico adecuado de este tipo de solanáceas que garanticen la mayor producción de una forma limpia, sin el uso de agroquímicos y con la implementación de otro tipo de estrategias como el control biológico o la evaluación e implementación en zonas productoras, de otras variedades para el manejo y control de plagas y enfermedades.

Una de las enfermedades más importantes que afecta al cultivo de uchuva es el marchitamiento vascular producido por *Fusarium oxysporum*, microorganismo de difícil control que se encuentra de forma natural en el suelo, y que al ingresar a la planta produce el taponamiento de los vasos conductores con la consecuente aparición de síntomas como el amarillamiento de las hojas, lesiones en el sistema radical y la muerte de la planta lo que lleva a grandes pérdidas económicas por la afectación de un gran porcentaje del cultivo.

Debido a esto el objetivo principal de la investigación fue evaluar y conocer el comportamiento del hongo *F. oxysporum*, agente causal del marchitamiento vascular sobre la variedad Sudáfrica, para proponer esta variedad como una alternativa de siembra para el control de la enfermedad causada por el hongo. Para el desarrollo del proyecto se obtuvieron semillas de las dos variedades de zonas cultivadas, las semillas fueron puestas a germinación y se permitió su normal desarrollo hasta los tres meses de crecimiento, tiempo en que las plantas fueron inoculadas con el patógeno y comparadas durante dos meses con las plantas control, se realizaron diferentes tratamientos para poder determinar la agresividad y facilidad que tiene el patógeno para colonizar y afectar a las plantas, de esta manera se inocularon dos grupos de plantas, con y sin heridas en su sistema radical, y el grupo control con estos mismos dos tratamientos pero sumergidos en agua destilada estéril.

---

Luego de las observaciones realizadas durante los dos meses se pudo determinar que el desarrollo de la enfermedad se presentó de manera más agresiva en la variedad Sudáfrica, encontrándose plantas afectadas desde las tres semanas post-inoculación, de igual manera se pudo determinar que la variedad Sudáfrica fue más susceptible en plantas sin heridas en su sistema radical. El desarrollo de la enfermedad en la variedad Colombia se encontró dentro de los parámetros normales reportados por la literatura, de esta manera se pudo evidenciar que en la variedad Colombia el periodo de incubación fue mayor que en la variedad Suráfrica y presentó los menores grados de severidad al ser comparada con la Colombia.



## ABSTRACT

The cape gooseberry has become today one of the most important fruits of production for the country, and especially in one of the most profitable for producers in the departments of Cundinamarca, Boyacá and Antioquia. Currently Colombia ranks first in production and export of this product, with the market mainly European countries where the fruit is widely coveted. Because of this international standards for the export of these crops are increasingly demanding and the country is the need to know in depth the proper agronomic management of this type of nightshade to ensure increased production of a clean, without the use of chemicals and the implementation of other strategies such as biological control or evaluation and implementation in production areas, other varieties for the management and control of pests and diseases.

One of the most important diseases affecting the culture of cape gooseberry is the vascular wilt caused by *Fusarium oxysporum*, difficult to control microorganisms that are found naturally in the soil, and upon entering the plant produces plugging of vessels drivers the resulting symptoms such as yellowing of leaves, lesions in the root system and plant death leading to huge economic losses for affecting a large percentage of the crop.

Because of this the main objective of the research was to evaluate and understand the behavior of the fungus *F. oxysporum*, causal agent of vascular wilt on the variety South Africa, to propose this variety as an alternative planting to control disease caused by the fungus . For the project seeds of the two varieties of cultivated areas were obtained, the seeds were placed to germinate and allowed normal development until three months of growth, at which time the plants were inoculated with the pathogen and compared for two months with control plants, different treatments to determine the aggressiveness and ease with which the pathogen to colonize and affect plants, so two groups of plants were inoculated with and without injuries root system were performed, and the group these same two control treatments but immersed in sterile distilled water.

After the observations made during the two months it was determined that the development of the disease occurred more aggressively in the range Africa, being affected plants from three weeks post-inoculation, just as it was determined that the variety Africa was more susceptible plants unharmed in its root system. The development of the disease in the variety Colombia was within the normal range reported in the literature thus became evident that variety Colombia incubation period was higher than in South Africa and the variety presents lesser degrees of severity when compared to the Colombia.

## 0. INTRODUCCIÓN

El cultivo de uchuva en Colombia sigue siendo uno de los más importantes y promisorios en cuanto a nivel de exportación se refiere. En la actualidad no solamente se realizan exportaciones del producto en fresco, sino que también se llevan a cabo transformaciones del mismo, como fruta deshidratada, en conserva, pulpa de uchuva y mermelada, logrando de esta manera la expansión del cultivo a nivel nacional y un mejor posicionamiento a nivel mundial.

Actualmente Colombia se encuentra en el primer lugar a nivel mundial de producción de uchuva, y sus principales zonas de desarrollo se encuentran ubicadas en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Antioquia, las exportaciones han aumentado considerablemente y se ha convertido en uno de los frutales de mayor comercialización en los mercados internacionales.

No obstante a pesar del gran crecimiento que ha tenido el cultivo en el país, su producción se ha caracterizado por presentar un bajo nivel de tecnología para la implementación, control y manejo de enfermedades lo que limita su producción debido al poco conocimiento que tiene el agricultor sobre las ventajas de un manejo adecuado del cultivo. En el país el cultivo desde sus inicios se ha desarrollado y ha prosperado con la experiencia de los productores y bajo las necesidades que presente cada uno en sus cultivos en un determinado tiempo durante el proceso de producción, debido a esto y a la poca tecnología presente en el cultivo, se hace cada vez más importante conocer las condiciones fitosanitarias adecuadas de un cultivo que aumenta su demanda a nivel internacional y que promete ser una siembra con grandes beneficios para el país, y en particular para los pequeños productores y los exportadores.

Actualmente el cultivo de uchuva presenta diferentes tipos de plagas y enfermedades que son bastante limitantes en cuanto a calidad y cantidad del producto cosechado causando pérdidas económicas considerables. Durante el desarrollo normal de la planta, éstos pueden repercutir de forma negativa en la formación del fruto que es el objetivo principal de la siembra de este tipo de solanáceas, retrasando los ciclos de la planta o dando una producción bastante limitada. Una de las enfermedades más restrictivas es la obstrucción

de los vasos conductores de nutrimentos, ocasionado por el hongo *Fusarium oxysporum*, microorganismo que penetra por el cuello o sistema radical, generando una coloración marrón a lo largo de la raíz y del tallo que impide la translocación de sustancias nutritivas por los vasos conductores del xilema, provocando que la planta presente clorosis, pérdida de turgencia en las hojas, desarrollo cada vez menor, calidad y cantidad de frutos limitada y por último su muerte.

*F. oxysporum* es un microorganismo que se encuentra de manera natural y persistente en el suelo y puede sobrevivir durante un largo periodo de tiempo, por lo que limita el uso de un terreno que se encuentre con altas concentraciones de sus estructuras reproductivas dada su fácil propagación, multiplicación y sobrevivencia por varios años en el suelo. Además la siembra de plántulas infectadas provenientes de los sitios de propagación, permite su diseminación a zonas que se encuentran libres del patógeno.

Debido a lo anterior se hace necesario establecer medidas de control preventivo que permitan el desarrollo normal de la planta, que disminuyan los costos y pérdidas en producción y obtener un producto de excelente calidad. Teniendo en cuenta los factores limitantes que afectan al cultivo y que son de alto impacto se propone comparar el efecto del hongo *F. oxysporum* en el ecotipo Sudáfrica y compararlo con el desarrollo de la enfermedad en el ecotipo Colombia, cultivado ampliamente en las zonas productoras del país.

## 1. MARCO TEORICO

La uchuva es una planta perenne, herbácea, cuya forma tradicional de propagación es mediante semillas; el cultivo presenta sus mejores características de crecimiento en regiones que se encuentran ubicadas entre los 1800 y 2800 msnm, alta luminosidad, temperaturas que fluctúan de 13 a 18°C, humedad relativa en un rango de 70 a 80% y una precipitación anual de 1000 a 2000 mm, además se desarrolla mejor en suelos de estructura granular y de textura franco- areno–arcillosa, con un rango de pH entre 5.5 y 6.8 y altos contenidos de materia orgánica, es de aclarar que la calidad de esta materia orgánica es de gran importancia para evitar problemas fitosanitarios severos por la presencia de patógenos que afecten el desarrollo de la planta (Fischer, 2000).

Durante mucho tiempo la uchuva fue considerada una planta silvestre, de poca importancia económica y que fue llegada a ser considerada como una maleza, ya que es una planta con grandes facilidades a adaptarse a diferentes condiciones medio ambientales y a presentar un desarrollo sin requerir de muchos cuidados, sin embargo en los últimos años la forma de ver este tipo de solanáceas cambio drásticamente hasta lograr ser una de las frutas más importantes de exportación para el país, reportando aproximadamente 6305 toneladas anuales, convirtiendo al país en el principal productor de uchuva seguido de Sudáfrica.

El cultivo de uchuva ha tenido en un corto tiempo una gran expansión y un amplio establecimiento en diferentes regiones del país. Para obtener una calidad de exportación de su fruto requiere de cuidados específicos que no lo deterioren dado su exigente demanda hacia los mercados internacionales y a las exigencias para su comercialización, situación que preocupa al productor por las características que debe tener como color, tamaño, contenido de azúcar y de igual manera por tratar de limitar o evitar el ataque de plagas y enfermedades (Gómez, 2006).

