

Enfermedades fúngicas más importantes del cultivo de uchuva (*Physalis peruviana* L.) en los municipios de Cácuta, Mutiscua y Pamplona, Norte de Santander.

**Lucy Marley Ruiz Gaitan
Mayo de 2018**

**Universidad de Pamplona
Facultad de Ciencias Agrarias
Programa de Ingeniería Agronómica
Pamplona**

**Enfermedades fúngicas más importantes del cultivo de uchuva (*Physalis peruviana* L.)
en los municipios de Cécota, Mutiscua y Pamplona, Norte de Santander.**

**Presentado por:
Lucy Marley Ruiz Gaitán
1.124.828.648**

**Trabajo de investigación profesional presentado como requisito para optar por el título
de Ingeniero Agrónomo**

**Director
Leónides Castellanos Gonzales
Ingeniero Agrónomo
M.Sc. Ciencias Agrícolas
PhD. Ciencias Agrícolas**

**Codirector
Cristhian Jair Villamizar Valencia
Ingeniero Agrónomo**

**Universidad de Pamplona
Facultad de Ciencias Agrarias
Programa de Ingeniería Agronómica
Pamplona**

Pamplona, 25 de mayo de 2018

Señores:

Comité de Trabajo de grado
Departamento de Agronomía
Facultad Ciencias Agrarias
Universidad de Pamplona

Yo, Leónides Castellanos, de profesión Ingeniero Agrónomo; MSc. Ciencias Agrícolas; Ph D. Ciencias Agrícolas , identificado con Cédula de Extranjería No 612406 de Cúcuta, docente del programa de Ingeniería Agronómica adscrito a la Facultad de Ciencias Agrarias perteneciente al GIAS Grupo de Investigación de Ganadería y Agricultura Sostenible, me permito informar mi decisión de Aprobación y Autorización para Sustentación del trabajo de pregrado titulado: **Enfermedades fúngicas más importantes del cultivo de uchuva (*Physalis peruviana* L.) en los Municipios de Cácuta, Pamplona y Mutiscua, Norte de Santander.** de Lucy Marley Ruiz Gaitán, identificada con Cédula de Identidad No. 1124828648 de Puerto Gaitán, Meta, para optar el título de Ingeniero Agrónomo de la Universidad de Pamplona.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente,

Leónides Castellanos Gonzales
Cc 612406
Celular: 3166993265
Email: lcastell@gmail.com
leonides.castellanos@unipamplona.edu.co

Agradecimientos

Agradezco a las fuerzas que mueven nuestro planeta por haberme permitido coincidir en este camino tan maravilloso de la investigación.

A mis padres quienes con su ejemplo, apoyo y tenacidad me ayudaron a construir mi camino, a mi hermana por acogerme, y a mi hermano por enseñarme tanto.

A la familia Parra Peñalosa, por abrirme las puertas de su casa y acogerme en su familia, por el apoyo constante, *Doña Yolanda, Don José, Johana, Yolima, Mario y Óscar*, gracias totales.

A mi profesor y tutor Leónides Castellanos, por todo el conocimiento que me ha transferido, por ser maestro y amigo, a mi co-tutor Cristian Villamizar, por ayudarme en todo este proceso.

A todos los productores, quienes muy amablemente abrieron las puertas de sus predios para contribuir al conocimiento de este cultivo, a los auxiliares por su colaboración, a los docentes que dictan en el programa de ingeniería agronómica, sin sus conocimientos no hubiera sido posible. Agradezco especialmente a la profesora Xiomara Gisela Rivera Ochoa y al profesor Yesid Acevedo , quienes sin ningún interés aportaron su conocimiento a la realización de esta investigación.

Muchas gracias

Mayo 2018

Contenido

Resumen	10
Introducción	12
Capítulo 1	14
1. Problema	14
1.1 Planteamiento del Problema.....	14
1.2 Justificación.....	16
1.3. Objetivos	17
1.3.1 Objetivo General.	17
1.3.2 Objetivos Específicos.....	17
Capítulo 2	18
2. Marco de referencia.....	18
2.1 Antecedentes	18
2.1.1 Internacional.....	18
2.1.2 Nacional.	19
2.1.3 Regional.	21
2.2 Marco contextual.....	21
2.2.1 Departamento Norte de Santander.	21
2.2.2 La provincia de Pamplona.....	22
2.3 Marco teórico	23
2.3.1 Género <i>Physalis</i>	23
2.3.2 Generalidades de <i>Physalis peruviana</i> L.	24
2.3.3 Descripción morfológica de <i>Physalis peruviana</i> L.	25
2.3.4 Requerimientos ecofisiológicos del cultivo de uchuva (<i>Physalis peruviana</i> L.)	27
2.3.5 Enfermedades de origen fúngico en el cultivo de uchuva. (<i>Physalis peruviana</i> L.)	30
2.4 Marco legal.....	37
2.4.1 Resolución ICA 3593 del 2015.	37
2.4.2 Normas internacionales para medidas fitosanitarias n.º 16 (edición de 2005)	38
2.4.3 Normas internacionales para medidas fitosanitarias n.º 8 (edición de 2005)	38
2.4.4 Normas internacionales para medidas fitosanitarias n.º 6 (edición de 2005)	38
2.4.5 Reglamento trabajo de grado	38
2.4.6 Artículo 36 Modalidades de Trabajo de Grado.....	¡Error! Marcador no definido.
Capítulo 3	40
3. Metodología	40
3.1 Identificación de los agentes causales de las enfermedades fúngicas de la uchuva.....	40
3.1.2 Evaluación previa de la zona de estudio.	41
3.1.3 Colecta y procesamiento de muestras.	41

3.1.4 Aislamiento e identificación.	42
3.2 Estimación la incidencia y severidad de las enfermedades fúngicas de la uchuva en los municipios de Cócota, Pamplona y Mutiscua.	44
3.3 Valoración de la dinámica de las principales enfermedades de la uchuva en las condiciones de Pamplona.....	47
Capítulo 4.....	48
4. Resultados y Análisis	48
4.1 Identificación de los agentes causales.....	48
4.1.1 <i>Cercospora</i> sp.	49
4.1.2 <i>Phoma</i> sp.....	55
4.1.3 <i>Fusarium</i> spp.....	61
4.1.4 <i>Alternaria</i> sp.....	71
4.1.5 <i>Entyloma australe</i> Speg.	74
4.2 Estimación de la incidencia y severidad de las enfermedades fúngicas de la uchuva, en los municipios de Cócota, Pamplona y Mutiscua	76
4.2.1 Periodo seco: Incidencia y severidad de acuerdo a los municipios evaluados.....	76
4.2.2 Periodo seco: Incidencia y severidad de acuerdo a la edad de las plantas evaluadas	79
4.2.3. Periodo Lluvioso: Incidencia y severidad de acuerdo a los municipios evaluados	82
4.2.5 Periodo Lluvioso: Incidencia y severidad de acuerdo a las edades evaluadas.....	85
4.2.6 Comparación del comportamiento de las enfermedades en el follaje, y la incidencia de <i>Fusarium</i> sp. en los dos periodos evaluados en los municipios monitoreados.....	87
4.3 Valoración de la dinámica de las enfermedades de la uchuva en Pamplona.	90
4.3.1 Comportamiento de <i>Cercospora</i> sp. en las condiciones climáticas de Pamplona. .	90
4.3.2 Comportamiento de <i>Phoma</i> sp. en las condiciones climáticas de Pamplona.....	92
4.3.3 Comportamiento de <i>Alternaria</i> sp. En las condiciones de pamplona.	94
4.3.4 Comportamiento de <i>Fusarium</i> sp. en las condiciones de Pamplona.....	96
4.3.6 La humedad relativa y el comportamiento de las enfermedades	97
4.3.7 Relación entre las enfermedades evaluadas y la temperatura.	98
4.3.8 Comparación de la incidencia y del área bajo la curva del progreso de la enfermedad.....	99
4.3.9 Comparación de la severidad y el Área Bajo la Curva del Progreso de la enfermedad.....	101
5. Conclusiones	102
6. Recomendaciones.....	103
7. Bibliografía	104

Lista de tablas

Tabla 1. Clasificación taxonómica de <i>Physalis peruviana</i> L.....	24
Tabla 2. Clasificación taxonómica de <i>Cercospora</i> sp.....	30
Tabla 3. Clasificación taxonómica de <i>Phoma</i> sp.....	32
Tabla 4. Clasificación taxonómica de <i>Alternaria</i> sp.....	33
Tabla 5. Clasificación taxonómica de <i>Fusarium</i> sp.....	35
Tabla 6. Clasificación taxonómica de <i>Entyloma australe</i> sp.....	36
Tabla 7. Segmentación de edades de los cultivos evaluados.....	45
Tabla 8. Escala de grado específica para enfermedades foliares.....	46
Tabla 9. Incidencia y severidad de <i>Cercospora</i> sp. en los municipios evaluados: Muestreo 1	76
Tabla 10. Incidencia y severidad de <i>Phoma</i> sp. en los municipios evaluados: Muestreo 1.....	77
Tabla 11. Incidencia y severidad de <i>Entyloma australe</i> y <i>Alternaria</i> sp. e incidencia de <i>Fusarium</i> sp. en los municipios evaluados: Muestreo 1.....	78
Tabla 12. Incidencia y severidad de <i>Cercospora</i> sp. en las edades evaluadas Muestreo 1.....	80
Tabla 13. Incidencia y severidad de <i>Phoma</i> sp. en las edades evaluadas: Muestreo 1.....	81
Tabla 14. Incidencia y severidad de <i>Entyloma australe</i> y <i>Alternaria</i> sp. e incidencia de <i>Fusarium</i> sp. en las edades evaluadas: Muestreo 1.....	81
Tabla 15. Incidencia y severidad de <i>Cercospora</i> sp. en los municipios evaluados: Muestreo 2.....	83
Tabla 16. Incidencia y severidad de <i>Phoma</i> sp. en los municipios evaluados: Muestreo 2.....	83
Tabla 17. Incidencia y severidad de <i>Entyloma australe</i> y <i>Alternaria</i> sp. e incidencia de <i>Fusarium</i> sp. en los municipios evaluados: Muestreo 2.....	84
Tabla 18. Incidencia y severidad de <i>Cercospora</i> sp. en las edades evaluadas: Muestreo 2.....	85
Tabla 19. Incidencia y severidad de <i>Phoma</i> sp. en las edades evaluadas: Muestreo 2.....	86
Tabla 20. Incidencia y severidad de <i>Entyloma australe</i> y <i>Alternaria</i> sp. e incidencia de <i>Fusarium</i> sp, en las edades evaluadas: Muestreo 2.....	86