Estudios realizados por Menzel en 1951 prueban que el número cromosómico de la especie es  $2n = 48$ , pero los estudios citogenéticos realizados por Rodríguez en 2004 demuestran que las especies de uchuva presentan una variación en el número de cromosomas según el ecotipo. De esta manera para el ecotipo Colombia su número

cromosómico corresponde a 32 y para el ecotipo Sudáfrica es de 48, lo cual podría conferirle características diferentes respecto a la respuesta frente al ataque del patógeno, y a la resistencia de condiciones medio ambientales adversas, aspecto que puede explorarse con el objetivo de contribuir a disminuir las pérdidas económicas ocasionadas por la enfermedad.

Como es habitual el control de plagas y enfermedades en todo tipo de labor agrícola se enfoca en el uso de productos químicos de amplio espectro tratando de combatir la aparición de cualquier organismo que afecte el desarrollo normal del cultivo, el uso de este tipo de compuestos trae un beneficio a corto o mediano plazo, pero con el tiempo se pueden presentar problemas de contaminación de fuentes de agua, suelos y lo más importante estimula en los microorganismos patógenos la aparición de respuestas de defensa y resistencia inutilizando el mecanismo de acción del compuesto químico, permitiendo la proliferación del patógeno, incrementado su daño en el cultivo y provocando grandes problemas de contaminación en el medio ambiente, en este aspecto resulta de gran importancia la búsqueda y evaluación de nuevas medidas que reduzcan el uso de estos compuestos, es en este punto donde radica la importancia de la implementación de variedades que tengan un mejor desarrollo en presencia de patógenos.

Se debe tener en cuenta que el estado fitosanitario de un cultivo depende de varios factores como por ejemplo, la utilización de variedades resistentes en sitios donde un patógeno se encuentra plenamente establecido y es limitante para el cultivo que se está trabajando, trabajar con semillas libres de patógenos, buena preparación del suelo para permitir un drenaje y aireación adecuada en el desarrollo de la planta, realizar una desinfección de semilleros y del sitio definitivo de siembra, acompañados de una fertilización adecuada y equilibrada. Todas estas medidas pueden garantizar el correcto desarrollo de la planta, manteniendo una excelente calidad del producto.

Los problemas fitosanitarios que se presentan en el cultivo pueden ser bastante limitantes en cuanto a calidad y cantidad se refiere, siendo uno de los patógenos más limitantes el hongo *F. oxysporum*, debido a su gran potencial de patogenicidad, a su fácil diseminación por el ambiente, y a su capacidad de perdurar durante largos periodos de tiempo, características que lo clasifican como uno de los patógenos de difícil control, que produce además disminución en los niveles de exportación, incremento en los costos de



producción y sanidad del cultivo, que afecta los ingresos de los cultivadores. (Estupiñán y Ossa, 2007)

La afectación del patógeno a las plantas se facilita con la presencia de heridas en el sistema radical, que permite disminuir el tiempo de colonización y de expresión de los síntomas, de igual manera *F. oxysporum* tiene la facilidad de penetrar de forma mecánica la superficie de la raíz o la base del cuello debido a acción enzimática del microorganismo (Llacer, 1997).

*F. oxysporum* es un microorganismo habitante del suelo que se encuentra de forma natural en diferentes sustratos, que tiene la capacidad de infectar plantas sanas dada su sobrevivencia por largos periodos en el suelo, las concentraciones de inóculo que alcanza en los sustratos contaminados, su localización en los vasos conductores, que altera funciones como la absorción y translocación de nutrientes hacia los tejidos superiores. Además, es frecuente encontrarlo en los sitios de propagación de las plántulas que son comercializadas hacia las diferentes zonas de producción o en los desechos de cultivos que se encuentren contaminados (Llacer, 2000, Haglund *et al*, 2001 Góngora *et al*, 2006).

Como una de sus principales características se conoce que el patógeno penetra por las heridas realizadas en el cuello de la raíz o por los sitios de elongación de las raicillas y pelos absorbentes; luego se localiza en los vasos conductores ascendiendo hacia los tejidos aéreos, obstruyendo y degradando los haces vasculares generando una coloración marrón que impide el paso de agua y de nutrientes, lo cual induce en la planta clorosis de los tejidos aéreos, pérdida de turgencia en hojas, enrollamiento de las mismas, poco desarrollo de los frutos y por último la muerte de la planta; los síntomas se pueden observar en el campo desde plantas que llevan tres meses de sembradas hasta las que se encuentran en etapa de producción (Beckman, 1995; Forero de La-Rotta *et al*, 2005). Según estudios realizados por Góngora *et al* (2006) la incidencia de la enfermedad puede ser superior al 80% por lo que se hace necesario realizar un seguimiento minucioso en todas las etapas de desarrollo y crecimiento de la planta y una vez que se observan los primeros síntomas se deben eliminar las plantas enfermas en forma rápida evitando que las sanas sean afectadas, de esta manera se logra mantener concentraciones del patógeno en niveles que permitan el manejo adecuado de la enfermedad (Quevedo, 2005)

En campo uno de los primeros síntomas que se observan es el marchitamiento y amarillamiento de las hojas basales, alteraciones que aparecen en forma ascendente en la planta; al interior de los tallos los vasos del xilema se encuentran obstruidos por estructuras del patógeno, impidiendo el paso de nutrientes hacia los tejidos superiores, que induce una coloración de color marrón. Cuando la enfermedad se encuentra en estados avanzados se llega a observar una pudrición seca en la base de las plantas y en las raíces; de igual manera cuando la enfermedad se presenta en forma agresiva, los tejidos presentan un decaimiento general acelerado, a los ocho o diez días post-infección (Llacer, 2000 y Agrios, 2005)

Actualmente se sabe que existe una forma especial de *F. oxysporum* responsable de causar el marchitamiento vascular en plantas de uchuva, que no ataca otras especies de solanáceas, esto principalmente se debe a una interacción muy específica donde el huésped satisface los requerimientos nutricionales del hongo (Gordon, 1997, Estupiñán y Ossa, 2007), siendo esta la razón principal para profundizar las investigaciones en relación a la forma de afectación de las diferentes variedades de uchuva.

*F. oxysporum* es un hongo imperfecto que se reproduce por medio de conidias, que tiene la capacidad de sobrevivir en condiciones medio ambientales adversas por la formación de estructuras de resistencia como son las clamidosporas; estas estructuras se caracterizan por ser globosas de pared doble y gruesa, generalmente se pueden observar solitarias o en pares, se pueden producir de forma intercalar o terminal. *F. oxysporum* produce dos tipos de conidios, las microconidias son esporas unicelulares, hialinas y aseptadas, formadas sobre conidióforos poco ramificados, presentan formas elipsoidales a cilíndricas, rectas o curvadas que se forman sobre fiálides laterales, cortas, simples o sobre conidióforos poco ramificados, las microconidias tienen entre 5-12  $\mu\text{m}$  de largo por 2.5- 3.5  $\mu\text{m}$  de ancho. Las macroconidias son esporas de paredes delgadas, fusiformes, largas, moderadamente curvadas en forma de hoz, de 3 a 5 septas transversales, con la célula basal elongada y la célula apical atenuada; las macroconidias tiene un tamaño de 27 a 46  $\mu\text{m}$  de largo por 3.0 a 4.5  $\mu\text{m}$  de ancho, son producidas en fiálides sobre conidióforos simples o ramificados agregados o en esporoquios (Nelson, 1981).

En medio de cultivo el microorganismo presenta la formación de un micelio blanco, algodonoso y abundante, usualmente presenta una coloración púrpura en el centro de la colonia.

Otro de los aspectos que cabe resaltar es la presencia de *F. oxysporum* en el interior de las plantas sin que presenten la sintomatología asociada a los daños vasculares, esto se debe a la especificidad que se da entre el patógeno y su hospedero, de esta manera el desarrollo normal de la planta se da a pesar de la presencia del microorganismo, pero puede ser un factor limitante si se establece otra especie vegetal que resulte susceptible a su presencia como lo reporta Booth (1971) y Armstrong (1981).

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

En la actualidad el cultivo de uchuva en el país se encuentra en uno de sus niveles más altos de exportación y a nivel económico ha logrado establecerse como uno de los más importantes para el país, a pesar de esto desde sus inicios el cultivo se desarrolló sin tener en cuenta la mayoría de las necesidades requeridas para su correcto establecimiento y sin conocer las medidas fitosanitarias que garantizaran una excelente cosecha en cuanto a niveles de calidad y cantidad; a pesar de la distribución que ha tenido el cultivo en el país, aún se desconocen algunos aspectos que son fundamentales sobre su manejo agronómico y sobre las diferentes plagas y enfermedades que limitan su producción. Debido a esta situación y al difícil manejo que se tiene para controlar la enfermedad conocida como marchitez vascular causada por el hongo *F. oxysporum* se plantean otras medidas de control que no involucren el uso de compuestos químicos que además de no controlar al patógeno provocan contaminación ambiental, de esta manera se pretende comparar el desarrollo de la enfermedad en el ecotipo Sudáfrica y compararlo con las características que presenta la enfermedad en la variedad o ecotipo Colombia.

### PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es el efecto que tiene *F. oxysporum* sobre el desarrollo vegetativo y productivo de la variedad Sudáfrica de uchuva?

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GENERAL

Conocer el comportamiento del hongo *F. oxysporum*, agente causal del marchitamiento vascular sobre la variedad Sudáfrica

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✓ Conocer los cambios fenológicos ocasionadas por el hongo *Fusarium oxysporum* en la variedad o ecotipo Sudáfrica.
- ✓ Conocer el periodo de incubación de la enfermedad en la variedad o ecotipo Sudáfrica.
- ✓ Evaluar el desarrollo de la enfermedad en la variedad Suráfrica y compararla con los efectos sobre la variedad Colombia.

## 4. MATERIALES Y METODOS

### 4.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

El proyecto de investigación se desarrolló en dos partes; la evaluación de campo se realizó en los invernaderos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá. Para la realización de las pruebas controladas se contó con un invernadero de estructura metálica, con camas de concreto elevadas y como cubierta se utilizó polisombra negra; al interior del invernadero se presentó una temperatura entre los 15°C a 22°C. Lo concerniente a la parte de laboratorio se llevó a cabo en los laboratorios de la Pontificia Universidad Javeriana y de la facultad de Agronomía.



**Figura 1.** Ubicación de las plántula sobre mesones de concreto, cubiertas con una malla o polisombra de color negro.

### 4.2 POBLACIÓN DE ESTUDIO Y MUESTRA

Las semillas de la variedad Colombia se obtuvieron de zonas productoras de la Sabana de Bogotá, mientras que las semillas de la variedad Sudáfrica de una zona cultivadora de uchuva ubicada en el municipio de Motavita (Boyacá).

#### 4.2.1 VARIABLES DE ESTUDIO

Con el objetivo de evaluar y comparar el desarrollo de las variedades o ecotipos de uchuva, se realizaron cada 8 días después de la inoculación (ddi) varias mediciones en el tiempo, comprobando tanto la patogenicidad del microorganismo, como las alteraciones

fenológicas de las plantas evaluadas, para tal efecto se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros:

- Presencia de síntomas en las hojas
- Altura de la planta
- Desarrollo del sistema radical.
- Coloración del sistema radical
- Avance del patógeno en los vasos conductores del xilema en los tallos de las plantas inoculadas.
- Severidad de la enfermedad

## **4.3 METODOS**

### **4.3.1 OBTENCIÓN MATERIAL VEGETAL ENFERMO**

Para el aislamiento del microorganismo responsable de causar el marchitamiento vascular se obtuvo material vegetal que presentaba la sintomatología típica de la enfermedad, para esto se realizó una visita a un cultivo de uchuva ubicado en el municipio de Subachoque, Cundinamarca; municipio ubicado a una altura de 2663 msnm, con una temperatura entre los 7°C y 14°C.

### **4.3.2 AISLAMIENTO DEL PATÓGENO**

De las plantas de uchuva enfermas se tomaron fragmentos de tallos, que en condiciones asépticas de laboratorio se utilizaron para el aislamiento e identificación del patógeno. El material vegetal fue sometido a un proceso de desinfección con jabón y agua estéril, posteriormente se realizaron pequeños cortes del tejido vegetal enfermo que se colocaron en hipoclorito de sodio al 2.6% durante un minuto aproximadamente, se hizo un lavado de este material en agua estéril, eliminando el exceso de hipoclorito de sodio, finalmente el material vegetal fue secado con papel filtro estéril, por último se colocaron los trozos de material vegetal en medio de cultivo PDA con unas pinzas estériles para finalmente ser incubadas durante 8 días a una temperatura de 24°C.

Los aislamientos obtenidos, se identificaron y purificaron y se refrigeraron a una temperatura de 4°C. Las cepas fueron reactivadas cada 15 días para evitar pérdidas de patogenicidad, para tal fin se realizaron los repiques en medio de cultivo PDA, a partir de la cepa que se tenía de referencia.

#### **4.3.3 IDENTIFICACIÓN DEL MICROORGANISMO**

A partir de las colonias obtenidas se procedió a la identificación del patógeno teniendo en cuenta tanto las características macroscópicas como las microscópicas de los aislamientos obtenidos. La identificación del patógeno se llevó a cabo en el microscopio óptico utilizando como colorante el azul de lactofenol, de esta manera el microorganismo se logró clasificar según las características de su micelio, tipo de esporas y fiálides, y las características macroscópicas de crecimiento en el medio del cultivo PDA, como color de la colonia, textura y producción de pigmentos. (French *et al*, 1980).

#### **CULTIVOS MONOSPÓRICOS**

Posteriormente se obtuvieron cultivos monospóricos que garantizaron la homogeneidad del patógeno. De esta manera a partir de una colonia de *F. oxysporum* se realizó una suspensión de conidias en agua destilada estéril que fueron sembradas sobre un portaobjetos con PDA, posteriormente cuando el inóculo inicio su desarrollo y evitando el contacto entre las colonias, fueron aisladas y sembradas en cajas de Petri con PDA (French *et al*, 1980).

#### **INCREMENTO DE INOCULO**

Para la realización de las pruebas de patogenicidad en las dos variedades de uchuva, se tuvo que contar con la biomasa suficiente del hongo, para su incremento se tomó con un asa recta una porción de micelio de la cepa ya identificada y fueron sembradas en cajas de Petri con PDA e incubadas por 8 días a 24°C.

#### **CUANTIFICACIÓN DEL INOCULO**

Se realizó la preparación de un inóculo del hongo con una concentración inicial de  $1 \times 10^6$  UFC/ml con agua destilada estéril, el recuento se realizó en cámara de Newbauer. El uso de esta concentración se encuentra justificado como la mínima requerida para causar la infección y el desarrollo de la enfermedad (Dhingra *et al*, 1985)



## **REALIZACIÓN DE MICROCULTIVOS**

Con el fin de observar de manera clara y precisa las diferentes estructuras del patógeno, se llevó a cabo el montaje de microcultivos, de acuerdo con la metodología propuesta por French *et al* (1980).

## **GERMINACIÓN DE SEMILLAS**

El proceso de germinación de las semillas de las variedades Colombia y Suráfrica, se realizó en las instalaciones de los invernaderos de la firma Biosistemas pertenecientes a la Universidad Jorge Tadeo Lozano localizada en el municipio de Chía; luego de su germinación, las plántulas fueron trasladadas a su lugar definitivo de siembra en los invernaderos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional.

## **PREPARACIÓN DEL SUSTRATO PARA LA SIEMBRA DE LAS PLANTAS**

El suelo para el trasplante de las plántulas se obtuvo de una zona aislada donde hasta el momento de su recolección no había sido utilizado para el cultivo de uchuva, se mezcló en una relación de 3:1 con cascarilla de arroz, se trató con el fungicida Benomyl® para eliminar las posibles estructuras reproductivas del microorganismo en estudio. Igualmente previo a su tratamiento se tomaron muestras del suelo que se sembraron sobre el medio de cultivo Komada, para conocer la presencia de estructuras reproductivas del hongo *F. oxysporum*; las pruebas se repitieron después del tratamiento con el fungicida, con el fin de evaluar su efecto ante la posible presencia del patógeno en estudio.

Benomyl® es un fungicida, cuyo principal metabolito el carbendazim se une a los microtúbulos de las células interfiriendo con funciones importantes como la división celular y los mecanismos de transporte intracelular, el producto fue el primer fungicida sistémico que mostró un amplio rango de ataque a microorganismos que afectaban los cultivos, pero con el tiempo se ha reducido su efecto por diversas causas, principalmente por las propiedades del terreno y por la resistencia que induce en los microorganismos (OMS, 1997).

Una vez terminada la prueba, las plántulas se trasplantaron en bolsas plásticas que contenían 2 kg de suelo y se ubicaron sobre mesones de concreto, luego se realizó su inoculación y las evaluaciones propuestas anteriormente.

#### 4.4 PRUEBAS DE PATOGENICIDAD

Para evaluar el desarrollo de la enfermedad en las plantas inoculadas se tuvieron en cuenta los siguientes tratamientos:

VARIEDAD		COLOMBIA	SUDAFRICA
TRATAMIENTO			
<b>CONTROL HERIDAS</b>	<b>SIN</b>	3 Plantas	3 plantas
<b>CONTROL HERIDAS</b>	<b>CON</b>	3 Plantas	3 Plantas
<b>PLANTAS SIN HERIDA</b>		14 plantas	14 plantas
<b>PLANTAS CON HERIDA</b>		14 plantas	14 plantas

Las raíces de las plantas seleccionadas como control, fueron sumergidas en agua destilada estéril, 6 plantas con heridas en el sistema radical y las otras 6 sin alguna herida. En los tratamientos con el patógeno, las raíces de las plántulas de los ecotipos Colombia y Suráfrica se sumergieron con y sin heridas en la suspensión del inóculo previamente calibrado. El tiempo que las plantas permanecieron en contacto con el agua destilada estéril o la suspensión del inóculo fue de media hora.

Todas las plántulas fueron inoculadas a una edad mínima de tres meses, y sembradas en bolsas con suelo estéril y regadas con agua corriente. Luego de este proceso se realizaron observaciones cada 8 días, evaluando el periodo de incubación de la enfermedad o el tiempo transcurrido entre la inoculación y la expresión de síntomas, expresado como días después de la inoculación (ddi); simultáneamente se realizaron las

evaluaciones propuestas anteriormente; a partir de los 8 días de su observación, se realizó un muestreo destructivo que permitió evidenciar el efecto del proceso patogénico en los vasos conductores del xilema , observando su avance y coloración.

#### **4.5 REAISLAMIENTO DEL PATOGENO.**

A partir de las plantas que manifiesten los síntomas típicos de clorosis, marchitamiento y necrosis vascular se tomaron pequeños fragmentos de los tejidos basales y de los peciolo de las hojas localizadas hacia la parte media de las plantas, tejidos que fueron sometidos al proceso de aislamiento en PDA, siguiendo los protocolos de laboratorio descritos anteriormente.

#### **4.6 EVALUACION DE VARIABLES**

##### **4.6.1 PRESENCIA DE SÍNTOMAS EN LAS HOJAS**

Para la evaluación de la parte aérea de la planta se tuvieron en cuenta las características típicas de la enfermedad y los síntomas característicos reportados en la literatura como lo son el amarillamiento, clorosis, y entorchamiento de las mismas, teniendo en cuenta que es una enfermedad que ocurre de forma ascendente, se evaluó el estado de las hojas del tercio inferior hasta el tercio superior.