Lista de figuras

Figura 1: Planta de uchuva de 6 meses	25
Figura 2: Flor de uchuva, amarilla y con forma de campana.....	26
Figura 3: Baya amarilla brillante característica de <i>Physalis peruviana</i> L.....	26
Figura 4. Lesiones a simple vista causadas por <i>Cercospora</i> sp. en campo.....	50
Figura 5. Placas de Petri con <i>Cercospora</i> sp. en medio PDA	51
Figura 6. Placa de Petri al sexto día de incubada con <i>Cercospora</i> sp.....	52
Figura 7. Placa de Petri con <i>Cercospora</i> sp.	52
Figura 8. Morfología microscópica a partir del cultivo de <i>Cercospora</i> sp.	54
Figura 9. Síntomas a simple vista causados por <i>Phoma</i> sp. en campo.	56
Figura 10. Colonias formadas por <i>Phoma</i> sp en medio PDA	57
Figura 11. Colonia de <i>Phoma</i> sp. purificada al sexto día de incubada.	58
Figura 12. Colonia purificada de <i>Phoma</i> sp. al décimo día de ser incubada.	58
Figura 13. Picnidio en el fruto visto en estereoscopio.	59
Figura 14. Picnidio visto al microscopio en objetivo 40x.....	59
Figura 15. Morfología microscópica a partir del cultivo de <i>Phoma</i> sp.....	60
Figura 16. Síntomas generales por fusariosis.....	62
Figura 17. Colonia típica de <i>Fusarium solani</i> en medio PDA.....	64
Figura 18. Morfología microscópica a partir de cultivo de <i>Fusarium solani</i>	66
Figura 19. Colonia típica de <i>Fusarium oxysporum</i> en medio PDA	68
Figura 20.. Morfología microscópica a partir de un cultivo de <i>Fusarium oxysporum</i>	70
Figura 21. Lesiones causadas por <i>Alternaria</i> sp.	72
Figura 22. Placa de Petri, al décimo día de incubada con <i>Alternaria</i> sp en medio PDA.....	72
Figura 23. Morfología microscópica de <i>Alternaria</i> sp.....	73
Figura 24. Lesiones en la lámina foliar causadas por <i>Entyloma australe</i>	75
Figura 25. Envés de la hoja con los signos causados por <i>Entyloma australe</i>	75
Figura 26. Comparación del comportamiento de las enfermedades en Cúcota.	87
Figura 27. Comparación del comportamiento de las enfermedades en Pamplona.....	88
Figura 28. Comparación del comportamiento de las enfermedades en Mutiscua.....	89
Figura 29. Comportamiento de <i>Cercospora</i> sp. de acuerdo a las variables meteorológicas. ..	91
Figura 30. Comportamiento de <i>Phoma</i> sp. de acuerdo a las variables meteorológicas.	93
Figura 31. Comportamiento de <i>Alternaria</i> sp. de acuerdo a las variables meteorológicas.....	95
Figura 32. Comportamiento de <i>Fusarium</i> sp. de acuerdo a las variables meteorológicas.....	97
Figura 33. Comportamiento de la humedad relativa en los 8 meses de muestreo.	98
Figura 34. Temperaturas registradas en los 8 meses de muestreo.	99
Figura 35. Comparación de los niveles de incidencia de las enfermedades evaluadas.....	100
Figura 36. Comparación de la severidad de las enfermedades evaluadas.....	101

Lista de anexos

Anexo 1. Modelo de campo para cuantificar enfermedades.....	111
Anexo 2. Artículo científico “El cultivo de la Uchuva”.....	111

Resumen

La investigación se realizó en el periodo comprendido de agosto de 2017 a mayo de 2018 con el objetivo de determinar las enfermedades fúngicas más importantes del cultivo de uchuva (*Physalis peruviana* L.) en los municipios de Cácuta, Pamplona y Mutiscua., Norte de Santander. Se realizaron visitas de campo en los tres municipios y de laboratorio en la Universidad de Pamplona con el fin de realizar la identificación de los agentes causales de las enfermedades fúngicas de la uchuva, la estimación de la incidencia y severidad de estas en los municipios y la valoración de la dinámica bajo las condiciones meteorológicas de Pamplona. Se identificaron seis agentes causales de enfermedades: *Cercospora* sp., *Phoma* sp., *Alternaria* sp., *Fusarium oxysporum* Schlechtendahl emend. Snyder & Hansen., *Fusarium solani* (Martius) Appel & Wollenweber emend. Snyder & Hansen. y *Entyloma australe* Speg, siendo este último un nuevo informe para el departamento Norte de Santander en los municipios de Cácuta y Pamplona. En el periodo seco se observó una tendencia a ser mayor los niveles de *Cercospora* sp. y *Fusarium* spp. en Mutiscua y Cácuta y mayores los de *Phoma* sp. y *Alternaria* sp. en Mutiscua, mientras que en el periodo lluvioso se presentó una tendencia a que *Cercospora* sp. *Phoma* sp. y *Alternaria* sp. tuvieran mayor relevancia en Cácuta. Tanto en el periodo lluvioso como en el seco se manifestó una tendencia a que los valores de las enfermedades fueran mayores para las plantaciones de mayor edad. La dinámica de las enfermedades evaluadas en la parcela del CISVEB permitió establecer modelos polinomios y exponenciales de buen ajuste para estimar el comportamiento a través del tiempo, no obstante, las prácticas agronómicas influyeron de forma negativa en el desarrollo de las enfermedades. La dinámica de las enfermedades puso de manifiesto un mayor Área Bajo la Curva del Progreso de las Enfermedades (ABCPE) para

Cercospora sp. tanto en incidencia como severidad, seguida por *Phoma* sp., *Alternaria* sp. y por ultimo *Fusarium* sp.

Palabras clave: *Physalis peruviana* L., identificación, incidencia, severidad, dinámica.

Introducción

La uchuva (*Physalis peruviana* L.) es una fruta de origen andino, cultivada desde épocas ancestrales por los incas, no obstante, después del período colonial desapareció como cultivo potencial y su importancia ancestral se reduce a la menoscaba consideración de arbusto silvestre.

Esta planta pertenece a la familia de las solanáceas, y hace parte del género *Physalis*, el cual se caracteriza por la forma en que el cáliz envuelve al fruto, y por contener más de 100 especies con la capacidad de adaptarse a diversos tipos de suelo con pH de entre 5.5 y 6.8. Este frutal se adapta a un rango de altitudes que varían entre los 1.500 y 3.000 msnm, lo que la constituye como cultivo promisorio de la provincia de Pamplona (Fischer 2005).