##### **4.6.2 ALTURA DE LA PLANTA**

Se realizaron mediciones semanales en centímetros que permitieron evidenciar el cambio de esta variable en los diferentes tratamientos y en las variedades estudiadas comparando en el tiempo el desarrollo de las plantas en presencia del patógeno y teniendo como referencia las plantas control.

##### **4.6.3 DESARROLLO DEL SISTEMA RADICAL**


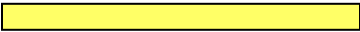


Para la evaluación del sistema radical se realizó un muestro destructivo semanal que permitió evidenciar cambios en las características físicas como tamaño y grado de decoloración presentado, realizando las comparaciones con las respectivas plantas control.

#### 4.6.4 AVANCE DEL PATÓGENO POR EL TALLO

Para medir el avance del patógeno a través de los vasos conductores del xilema, se realizaron cortes a lo largo de los tallos de las plantas que presentaron alguno de los síntomas de la enfermedad, donde con una regla se midió desde la base de la planta la necrosis de los vasos conductores hasta el sitio donde se presentaban los tejidos de color blanquecino.

#### 4.6.5 MEDICIÓN DE LA DECOLORACIÓN VASCULAR

Una vez se observaron los síntomas de la enfermedad y se realizó el muestreo destructivo se llevó a cabo la evaluación de la decoloración vascular que se presentó, para su medición se tuvo en cuenta la escala propuesta por el CIAT (1987).

GRADO DE DECOLORACIÓN VASCULAR	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICA
0	Ninguno	
1	Ligera	
2	Intermedia	
3	Severa	

#### 4.6.6 MEDICIÓN DE LA SEVERIDAD DE LA ENFERMEDAD

Para medir la severidad de la enfermedad que presentaron las plantas, se realizaron lecturas cada 8 días, por un espacio de tiempo de 2 meses; para su evaluación se utilizó la escala propuesta por el CIAT (1987), para conocer el efecto de *F. oxysporum* sobre plantas de clavel.

<b>SEVERIDAD</b>	<b>PORCENTAJE</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>
1	0	No hay manifestación de síntomas
3	10	Afectación no mayor del 10% del follaje (clorótico o marchito)
5	25	Hojas marchitas y/o cloróticas
7	50	Hojas marchitas y/o cloróticas
9	100	Plantas muertas o severamente infectadas, con todo su follaje marchito, con clorosis, necrosis y/o defoliación prematura

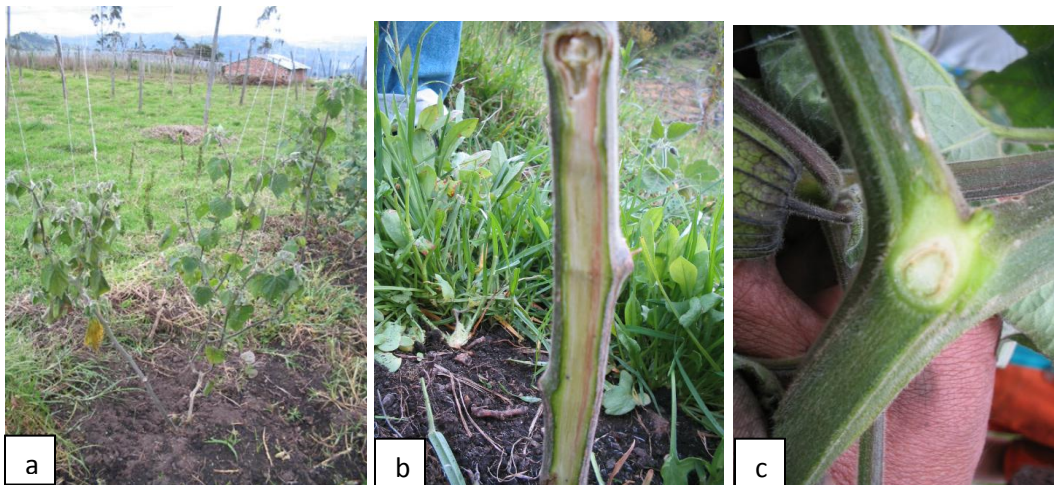
#### **4.7 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

La información obtenida de las diferentes lecturas realizadas a lo largo de los dos meses de lectura fue organizada y estructurada en formatos diseñados, teniendo en cuenta las variables previamente definidas y comparadas de igual manera con las plantas control.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 AISLAMIENTO DEL PATÓGENO

Los aislamientos del patógeno se realizaron a partir de muestras recolectadas en un cultivo de uchuva ubicado en el municipio de Subachoque en Cundinamarca, que presentaba la sintomatología típica de marchitamiento vascular, tal como se observa en la Fig. 2, donde se presentan los síntomas externos típicos de la enfermedad, así como también la necrosis vascular que acompaña las lesiones internas (Fig. 2b y c); el cultivo se encontraba en plena producción, con plantas de aproximadamente 8 meses de siembra.



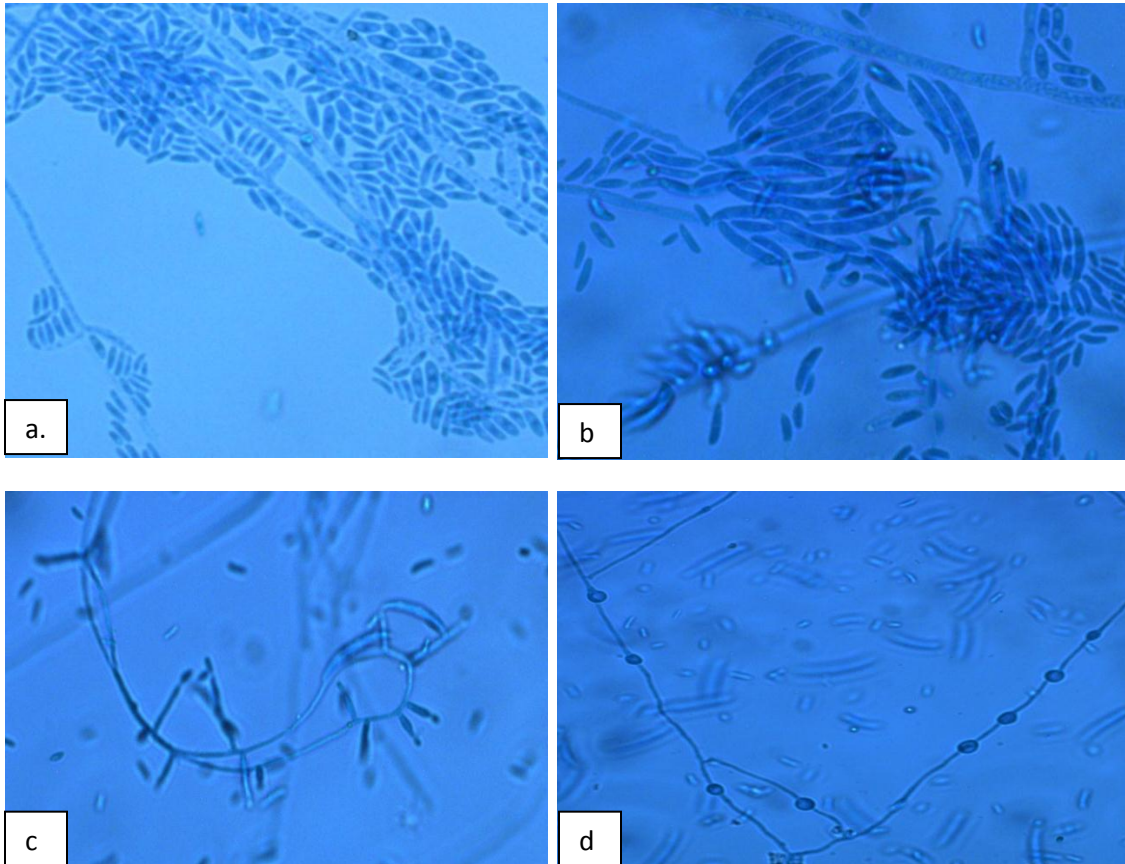
**Figura 2.** Síntomas de la enfermedad ocasionada por *Fusarium oxysporum*, observados en el cultivo de uchuva ubicado en el municipio de Subachoque (Cund.) a. Planta con una rama que presenta marchitamiento y decoloración de hojas. b. Corte longitudinal en la base del tallo, se observa necrosis de los vasos conductores. c. Corte transversal el tallo presenta un anillo de color oscuro por el taponamiento del xilema.

Sobre el medio de cultivo PDA se obtuvieron colonias de color blanco, algodonosa, que con el pasar del tiempo tomó una tonalidad purpura a morada en el centro de la colonia (Fig. 3)



**Figura 3.** Aislamiento de *F. oxysporum* en medio de cultivo PDA, la colonia presenta un crecimiento algodonoso de color blanco que en el centro toma un tinte violeta.

Las observaciones microscópicas permitieron identificar como microorganismo responsable del marchitamiento y muerte de las plantas de uchuva a *F. oxysporum*, se evidenció la presencia de hifas hialinas delgadas con gran cantidad de microconidias unicelulares (Fig. 4a), de igual manera se pudo observar la formación de macroconidias (Fig. 4b) con la presencia de 2 a 3 septos, por otra parte se logró evidenciar la formación de monofiálides cortas, características del microorganismo (Fig. 4c) y las estructuras de resistencias o clamidosporas terminales e intercalares (Fig. 4d), que presentan un engrosamiento de la pared celular lo que la provee de características de resistencia a condiciones medio ambientales adversas por largos periodos de tiempo y que de acuerdo con autores como Nash (1962), permite mantener un inóculo constante del microorganismo en el suelo, facilitando el ataque y la colonización de una especie vegetal cuando se presenta la interacción huésped – patógeno específica, permitiendo de esta manera una germinación de estas estructuras a estímulos nutritivos como materia orgánica fresca y especialmente a exudados de las raíces (Griffin, 1969).