La uchuva ha adquirido peso dentro de la actividad agrícola nacional desde la década de los ochenta, y a partir de esta fecha el incremento de áreas cultivadas se ha exacerbado a tal punto que el país pasó a ser el primer productor a nivel mundial, además, la uchuva es en la actualidad la segunda fruta con más números de exportaciones después del banano, el alto consumo a nivel internacional hace que este cultivo se expanda, y a su vez la planta sufra la transición de silvestre y semisilvestre a un cultivo netamente comercial, sin embargo, a pesar de ser una fruta prometedora para Colombia, y para el departamento de Norte de Santander, se cuenta con poca información acerca de las enfermedades de origen fúngico que atacan los cultivos a este lado del país (Manrique, 2006).

El éxito de los cultivos se basa en las estrategias empleadas para mantener un buen manejo integrado de plagas y enfermedades, debido a los criterios de calidad establecidos por las exportadoras que incluyen prohibiciones específicas de moléculas se hace complejo lidiar con ciertas enfermedades de origen fúngico, provocando pérdidas económicas de hasta un 40% (Cotes et al. 2012).

En la provincia de Pamplona se encuentran 4 municipios productores de uchuva, con las condiciones climáticas adecuadas para el cultivo, pero al ser una fruta relativamente nueva se desconoce el comportamiento de las enfermedades en este territorio, la carencia de información actualizada y confiable sobre problemas fúngicos en la uchuva, afecta gravemente a los productores.

A pesar del aumento de lotes comerciales que ha presentado el cultivo de uchuva en Norte de Santander, la producción se ha visto acotada por problemas fitosanitarios de distintas magnitudes, entre los que se encuentran enfermedades de origen fúngico como; marchitez vascular (*Fusarium* sp.) quien ha provocado la necesidad de migrar de este cultivo a otros, pues la agresividad del patógeno ha provocado que genere resistencia mediante clamidiosporas, además, se encuentran enfermedades foliares tales como la mancha gris (*Cercospora* sp.) causante de pérdidas económicas por las lesiones que ocasiona en los frutos. La uchuva también puede ser susceptible a otros patógenos de origen fungoso como, la muerte descendente (*Phoma* sp.) conocida por la capacidad de atacar en cualquier estado de desarrollo tallos, ramas, hojas y cáliz, la mancha negra de las hojas (*Alternaria* sp.) (Ariza, 2000; Blanco, 2000; Angulo, Cooman, Niño y Espinosa, 2001 y por último el carbón de la hoja (*Entyloma australe* Speg. 1880) una enfermedad poco frecuente en la provincia, con un solo reporte en la zona del municipio de Cácuta hace tres años.

Con la identificación, el monitoreo, y el análisis del comportamiento de estas enfermedades fúngicas del cultivo de uchuva, es posible determinar cuáles son una limitante crítica para los municipios productores.

Capítulo 1

1. Problema

1.1 Planteamiento del Problema

El cultivo de uchuva presenta varios problemas fitopatológicos durante el ciclo vegetativo, entre ellos se encuentran los microorganismos de origen fungoso, capaces de afectar seriamente la economía del productor al elevar los costos de sostenimiento de los lotes, y las pérdidas a niveles críticos. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica, 2014, p. 37). Según Gómez y Núñez (2014) la uchuva es una planta que aún está en proceso de domesticación, esto conduce a la necesidad de indagar con estudios serios la epidemiología de las enfermedades a la que es susceptible, para poder articular estrategias integrales de control que permitan obtener frutos con la menor cantidad de productos de síntesis química, además, los productores que exportan deben conocer sobre la situación de las plagas y cumplir con las reglamentaciones de importación, que evitan el envío de cargas infestadas de plagas reglamentadas por el país importador, lo que permite evitar la distribución global de plagas (Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias, 2005). El Concejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES, 2005), afirma que en el país hay productos calificados con potencial exportable, pero debido a su inadmisibilidad sanitaria, Colombia estuvo en riesgo de perder exportaciones de uchuva hacia estados unidos, por no contar con registros de moléculas aprobadas, es por esto que el ICA cada año publica la lista de los plaguicidas permitidos.

Góngora y Rojas (2006) Encontraron en un estudio realizado en el departamento de Cundinamarca que cuando la plantación se encuentra en un pico de producción, es decir, en la edad de 8 a 12 meses es más susceptible a sufrir ataques de enfermedades fúngicas foliares, mientras que en edad de vivero se encontró con mayor incidencia *E. australe*, y por último

concluyeron que la enfermedad más limitante para el cultivo de uchuva es *F. oxysporum*, por su alta incidencia, y la aparición en todo el estadio fenológico, ocasionando grandes pérdidas monetarias.

También en el departamento de Antioquía, Silva (2006) evaluó 14 fincas productoras con base en 100 plantas por cada una, en el municipio de Santa Elena, y 1000 plantas para la empresa Caribbean Exotics, en el municipio de La Unión, allí encontró que el orden de las enfermedades más limitantes para esta zona del país era *F. oxysporum*, seguido por *Cercospora* sp. y *Phoma* sp. Concluyó que *Phoma* sp. y *Cercospora* sp. se consideran de alta importancia económica por su afección a frutos, incidiendo de forma directa con la calidad, y la viabilidad para la exportación. En cuanto a *F. oxysporum* registró que los ataques de la enfermedad van desde los 4 meses hasta los 10 meses donde afirma que la incidencia de esta se reduce.

Lo anterior señala como más indispensable método para desplegar el mercado de la fruta a destinos internacionales: la puesta en marcha de un diagnóstico específico en los cultivos de uchuva del país a través del cual se determinen los patógenos, y realizar estrategias de control integrales que permitan el movimiento y la expansión de la fruta en el mercado extranjero.

Norte de Santander es un departamento que posee condiciones climáticas adecuadas para el desarrollo del cultivo de uchuva, la información escasa y desactualizada sobre este, hace que las estrategias de control para enfermedades de origen fúngico sean exiguas, ocasionando el uso desmedido de agroquímicos, que dejan en la fruta un alto grado de residualidad transformándola en tóxica para los seres humanos. Por otra parte, es de suma importancia la identificación de los agentes causales, la distribución que tiene en las zonas productoras de Norte de Santander y la severidad que alcanza según su dinámica estacional, lo que permite el reflejo de patrones que indican como se debe actuar ante posibles infestaciones.

1.2 Justificación

La uchuva colombiana ha ganado un espacio importante en la dieta europea, lo que implica un aumento de lotes comerciales en las distintas zonas productoras del país. Las enfermedades de origen fúngico constituyen una limitante de producción, a consecuencia de esto es necesario conocer su etiología además de las variaciones de estas y de este modo efectuar controles preventivos como curativos.

Determinar la incidencia y severidad, además de profundizar en la epidemiología de las enfermedades a las que es susceptible el cultivo de uchuva de los municipios de Cácula, Pamplona y Mutiscua (Norte de Santander) permite la reducción de pérdidas y la adopción de nuevas tecnologías por parte de los productores

Por otra parte, el modelamiento de la dinámica de las enfermedades fúngicas en el municipio de Pamplona permite incursionar en el manejo de problemas fitosanitarios de acuerdo a fórmulas matemáticas, mediante la predicción del comportamiento de estas según las condiciones climáticas estas a su vez servirán para hacer aportes a los sistemas de manejo, fechas de controles preventivos, con la consiguiente reducción de los costos de protección. La capacitación acerca de los problemas fitosanitarios, la relación con los factores ambientales y el manejo del cultivo permitirán educar al productor y crear conciencia acerca de la importancia de planificar las actividades fitosanitarias-epidemiológicas para el cultivo de uchuva.

Las enfermedades origen fungoso son una limitante para la producción de uchuva en Norte de Santander, en los municipios de Cácula, Pamplona y Mutiscua, se cuenta con distintas altitudes, esto causa que dichas patologías se expresen en distintos grados de severidad. Este sondeo de enfermedades permite comparar la distribución de los patógenos según las otras zonas productoras a las que se han estudiado como Antioquía y Cundinamarca.

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo General.

Determinar las enfermedades fúngicas más importantes del cultivo de uchuva (*Physalis peruviana* L.) en los municipios de Cúcota, Pamplona y Mutiscua., Norte de Santander.

1.3.2 Objetivos Específicos.

- Identificar los agentes causales de las enfermedades fúngicas de la uchuva.
- Estimar la incidencia y severidad de las enfermedades fúngicas de la uchuva, en los municipios de Cúcota, Pamplona y Mutiscua.
- Valorar la dinámica de las principales enfermedades de la uchuva en función de las condiciones meteorológicas y fenológicas del lote en la parcela del CISVEB ubicado en el municipio de Pamplona, Norte de Santander.

Capítulo 2

2. Marco de referencia

2.1 Antecedentes

Como antecedentes que sustentan el presente trabajo de investigación se toma como referencia estudios internacionales, nacionales y regionales.

2.1.1 Internacional.

Herrera (2016) evaluó los efectos de las coberturas vegetales en los cultivos de uchuva presentes en Cantón Huaca, Provincia Del Carchi, Ecuador, donde encontró que las poblaciones de hongos se mantuvieron en un rango adecuado, el cual está 105 y 106 ufc /g suelo, teniendo en cuenta que encontró 67812 ufc/gr de suelo en el momento inicial y 195000 ufc/g de suelo al final del experimento.

Así mismo Moreno (2013) en los caseríos del distrito de Magdalena, Perú, realizó un estudio sobre las enfermedades fungosas en uchuva, y encontró varios patógenos que limitaban las producciones entre los cuales se encuentran; marchitamiento y muerte regresiva inducido por *Fusarium* sp., a nivel del sistema radicular. Manchas foliares inducidas por *Cercospora* sp., *Alternaría* sp., *Entyloma australe*. Sin embargo, pudo diferir que *Fusarium* sp.; es una enfermedad limitante desde el estado de plántula hasta la finalización del periodo vegetativo de la planta. La mancha gris causada por *Cercospora* sp., se presentan en cualquier estado fenológico de la planta de preferencia a partir del establecimiento en campo definitivo, siendo más severas en épocas de alta pluviosidad. La necrosis carbonosa en uchuva fue inducida por *E. australe*, un patógeno reportado por primera vez en el Perú.

Por otra parte, Fischer et al., (2014) en el artículo importancia y cultivo de la uchuva, indican que entre las enfermedades más importantes están: el marchitamiento vascular, causado por el

patógeno *Fusarium oxysporum* Schlechtendahl emend. Snyder & Hansen., siendo responsable de los ataques más severos causando afectaciones en las plantaciones de tal forma que ocurre el abandono al cultivo por parte de los agricultores. La muerte descendente es muy frecuente en ambientes que presentan humedad y temperatura baja, manifestando síntomas sobre tallos, ramas, peciolos, cálices y frutos como lesiones de color amarillo a cobrizo. Su presencia es más frecuente en cultivos mal tutorados y con drenaje pobre. Otras enfermedades reportadas, pero de menor incidencia son: pudrición algodonosa (*Sclerotinia sclerotiorum*; (Lib.) de Bary) antracnosis (*Colletotrichum* sp.), moho gris y distintas bacteriosis. La planta de uchuva se ve expuesta a múltiples enfermedades que afectan su desarrollo, trayendo como consecuencia un producto final que no cumple con los estándares de calidad requeridos.

Calua y Vásquez (2017) afirman que, en Cajamarca, Perú, los cultivos de uchuva están en su gran mayoría, en manos de pequeños productores empíricos con tecnología rudimentaria que usan agroquímicos periódicamente, sin tener en cuenta el requerimiento específico, o si existen o no plagas y enfermedades que lo ameriten, trayendo consigo el aumento en la cantidad de residuos en la fruta y esto ha sido un factor limitante para establecer relaciones de exportación.

Fernández (2015) en su trabajo titulado “Evaluación de sustratos en la producción de plántulas de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.)” menciona las ventajas de usar sustratos a la hora de realizar menores controles de enfermedades en la etapa de germinadores, lo que aumenta la calidad inocua de la planta, además de esto menciona la poca eficacia de solarizados y controles químicos.