**Figura 4.** Estructuras características de *Fusarium oxysporum* (40X). **a.** Microconidias redondeadas y poco alargadas **b.** Macroconidias septadas, con dos a tres divisiones **c.** Abundantes monofialides cortas **d.** Clamidosporas intercalares.

## INCREMENTO DE INOCULO

El medio de cultivo PDA permitió un rápido crecimiento y desarrollo del hongo, logrando obtener en poco tiempo la biomasa requerida para la preparación del inóculo a la concentración especificada. Debido a la base nutritiva del medio, se observó un desarrollo rápido del hongo, con una excelente tasa de esporulación.

## TRATAMIENTO DEL SUELO

Las muestras de suelo sembradas en medio de cultivo Komada antes y después del tratamiento con Benomyl® comprobaron tanto la ausencia de estructuras de *F. oxysporum*



antes del tratamiento como la eliminación de la flora microbiana que pudiera ser nociva para el desarrollo de las plantas, después de su aplicación; de esta forma se garantizó que el suelo se encontraba libre de estructuras reproductivas del patógeno en estudio, evitando posibles interferencias que pudieran impedir el buen desarrollo de la misma, como la presencia de patógenos en el suelo utilizado para el desarrollo de la prueba.

## **5.2 REAISLAMIENTO DEL PATOGENO A PARTIR DE MATERIAL VEGETAL ENFERMO**

Del tejido vegetal enfermo obtenido de ambas variedades de uchuva, específicamente de los tallos se logró aislar e identificar a *F. oxysporum* como microorganismo responsable de la enfermedad causante del amarillamiento, marchitamiento y muerte de las plantas de uchuva. De igual manera se realizaron pruebas para determinar la presencia de *F. oxysporum* en las hojas y en los pecioloos que presentaban sintomatología típica de la enfermedad sin que se pudiera aislar el patógeno, por lo que el amarillamiento, la pérdida de turgencia y la caída de las hojas se asoció principalmente al taponamiento de los vasos conductores por parte del microorganismo impidiendo su translocación hacia los tejidos superiores, lo cual de acuerdo con varios autores como Llacer (2000) y Agrios (2005), ocasiona alteraciones en su fisiología, que llega a inducir la deshidratación y muerte de las plantas enfermas.

## **5.3 RESULTADO DE LAS VARIABLES**

### **5.3.1 SINTOMAS EN LAS HOJAS**

Realizadas las evaluaciones semanales sobre el desarrollo y evolución de la enfermedad en las hojas de las dos variedades, se pudo determinar que hasta los 21 ddi las dos variedades y en los dos tratamientos establecidos se presentó un desarrollo normal de toda la parte aérea de la planta, sin observarse la sintomatología típica de la enfermedad o algún indicio que indicara la presencia del patógeno en las plantas.

A partir de la tercera semana se identificaron las primeras manifestaciones de la enfermedad en el tercio inferior de la plantas de la variedad Sudáfrica, uno de los

primeros síntomas observados fue la clorosis, amarillamiento y marchitamiento de las hojas de uno de los costados, con mayor intensidad en las localizadas en el tercio medio e inferior de las plantas inoculadas (Fig. 5), lo cual coincide con los resultados de patogenicidad del hongo en los trabajos realizados por Forero de La-Rotta *et al* (2005), Góngora *et al.* (2006) y Estupiñán *et al.* (2007).



**Figura 5.** Síntomas de clorosis, amarillamiento y marchitamiento localizados hacia uno de los costados de una planta inoculada de la variedad Suráfrica, comparada con la planta sin inocular localizada hacia la derecha de la figura.

A partir de la cuarta semana se pudo determinar que las plantas enfermas presentaban falta de desarrollo, amarillamiento, marchitamiento, entorchamiento y caída de hojas (Fig.6); la enfermedad se presentó de forma muy agresiva en la variedad Suráfrica llegando a observarse plantas muertas en los dos tratamientos, posiblemente debido a la fácil diseminación y colonización del hongo al interior de la planta, a su ubicación en los vasos conductores que impiden la correcta absorción y translocación de nutrientes a otras partes de la planta lo que lleva a una muerte en estadios de desarrollo tempranos de la misma.

Estudios en patosistemas similares de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* en tomate y en este estudio sugieren que la invasión exitosa depende de la regulación estrictamente de una serie de procesos, que comprenden: 1. Reconocimiento de las raíces, 2. Adherencia y diferenciación de las hifas de penetración, 3. Penetración del córtex y degradación de la

endodermis para alcanzar el cilindro vascular, proceso mediado por el complejo enzimático constituido por poligalacturonasas, pectato liasas, xilanasas y proteasas, 4. Adaptación a un ambiente hostil en el interior de la raíz, 5. Proliferación de hifas y producción de microconidias en los vasos xilemáticos, y 6. Secreción de determinantes de virulencia como péptidos ó fitotoxinas (Palomares, 2009).



**Figura 6.** Síntomas muy severos en la variedad Sudáfrica a los 21 ddi, comparada con la planta control localizada en el lado derecho de la figura.

En la variedad Colombia los síntomas típicos de la enfermedad solo se observaron en forma clara a partir de la semana cuarta post-inoculación (30 ddi), las hojas presentaban clorosis de forma parcial y se observó que en las plantas inoculadas los síntomas se desarrollaron con menor severidad que en la variedad Suráfrica, características que se mantuvieron constantes hasta cuando se realizó la última medición sobre esta variedad, su desarrollo foliar en general se mantuvo constante y presentó una afectación mucho menor a través del tiempo.

En la Fig. 7, se observa un desarrollo menos agresivo de la enfermedad en esta variedad que pudo deberse a varios factores entre ellos la resistencia de la planta al ataque del patógeno debido a factores genéticos, de igual manera se han reportado casos donde ocurre una reducción de la enfermedad en el tiempo debido a una tolerancia por parte de la planta al ataque del patógeno, y al aislamiento del mismo al interior de la planta impidiendo su avance y por lo tanto causando su muerte (Armstrong, 1981)

Es posible que también sea debida a las diferencias en la velocidad con que el patógeno coloniza los tejidos vegetales en ciertos materiales inoculados con *F. oxysporum*, este evento puede ser explicado a partir del mismo concepto de ecotipo, dado que cada material es una adaptación de la especie *P. peruviana* a distintos entornos que difieren entre sí con respecto a los factores abióticos que rigen en ellos, es posible que gracias a esa variabilidad el ecotipo Colombia haya sido menos afectado por el patógeno, ya que pudo desarrollar algunos de los mecanismos que limitaron su avance; en algunos estudios realizados en otras especies vegetales se han reportado diferentes requerimientos hídricos para ecotipos localizados en distintas regiones geográficas, lo que demuestra una repuesta de la especie al ambiente que la rodea.



**Figura 7.** Desarrollo de la enfermedad en las plantas variedad Colombia, siete semanas post-inoculación, se observa una ligera clorosis localizada principalmente en las hojas localizadas en el tercio inferior de las plantas inoculadas.

En la variedad Suráfrica se pudo determinar los cambios en la coloración de las hojas a medida que el microorganismo coloniza los vasos del xilema, tal como aparece en la Figura 8, donde se compara con una hoja proveniente de una planta sana, los cambios en el color de la hoja como consecuencia de la interferencia en el paso de nutrimentos por la localización de *F. oxysporum* en el sistema vascular

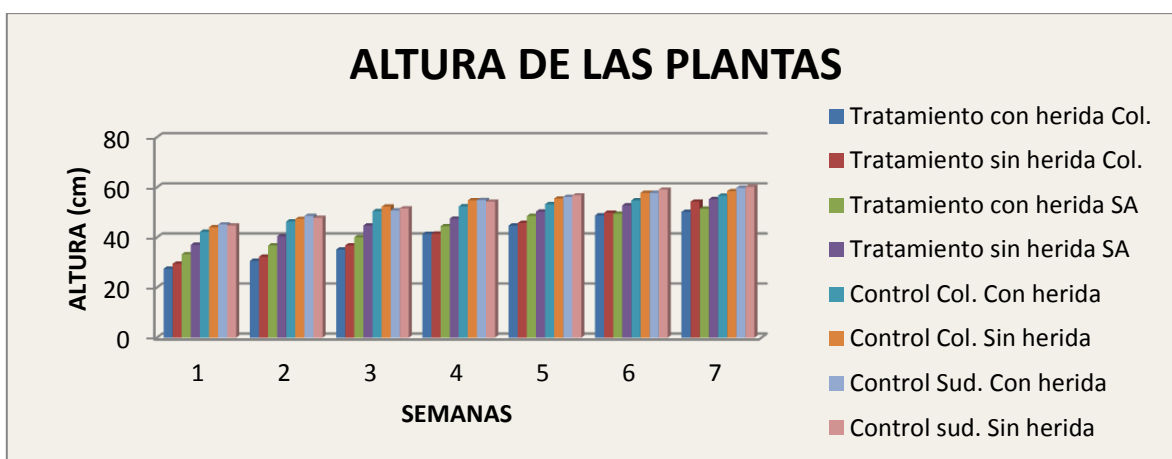


**Figura 8.** Cambios en la coloración de las hojas provenientes de plantas de la variedad Suráfrica inoculadas con *F. oxysporum*

### 5.3.2 ALTURA DE LAS PLANTAS

Una vez fueron recibidas las plantas del Centro de Biosistemas de la Universidad Jorge Tadeo Lozano se realizó el respectivo seguimiento del desarrollo de las plantas; una primera medición realizada en las dos variedades antes de la inoculación, mostró un mejor crecimiento de las plantas de la variedad Sudáfrica con una altura promedio de 17.8 cm contra la variedad Colombia de 9.3 cm.