2.1.2 Nacional.

Góngora y Rojas (2006) en su investigación, determinaron que la enfermedad más limitante del cultivo de uchuva es *Fusarium oxysporum* Schlechtendahl emend. Snyder & Hansen, por su

agresividad y por su ataque en plántulas, además, encontraron que *Cercospora* spp. alcanzó niveles de importancia económica alta, por su incidencia en el follaje, esto en la zona 1 muestreada. Sin embargo, en la zona 2 las enfermedades con mayor incidencia fueron *Phoma* sp. Causando mayores daños en el cáliz, y a *E. australe* Speg. con daños en severos en hojas. De este estudio se concluyó que las plantas más susceptibles son las que tienen edades entre 8 a 12 meses, además no encontraron enfermedades como *Alternaria* sp., *Pythium* sp., *Sclerotinia* sp. y *Botrytis* sp. Siendo estas reportadas en otras investigaciones.

Silva (2006) encontró que, en el municipio de la Unión, Antioquia, las enfermedades más limitantes de las plantaciones fueron; *F. oxysporum* Schlechtendahl emend. Snyder & Hansen, que ataca el cultivo desde que la planta inicia producción es decir a los 4 meses hasta que esta baja, en promedio a los 10 meses; *Cercospora* sp. y *Phoma* sp., fueron enfermedades que se presentaron en diferentes etapas fenológicas, pero con mayor frecuencia, después de que la planta cumpla tres meses, y con la intensidad de las lluvias. Finalmente se concluyó que estas tres enfermedades se consideran de gran importancia económica debido al ataque en frutos, lo que incide en forma directa en la calidad.

Forero de-la Rotta (2014) en el libro Uchuva, Fruta andina para el mundo describió que los cultivos son afectados por varias enfermedades, que a medida que pasa el tiempo, la incidencia y severidad se hacen más agresivas. *F. oxysporum* se posiciona como la enfermedad de origen fungoso más importante, pues causa el desplazamiento de cultivos desde Cundinamarca hacia Boyacá, debido a la falta de conocimiento sobre el manejo por parte de los productores. Sin embargo, también se encuentran problemas foliares de importancia como los causados por el carbón blanco de la hoja, *E. australe*, el cual se presenta desde plántulas, hasta plantas jóvenes. Cuando la etapa de producción pasa, el hongo *Phoma* sp. ataca hojas, tallos y capachos

rezagados, ocasionando necrosis en los tejidos infectados. Además, menciona que *Cercospora* sp. aparece con frecuencia sobre hojas y cáliz, disminuyendo calidad del producto a exportar en fresco, la infección ocurre mayormente cuando hay periodos cortos de lluvia, seguidos de una temperatura alta. Durante la etapa de poscosecha las enfermedades ocasionadas por los hongos *Botrytis cinérea* Pers.:Fr. *Cladosporium* sp., y algunas especies de *Ensañara* y *Penicillium*, ocasionan pérdidas de importancia económica cuando el fruto se exporta hacia los mercados europeos, favorecido por las condiciones de humedad que se presentan en los recipientes destinados a la exportación.

Cotes et al. (2012) encontraron aislamientos que posteriormente fueron clasificados como *Fusarium solani*, esta fusariosis también afectó las plantas de uchuva, siendo un nuevo descubrimiento pues no había sido reportada para este cultivo, también se encontró *Fusarium pseudocircinatum* O'Donnell & Nirenberg.

2.1.3 Regional.

Silva, Jaramillo y Marín, (2009) realizaron la caracterización genética de aislamientos de *Phytophthora infestans* en las zonas productoras de papa de los departamentos de Antioquia, Boyacá, Cundinamarca y norte de Santander (Colombia), encontrando un aislamiento con tipo de apareamiento A2 procedente de uchuva (*Physalis peruviana* L.), además de un muy bajo nivel de variación en la población analizada, la cual fue primordialmente asociada al linaje EC-1, aunque se encontraron tres variantes (COL-1, COL-2 y EC-1.1) con diferencias menores con respecto a este linaje.

2.2 Marco contextual

2.2.1 Departamento Norte de Santander.

El departamento Norte de Santander está ubicado al nororiente del país, en la zona de la frontera

con la República Bolivariana de Venezuela; geográficamente se localiza entre los 06°56'42' y 09°18'01'' de latitud norte y los -72°01'13'' y -73°38'25'' de longitud oeste.

Limita por el norte y el oriente con la República Bolivariana de Venezuela, por el sur con los departamentos Arauca y Boyacá, y por el occidente con los departamentos Santander y Cesar.

Hace parte de la Región Andina, la más densamente poblada del país, junto con los departamentos Antioquia, Boyacá, Caldas, Cundinamarca, Huila, Santander, Quindío, Risaralda y Tolima. (Hurtado, 2014). Su capital, Cúcuta, se caracteriza por ser epicentro comercial, debido a que está bastante próxima a Venezuela, razón por la cual el intercambio de bienes predomina en el municipio.

El departamento consta de una extensión de 22,130 km², que equivale al 1.91% del territorio nacional, lo comprenden 40 municipios y 108 corregimientos, distribuidas en seis subregiones que son: Norte; Tibú, Bucarasica, El Tarra y Sardinata; Oriental; Cúcuta, El Zulia, Los Patios, Puerto Santander, San Cayetano y Villa del Rosario; Occidental; Abrego, Cáchira, Convención, El Carmen, Hacarí, La Esperanza, La Playa, Ocaña, San Calixto y Teorema; Centro; Arboledas, Cucutilla, Gramalote, Lourdes, Salazar Santiago y Villacaro; Sur oriental; Bochálema, Chinácota, Durania, Herrán; Ragonvalia, Labateca y Toledo y Sur Occidental o provincia de Pamplona; Cécota, Chitagá, Mutíscua, Pamplona, Pamplonita y Silos, que representan el 2,4% de la superficie total del país y el 10,3% de la Región Andina. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (MADR, 2006).