Sin embargo, una vez realizada la inoculación de acuerdo con los tratamientos establecidos y controladas las condiciones de desarrollo en el invernadero, con el paso del tiempo se pudo observar que el crecimiento de la variedad Colombia se equiparó con el de la variedad Sudáfrica, los controles con herida y sin herida presentaron un normal desarrollo durante toda la evaluación sin que presentaran algún tipo de sintomatología asociada a la enfermedad o a la presencia del patógeno (Fig.9).

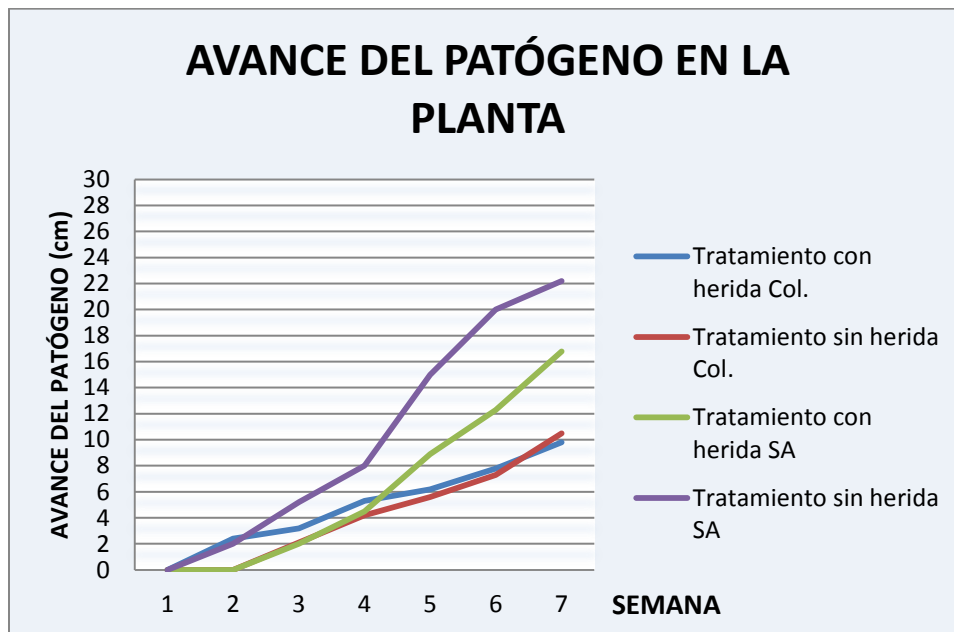


**Figura 9.** Altura alcanzada por las dos variedades de uchuva inoculadas con y sin heridas, comparada con los controles sin inocular.

Se pudo determinar con el paso de las semanas que a pesar de que las plantas de la variedad Sudáfrica presentaron un desarrollo inicial bueno, luego manifestaron un crecimiento más lento en los dos tratamientos al ser comparados con la variedad Colombia y los controles sin inocular, permitiendo evidenciar una menor desarrollo de la enfermedad ocasionada por *F. oxysporum* por parte de la variedad Colombia.

### 5.3.3 AVANCE DEL PATOGENO POR LOS VASOS CONDUCTORES

Realizado el respectivo análisis del muestro destructivo semanal se pudo determinar que *F. oxysporum* logró mejor colonización de los vasos conductores en la variedad Sudáfrica en los dos tratamientos realizados. En esta variedad el patógeno necesitó de menos tiempo para colonizar los vasos conductores del xilema, produciendo el deterioro de la planta de forma más rápida y ocasionando la necrosis de los tejidos afectados (Fig. 10). De esta manera el periodo de incubación o la expresión de síntomas se pudo observar 2 semanas antes que en la variedad Colombia.



**Figura 10.** Colonización o avance del patógeno en los vasos conductores de las dos variedades de uchuva.

Una correcta colonización vascular por parte del patógeno depende directamente de la interacción entre la planta y el microorganismo, una mayor colonización de los vasos

conductores en la variedad Sudáfrica es significativa de una mayor virulencia por parte del patógeno en esta variedad.

#### **5.3.4 DECOLORACION VASCULAR**

De acuerdo con las observaciones realizadas y teniendo en cuenta la escala propuesta por el CIAT para medir el cambio de color en los vasos conductores, se encontró que a medida que progresa la colonización del microorganismo en los vasos conductores se presentan cambios en la intensidad del color, que varía entre coloraciones blanquecinas, pasando a café claro hasta llegar a un color oscuro como consecuencia de la necrosis de los tejidos afectados, estos cambios se observaron con menor intensidad en la variedad Colombia ya que solamente se presentó a partir de la cuarta semana de la inoculación y en la mayoría de los casos estuvo entre café y blanquecino.

Sin embargo, en la variedad Suráfrica desde la primera lectura la coloración de los vasos del xilema fue de color pardo, disminuyendo en intensidad hacia los tejidos superiores. En la Figura 11 se presenta uno de los síntomas típicos de las diferentes tonalidades de los tejidos, donde hacia la parte inferior o base de la planta se encuentran coloraciones oscuras, en los tejidos intermedios menos intensos y hacia la parte superior su color tiende a ser blanquecino.



**Fig. 11.** Decoloración vascular observada en los vasos del xilema en plantas de la variedad Sudáfrica.

### **5.3.5 DESARROLLO SISTEMA RADICAL**

A partir del muestreo destructivo realizado ocho días se pudo comprobar que con el paso de los días el sistema radical en ambas variedades, presentó cambios bien definidos principalmente en su desarrollo y en la decoloración que se observó, al ser comparadas con el de las plantas seleccionadas como control. Tanto las plantas inoculadas con y sin heridas de las dos variedades presentaron menor tamaño, sin embargo el sistema radical en la variedad Suráfrica fue de un tamaño menor al ser comparado con la planta control sin inocular (Fig. 12).





**Figura 12.** Cambio en el desarrollo del sistema radical de la variedad Sudáfrica, el control al lado derecho se observa de tamaño y color normal, mientras que la planta inoculada presenta un menor crecimiento y una decoloración de la corteza.

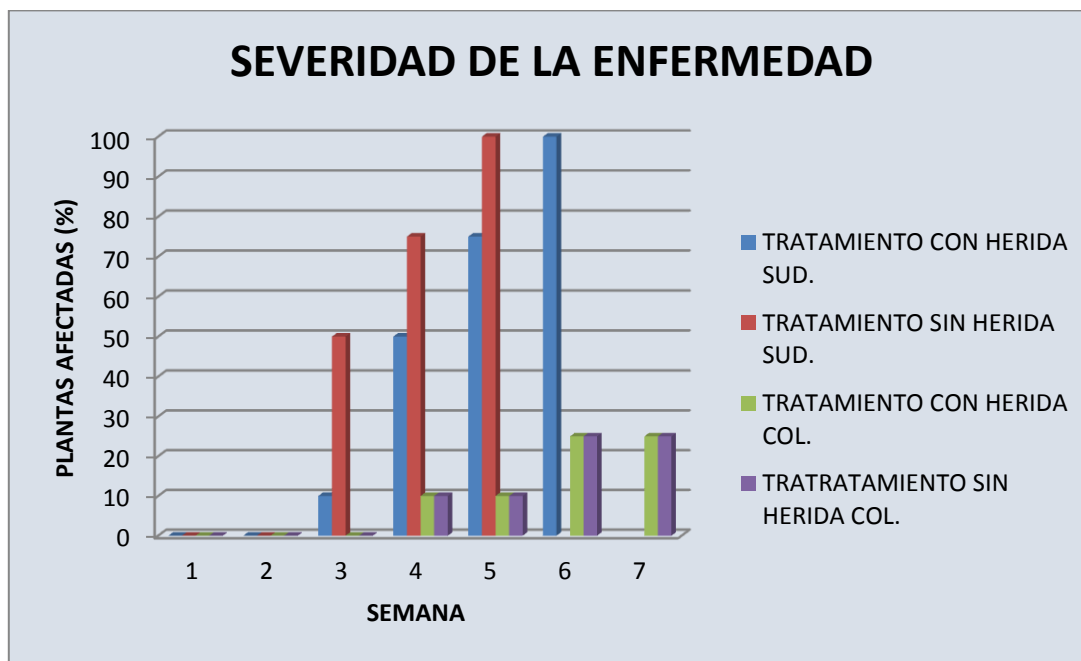
La colonización de la raíz ocurre durante las fases de desarrollo y elongación de la misma, en este proceso el ápice radical y las zonas de elongación juegan un papel fundamental ya que son zonas de alta liberación de exudados, si estos exudados no promueven la interacción planta-patógeno el ataque por parte del microorganismo puede verse restringido o desarrollarse de una manera más lenta (Schroth,1961); por lo que resulta de gran importancia determinar las diferencias en la producción de exudados en ambas variedades.

### **5.3.6 SEVERIDAD DE LA ENFERMEDAD**

Una vez realizada la comparación entre las dos variedades se pudo determinar que el ecotipo Sudáfrica presentó un grado de severidad mayor que la variedad Colombia; en la tercera semana post-inoculación se observó que en el tratamiento sin heridas, todas las plantas de la variedad Suráfrica se encontraron afectadas, mientras que en el tratamiento realizado con heridas solamente el 10% de las plantas presentaron los síntomas de la enfermedad. Sin embargo en las mediciones realizadas a partir de la semana siete, las plantas sometidas a los dos tratamientos alcanzaron un 100% de severidad de la

enfermedad. Es posible que durante el trasplante muchas raíces se puedan haber lesionado permitiendo con mayor facilidad la entrada del microorganismo por las lesiones producidas en los pelos absorbentes que son los responsables de la toma y translocación de agua y nutrimentos, características del patógeno tal como lo describe Nelson *et al*, 1981, Summerell *et al*, 2002.