2.2.2 La provincia de Pamplona.

La provincia de pamplona está compuesta por cinco municipios, Pamplona, Pamplonita, Cécota, Mutiscua y Santo Domingo de Silos, en tres de estos se realizarán los muestros; Cécota con una altitud media de 2465 msnm y temperatura media de 15°C, con una precipitación anual de 1000

mm ; Mutiscua, con una altitud media de 2600 msnm y una temperatura media de 14°C, con una precipitación anual de 947 mm; y Pamplona con una altitud media de 2586 msnm y una temperatura media de 14°C, con una precipitación media anual de 1042 mm (Pamplona, 2015)

Esta región se caracteriza por sus actividades agrícolas, entre las que destacan la producción de Durazno, Curuba, Gulupa, Ciruela, Papa, Tomate de árbol, Lulo, Maíz, Hortalizas, Uchuva entre otras, siendo pilares fundamentales para el desarrollo de la región (Alcaldía de Pamplona, 2016)

2.3 Marco teórico

2.3.1 Género *Physalis*.

El género *Physalis* tiene origen en el continente americano, su distribución abarca desde América del sur, las Antillas, Centroamérica, México hasta Estados Unidos, también se han reportado algunos ejemplares en Europa. *Physalis* es uno de los géneros con más especies reportadas en la familia de las solanáceas, abarcando 90 especies. México es el centro de diversidad de esta especie, pues 70 de estas son endémicas de este país. Actualmente cerca de 19 especies son cultivadas para su consumo, sin embargo, se registra que sólo *P. alkekengi*, *P. grisea*, *P. peruviana*, *P. angulata*, *P. Pubescens* y *P. ixocarpa* Brot Ex Hornem, son cultivadas de forma intensiva (Castro, Puentes y Botía, 2014).

Este género se caracteriza principalmente por el cáliz que desarrolla durante la fructificación este crece y se alarga cubriendo totalmente la baya, y queda colgado en forma de vejiga, por esta forma de crecimiento del fruto se hace sencillo reconocer a las especies pertenecientes *Physalis*. Normalmente *Physalis* es un género con plantas perennes, de vida relativamente corta (Dostert, Roque, Cano, La Torre, Weigend, 2012). En Colombia este género se encuentra distribuido en la

región andina, mayormente como planta silvestre e inclusive maleza, sin embargo, desde hace algunos años se ha venido manejando como explotación comercial (Zuluaga, 2013).

2.3.2 Generalidades de *Physalis peruviana* Linneo.

La especie *Physalis peruviana* L. es una planta perenne, de tipo arbustivo y ramificado, tiene un hábito de crecimiento indeterminado y rastrero, su altura puede oscilar entre 1.0 – 2.0 metros, esto depende del cuidado y labores agronómicas realizadas en el cultivo. La clasificación de la planta se muestra en la Tabla 1 (Muniz et al., 2014).

La radiación emitida por el sol favorece de forma directa la fructificación de la uchuva permitiendo que se realice fotosíntesis en el cáliz; que contiene la fruta, y las hojas contiguas. La planta antiguamente era considerada una maleza, y vivía en asociación con demás plantas y en bosques que les proporcionaban sombra (Verheij y Coronel, 1991).

La uchuva tiene una plasticidad fenotípica amplia, pero las temperaturas promedio optimas anuales deben estar entre 13 y 16° (Fischer & miranda, 2012). Las temperaturas excesivamente altas producen atrofia miento en la planta en sus épocas de floración y en la fructificación (Wolff, 1991). El agua en este cultivo cumple funciones vitales, debe estar de forma constante en este debido al crecimiento indeterminado de la planta, y para el adecuado desarrollo vegetativo y la reproducción, más enfáticamente en el cargado de fruto, (Fischer y Miranda, 2012)

Tabla 1.
Clasificación taxonómica de Physalis peruviana L.

Clasificación taxonómica	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Genero	<i>Physalis</i>
Especie	<i>Physalis peruviana</i> L.

Nota: Fuente Muniz Et al., 2014

2.3.3 Descripción morfológica de *Physalis peruviana*.

Esta planta es de habito arbustivo, con un buen manejo a nivel de cultivo puede vivir durante más de dos años lo que la convierte en un arbusto perenne, sus hojas se caracterizan por su forma acorazonada y la presencia de bellos pubescentes, puede alcanzar una altura promedio de 1-1,5 m, las ramas de esta planta pueden tener un mayor desarrollo que la rama principal lo que se denomina crecimiento simpodial (Brücher, 1977). En el momento en que el tallo o rama principal ha formado un promedio de 10 nudos, presenta dos ramificaciones, los cuales producen cuatro tallos con la capacidad de cargar frutos. Cuando se realizan labores agronómicas como el tutorado y la poda, estas plantas alcanzan máximos de crecimiento de 2 m. (Figura 1.)



Foto: Autor.



Foto: Autor.

Figura 1: Planta de uchuva de 6 meses **a**. Planta de uchuva de 3 meses **b**. (*Physalis peruviana* L.)

Las flores amarillas y en forma de campana se polinizan por acciones abióticas como lo es el viento, y factores bióticos como los insectos (National Research Council, 1989), mientras que, Gupta y Roy, (1981) señalan que la autopolinización es una práctica común (Figura 2)



Foto: Autor.