En la variedad Colombia no se observó mayor diferencia entre los dos tratamientos, presentándose un grado de severidad y decaimiento general de las plantas muy similar, pero cabe resaltar que presentó un mejor desarrollo agronómico frente a la enfermedad que la variedad Sudáfrica. Hacia la cuarta semana después de la inoculación las plantas presentaban una severidad no mayor al 10%, sin embargo en el análisis realizado en la última semana de evaluación, la variedad Colombia para ambos tratamientos no presentó un porcentaje de severidad superior al 25% (Fig. 13).



**Fig. 13.** Comparación de la severidad de la enfermedad en las dos variedades y en los tratamientos establecidos.

Una vez realizadas las mediciones de las diferentes variables no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos de la misma variedad, pero si diferencias importantes entre ambas variedades, de esta manera se pudo determinar que el desarrollo de la enfermedad fue mucho más agresiva en la variedad Sudáfrica, lo que se

vio reflejado principalmente en un menor crecimiento, un menor desarrollo del sistema radical, y una afectación en general de toda la parte aérea de la planta, lo anterior se presentó de manera directamente proporcional al avance del patógeno por los vasos conductores de la planta, lo que da como resultado un mejor establecimiento y colonización de la planta.

Esto se pudo evidenciar de igual manera en los tratamientos de la variedad Colombia, donde el avance del patógeno al interior de los tallos fue mucho menor al igual que la expresión de síntomas, permitiendo un desarrollo mucho más estable en el tiempo de todas las plantas.

El desarrollo de la enfermedad en un tipo o variedad de planta específico no depende únicamente de la presencia de altas concentraciones del microorganismo en el suelo también es necesario que se presenten ciertos factores que permitan una correcta interacción como por ejemplo variedades susceptibles, patógenos adaptados a condiciones del suelo y a condiciones medio ambientales adecuadas, distribución en el suelo y especialmente conocer los ciclos de infección del microorganismo (Van Der Plank , 1983).

Estudios realizados por Pullman y DeVay (1981) ponen de manifiesto que existe una estrecha relación entre la densidad del inóculo en el suelo y la incidencia de la enfermedad, en estos factores influye de igual manera la virulencia del patotipo, que se verá reflejado de manera clara en la incidencia y severidad de la enfermedad.

## 6. CONCLUSIONES

- Se pudo determinar que el periodo de incubación de la enfermedad para la variedad Sudáfrica es de tres semanas, lo que limita en gran medida el normal desarrollo de las plantas y hace que la presencia del microorganismo en esta variedad sea bastante limitante, de igual manera se pudo determinar que el ataque del patógeno trae como resultado la expresión de síntomas y las consecuentes alteraciones fisiológicas típicas de la enfermedad como lo son menor desarrollo del sistema radical, clorosis y amarillamiento de las hojas, entorchamiento de las mismas y por último la muerte de la planta de manera mucho más prematura que en el ecotipo Colombia.
- No se observaron diferencias significativas en los dos tratamientos establecidos para la inoculación del patógeno con y sin heridas en la variedad Sudáfrica, ya que al final de las mediciones todas las plantas presentaron los síntomas de la enfermedad, llegando a ocasionar la muerte de las plantas, lo que muestra con claridad la facilidad de penetración del microorganismo y lo insuficiente que resultan ser las barreras físicas como medida de protección para las mismas.
- Esta misma situación se pudo comprobar en la variedad Colombia donde en ambos tratamientos se pudo observar una afectación y una aparición de los síntomas casi que simultáneamente, pero con una afectación no mayor al 25% de la cada una de las plantas durante las semanas de medición.
- Debido a lo anterior, se pudo concluir que la siembra de la variedad Sudáfrica no es una buena alternativa para ser tenida en cuenta en los sitios de cultivo dentro del manejo y control del marchitamiento vascular ocasionado por *F. oxysporum*, ya que la enfermedad en esta variedad presentó un grado muy alto de severidad y limita el desarrollo normal de las plantas.

## 7. RECOMENDACIONES

- Antes de la implementación de un cultivo es necesaria la realización del respectivo análisis de suelos que pueda ayudar a la identificación de este tipo de microorganismos responsables de causar grandes pérdidas económicas.
- Garantizar que todo el material de propagación que se utiliza se encuentre en buen estado fitosanitario limitando la propagación del patógeno a zonas productoras que se encuentran libres del ataque de la enfermedad, establecer buenas prácticas agrícolas que garanticen que diferentes tipos de abonos orgánicos que puedan ser utilizados en el cultivo se encuentren libres del patógenos que propaguen la enfermedad.
- Realizar nuevas investigaciones tendientes a evaluar el efecto de *F. oxysporum* en el ecotipo Kenia y el heteroinjerto “tochuva”.
- Realizar estudios de biología molecular que contribuyan a la identificación de posibles genes de resistencia contra el ataque de *F. oxysporum*, en las diferentes variedades comerciales que den indicios sobre la resistencia a la aparición de la enfermedad.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Agrios, G.N. 2005. Plant Pathology. Cuarta Ed. Academic Press, San Diego, C.A. 645p.
- Armstrong, G, M., 1981. Formae Speciales and races of *Fusarium oxysporum* causing wilt diseases, In: Fusarium: Diseases, Biology and Taxonomy. Nelson, P. Eds. The Pennsylvania State University, pp. 391- 399.
- Beckman, C. and E. Roberts. 1995. On the nature and generic basis for resistance and tolerance to wilt diseases of plants. *Advanced Botanical Research* 24(3):35-77.
- Booth, C. 1971. The genus *Fusarium*. Mycological institute. England. 237 pp.
- Díaz, A.; Smith, A.; Zapata, J. y Mesa, P. Avances en el manejo y control de *Fusarium oxysporum* en el cultivo de uchuva (*Physalis peruviana*). Bogotá: Corpoica, 2012. 24p.
- Dhingra, O. D., and Sinclair J. B. 1985. Basic Plant Pathology Methods. CRC Press. 355 pp.
- Estupiñàn, H. y Ossa, J. 2007. Efecto del agente causal de la marchitez vascular de la uchuva el hongo *Fusarium oxysporum*, sobre algunas solanáceas y otras especies cultivadas afectadas por formas especiales del microorganismo. Trabajo de grado Microbiología Agrícola. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias Básicas. Bogotá.
- Fischer, G. 2000. Crecimiento y desarrollo. p. 9-26. En: Flórez, V.J., G. Fischer y A.D. Sor (eds.). Producción, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). Unibiblos, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Forero de Rotta, M. C. y Quevedo, K. 2005. Marchitamiento vascular en Uchuva *Physalis peruviana* L. ocasionada por *Fusarium oxysporum*. En: Resúmenes XXVI Congreso de Ascolfi. Bogota Octubre 5-7.70p.
- Forero de La-Rotta, M. C. 2007. Manejo sostenible de enfermedades en Mora de Castilla (*Rubus glaucus*. Benth.) y uchuva (*Physalis peruviana* L.). Ponencia en XXVII Congreso de Ascolfi. Palmira. Octubre 10-13.
- French, E. y Theodore, T. 1980. Métodos de investigación fitopatológica. IICA, San, José de Costa Rica. 289 pág.

- Gómez, W. 2006. Plan de mercadeo para la comercialización de uchuva fresca en Alemania. Trabajo de grado Ingeniería Industrial. Universidad Javeriana. Facultad de Ingeniería. Bogotá. 62 p.
- Góngora, A. y P. Rojas 2006. Incidencia de las enfermedades en uchuva *Physalis peruviana* L. por estado fenológico y de acuerdo con la ubicación en los diferentes estratos de la planta, en el departamento de Cundinamarca. Trabajo de grado Microbiología Agrícola. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias Básicas. Bogotá. 87 p.
- Gordon, T. and R. Martyn. 1997. The evolutionary biology of *Fusarium oxysporum*. Annual Review of Phytopathology 35(1): 111-128.
- Griffin, G. J. 1969. *Fusarium oxysporum* and *Aspergillus flavus* spore germination in the rhizosphere of peanut. Phytopathology 59: 1214 – 1218.
- Haglund, W. and J. Kraft. 2001. Fusarium wilt. p. 14-16. In: Kraft, J.M. and Pflieger, F.L. (eds.). Compendium of pea diseases and pests. The American Phytopathological Society Press, Minnesota, USA. 84 p.
- Llácer. G., López. M. M., Trapero. A., Bello. A., 1997. Patología Vegetal. Tomos I y II. Grupo Mundi prensa. Madrid. España. Sociedad Española de Fitopatología. 695 pp.
- Menzel, M.Y. 1951. The cytotaxonomy and genetics of *Physalis*. Proceedings of the American Philosophic Society. 95:132-183.
- Nash, S. 1962. Quantitative estimations by plate counts of propagules of the bean root rot *Fusarium* in field soils. Phytopathology 52: 567 – 572
- Nelson, P. E., Tammen, R. y Baker, R. 1981. Life cycle and epidemiology of *Fusarium oxysporum*. 51-80. In M. E. Mace, A. Bell and C. C. H. Beckman. (Eds.). Fungal wilt diseases of plants. Academic Press. New York
- Palomares, E. 2009. Estudio de los mecanismos de interacción entre *Meloidogyne artiellia* y *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* en genotipos de garbanzo. Tesis doctoral.
- Pullman, G. S., Devay, J.E. 1981. Effects of soil flooding and paddy rice culture on the survival of *Verticillium dahlia* and incidence of *Verticillium* wilt in cotton. Phytopathology 71: 1285 – 1289.

- Quevedo, K.J. 2005. Reconocimiento de las principales enfermedades ocasionadas por hongos en el cultivo de uchuva (*Physalis peruviana* L.) en las zonas de Cundinamarca y Boyacá. Trabajo de grado. Bogotá: Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia.
- Rodríguez, N.C. 2004. Estudio citogenético en *Physalis peruviana* L.: "uchuva" (Solanaceae). Trabajo de grado. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Schroth, M. 1961. Effects of host exudates on chlamydospore germination of the bean root rot fungus, *Fusarium solani* f sp phaseoli. *Phytopathology* 51: 359 – 393
- Summerell, A. Leslie, F. Backhousr, D. Bryden, L. Wayne, Burgess W. L. 2002. *Fusarium* Paul E. Nelson Memorial symposium. The American Phytopathological Society. ST Paul Minnesota. USA. 15-23 pp.
- Van Der Plank, J.E. 1963. Plant Disease. Epidemics and Control. Academic Press, N. Y. 349 pp
- World Health Organization, WHO/PCS/94.87 Data sheet on benomyl, Geneva, 1994. In: Pesticide News Pan-UK. 1997.



## 9. ANEXOS

### ANEXO A: Medios de cultivo utilizados en el estudio

#### PDA (AGAR PAPA DEXTROSA)

Medio de cultivo utilizado para el crecimiento y desarrollo de levaduras y hongos a partir de diferentes materiales. La infusión de papa como fuente de almidones y la dextrosa son la base para el buen desarrollo de los hongos. El pH bajo, alrededor de 3.5 reduce el crecimiento de bacterias.

Agar 15 g/L  
Dextrosa 20 g/L  
Infusión de papa 4 g/L

#### MEDIO DE CULTIVO KOMADA

Medio de cultivo utilizado para el aislamiento e identificación de *Fusarium oxysporum* de muestras de suelo.

K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 1g/L  
KCL 500 mg/L  
MgSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O 500 mg/L  
Fe-Na-EDTA 10 mg/L  
L-asparagina 2 g/L  
D-Galactosa 20 g/L  
Agar 15 g/L  
Pentacloronitrobenzeno 1 g/L  
Oxgall 500 mg/L  
Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub> 10 H<sub>2</sub>O 1 g/L  
Sulfato de estreptomicina 300 mg/L

El pH del medio se debe ajustar a 3.8 utilizando una solución de ácido fosfórico al 10%.

**ANEXO B**

**TABLA 1. FORMATO UTILIZADO PARA TOMAR LA INFORMACIÓN DE LA DIFERENTES EVALUACIONES EN LAS PLANTAS CONTROL Y LAS INOCULADAS**

<b>VARIEDAD EVALUADA:</b>	<b>TRATAMIENTO:</b>	<b>FECHA:</b>
VARIABLES	<b>OBSERVACION</b>	
ALTURA DE LA PLANTA		
SINTOMAS EN HOJAS		
DESARROLLO SISTEMA RADICAL		
COLORACIÓN SISTEMA RADICAL		
AVANCE DEL PATOGENO POR VASOS CONDUCTORES		

**TABLA 2. AVANCE DEL PATOGENO POR LOS VASOS CONDUCTORES EN LAS DOS VARIETADES Y EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS (cm)**

<b>SEMANA</b>	<b>TRATAMIENTO CON HERIDA SUDÁFRICA</b>	<b>TRATAMIENTO SIN HERIDA SÚDAFRICA</b>	<b>TRATAMIENTO SIN HERIDA COLOMBIA</b>	<b>TRATAMIENTO CON HERIDA COLOMBIA</b>
1	0	0	0	0
2	0	2	0	2.4
3	2	5.2	2.1	3.2
4	4.5	8	4.2	5.3
5	8.9	15	5.6	6.2
6	12.3	20	7.3	7.8
7	16.8	22.2	10.5	9.8

**TABLA 3. MEDICION SOBRE EN GRADO DE DECOLORACIÓN EN LOS TEJIDOS VASCULARES DE ACUERDO CON LA ESCALA PROPUESTA POR EL CIAT.**

<b>SEMANA</b>	<b>TRATAMIENTO CON HERIDA VARIEDAD SUDÁFRICA</b>	<b>TRATAMIENTO SIN HERIDA VARIEDAD SUDÁFRICA</b>	<b>TRATAMIENTO CON HERIDA VARIEDAD COLOMBIA</b>	<b>TRATAMIENTO SIN HERIDA VARIEDAD COLOMBIA</b>
1	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno
2	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno
3	Ligera	Ninguno	Ninguno	Ninguno
4	Intermedia	Ligera	Ligera	Ligera
5	Severa	Severa	Ligera	Ligera
6	Severa	Severa	Ligera	Ligera
7	Severa	Severa	Ligera	Ligera

ANEXO 3  
BIBLIOTECA ALFONSO BORRERO CABAL, S.J.  
DESCRIPCIÓN DE LA TESIS O DEL TRABAJO DE GRADO  
FORMULARIO

<b>TÍTULO COMPLETO DE LA TESIS DOCTORAL O TRABAJO DE GRADO</b>						
<b>COMPORTAMIENTO DEL ECOTIPO SUDAFRICA DE UCHUVA (<i>Physalis peruviana</i> L.) AL ATAQUE DEL AGENTE CAUSAL DEL MARCHITAMIENTO VASCULAR, EL HONGO <i>Fusarium oxysporum</i> Schleht.</b>						
SUBTÍTULO, SI LO TIENE						
<b>AUTOR O AUTORES</b>						
<b>Apellidos Completos</b>			<b>Nombres Completos</b>			
CORTÉS OROZCO			DAVID RICARDO			
<b>DIRECTOR (ES) TESIS O DEL TRABAJO DE GRADO</b>						
<b>Apellidos Completos</b>			<b>Nombres Completos</b>			
FORERO de LA ROTTA			MARÍA CLEMENCIA			
<b>FACULTAD</b>						
CIENCIAS BÁSICAS						
<b>PROGRAMA ACADÉMICO</b>						
<b>Tipo de programa ( seleccione con "x" )</b>						
Pregrado	Especialización	Maestría	Doctorado			
X						
<b>Nombre del programa académico</b>						
MICROBIOLOGÍA AGRÍCOLA Y VETERINARIA						
<b>Nombres y apellidos del director del programa académico</b>						
JANETH DEL CARMEN ARIAS PALACIOS						
<b>TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:</b>						
MICROBIOLOGO AGRICOLA Y VETERINARIO						
<b>PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o tener una mención especial):</b>						
<b>CIUDAD</b>		<b>AÑO DE PRESENTACIÓN DE LA TESIS O DEL TRABAJO DE GRADO</b>			<b>NÚMERO DE PÁGINAS</b>	
BOGOTÁ		2014			51	
<b>TIPO DE ILUSTRACIONES ( seleccione con "x" )</b>						
Dibujos	Pinturas	Tablas, gráficos y diagramas	Planos	Mapas	Fotografías	Partituras
		X			X	
<b>SOFTWARE REQUERIDO O ESPECIALIZADO PARA LA LECTURA DEL DOCUMENTO</b>						
Nota: En caso de que el software (programa especializado requerido) no se encuentre licenciado por la Universidad a través de la Biblioteca (previa consulta al estudiante), el texto de la Tesis o Trabajo de Grado quedará solamente en formato PDF.						

MATERIAL ACOMPAÑANTE					
TIPO	DURACIÓN (minutos)	CANTIDAD	FORMATO		
			CD	DVD	Otro ¿Cuál?
Vídeo					
Audio					
Multimedia					
Producción electrónica					
Otro Cuál?					
<b>DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVE EN ESPAÑOL E INGLÉS</b>					
Son los términos que definen los temas que identifican el contenido. (En caso de duda para designar estos descriptores, se recomienda consultar con la Sección de Desarrollo de Colecciones de la Biblioteca Alfonso Borrero Cabal S.J en el correo <a href="mailto:biblioteca@javeriana.edu.co">biblioteca@javeriana.edu.co</a> , donde se les orientará).					
ESPAÑOL			INGLÉS		
<i>Physalis peruviana</i>			<i>Physalis peruviana</i>		
<i>Fusarium oxysporum</i>			<i>Fusarium oxysporum</i>		
Marchitamiento vascular			Vascular wilt		
Ecotipo			Ecotype		
<b>RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS</b> (Máximo 250 palabras - 1530 caracteres)					
<p>Comportamiento del ecotipo Sudáfrica de uchuva al ataque de <i>Fusarium oxysporum</i>, microorganismo responsable de causar la enfermedad conocida como marchitamiento vascular, comparando el desarrollo de la enfermedad, la severidad de la expresión de los síntomas respecto a la variedad Colombia que se conoce presenta un grado de susceptibilidad muy alto al microorganismo, lo que se puede observar por el gran porcentaje de plantas afectadas que presentan la sintomatología típica de la enfermedad y que va a terminar con la muerte de las plantas, impidiendo el normal desarrollo de las plantas y limitando la producción del cultivo lo que va a desencadenar en grandes pérdidas económicas para el agricultor.</p> <p>South Africa ecotype behavior to attack cape gooseberry by <i>Fusarium oxysporum</i>, responsible for causing microorganism known as vascular wilt disease by comparing the development of the disease, the severity of symptom expression regarding the variety known Colombia having a degree of very high susceptibility to the organism, which can be seen by the large percentage of affected plants showing typical symptoms of the disease and it will end with the death of plants, preventing the normal development of plants and limiting production culture which will trigger large economic losses to farmers.</p>					