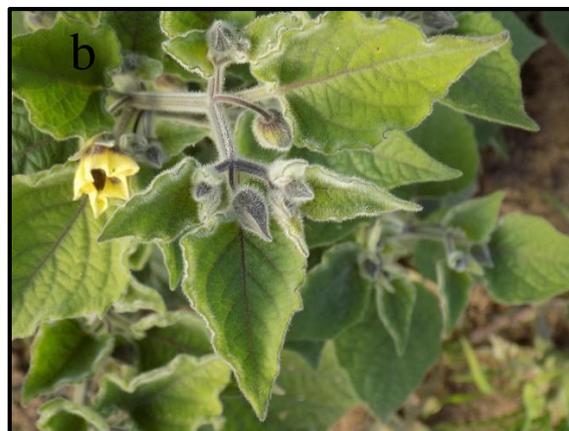


Foto: Autor.

Figura 2. **a.** Flor de uchuva, amarilla y con forma de campana **b.** Botones florales de uchuva. (*Physalis peruviana* L.)

Una de las más resaltadas características de la uchuva es la forma en la que el cáliz envuelve el fruto, el cual es pequeño al inicio del crecimiento de la fruta, se desarrolla hasta el punto de formar un vejigón de unos 4-5 cm, encerrando el fruto (Brutcher, 1989). Un indicador de que el fruto está maduro es el color café claro y la textura pergaminosa que adquiere el cáliz o capacho.

En climas más cálidos la planta puede florecer y fructificar durante todo el año (Acuerdo de Cartagena, 1990). Posee frutos en forma de bayas amarillas brillantes que miden entre 1,25 y 2,5 cm de diámetro y pesan alrededor de 4-10 g, contiene entre 100 y 300 semillas, con una forma aplanada (Figura 3).



Foto: Autor.



Foto: Autor.

Figura 3: **a.** Baya amarilla brillante característica de *Physalis peruviana* L., **b.** Fruto verde envuelto por el cáliz

2.3.4 Requerimientos ecofisiológicos del cultivo de uchuva (*Physalis peruviana* L.)

2.3.4.1 Luz.

La radiación emitida por el sol favorece de forma directa la fructificación de la uchuva permitiendo que se realice fotosíntesis en el cáliz; que contiene la fruta, y las hojas contiguas. La planta antiguamente era considerada una maleza, y vivía en asociación con demás plantas y en bosques que les proporcionaban sombra (Verheij y Coronel, 1991). Fisher (2000) afirmó que la uchuva Bajo invernadero, tiende a un mayor crecimiento longitudinal y lateral de las ramas en comparación con el campo abierto, donde la luz ultravioleta y la menor temperatura restringen un desarrollo muy exuberante. La uchuva se clasifica como una planta cuantitativa de día corto, esto hace referencia a que necesita un fotoperiodo corto de en promedio 8 horas al día, estimula la inducción floral, relacionado con 16 horas (Heinze y Midash, 1991)

2.3.4.2 Temperatura.

La uchuva tiene una plasticidad fenotípica amplia, pero las temperaturas promedio óptimas anuales deben estar entre 13 y 16° (Fischer y Miranda, 2012). Las temperaturas excesivamente altas producen atrofio en la planta en sus épocas de floración y en la fructificación (Wolff, 1991). Por las características mencionadas anteriormente se confirma que es una planta de clima frío, además, se registra una temperatura base de 6,3°C, en la que esta desarrolla el crecimiento del tallo y la formación de nudos (Salazar et al., 2008), sin embargo, si las temperaturas nocturnas, descendes por debajo de 10 °C de forma constante, la uchuva corre el riesgo de no prosperar, y tener un desarrollo escaso. Por el contrario, si se datan temperaturas de entre 15 y 22°C, hay un notorio crecimiento exponencial de la hoja, (National Research Council (1989), ahora bien, si la temperatura llega a más de 29 °C se origina un crecimiento longitudinal de ramas muy altas, con una gran cantidad de nudos y frutos, pero a su vez se retrae el crecimiento de hojas y frutos,

quedando como consecuencia estos más pequeños que los de una planta norma (Fischer y Lüdders 1992).

2.3.4.3 Altitud.

Los lugares con alturas promedio de 1800 y 2800 msnm son los que reflejan el potencial óptimo del cultivar (Fischer y Angulo, 1999), sin embargo, en altitudes que van desde los 2200 y los 2400 msnm se han podido evidenciar cosechas con un índice de producción alto, teniendo en cuenta que estos rendimientos se dan por el microclima creado a partir de las densidades de siembra y el adecuado manejo del cultivo. A medida que la altitud se hace mayor la planta se adapta a las condiciones de menor temperatura y la radiación ultravioleta, respondiendo con un porte bajo y hojas más reducidas y gruesas, además de estas características, el primer pico de producción se alarga, es importante tener en cuenta el promedio óptimo de altitudes pues le confieren al cultivo mayor estabilidad fitosanitaria, ya que por el contrario en elevaciones bajas, la planta se ve con mayor incidencia de enfermedades y plagas, reportándose también reducciones en los ciclos de producción (Galindo y Pardo, 2010).

3.3.4.5 Agua.

El agua en este cultivo cumple funciones vitales, debe estar de forma constante en este debido al crecimiento indeterminado de la planta, y para el adecuado desarrollo vegetativo y la reproducción, más enfáticamente en el cargado de fruto (Fischer, 2012). Las precipitaciones por año deben promediar entre los 1000 y 1500 mm, estos deben estar distribuidos en todo el ciclo del cultivo, además de esto la humedad relativa debe oscilar entre los 70 y 80% (Angulo, 2003). Se debe evitar humedades altas en los tiempos de recolección, pues causa deterioro en la baya, se reporta también el estancamiento del crecimiento del fruto, además el anegamiento en poco tiempo (horas) causa ahogamiento y muerte del sistema radicular (Flórez et al., 2000).

3.3.4.6 Suelos.

Los suelos aptos para el cultivo de uchuva son aquellos que poseen una estructura granular, de textura franco-arenosa o franco-arcillosa, con un contenido de materia orgánica mayor al 3%, el pH debe oscilar entre los 5,5 y 6,5, de fácil acceso al sistema radical (Almanza, 2012).

Estas características adecuadas de suelo se hacen necesarias para que la planta tenga aireación y no se ahogue, además de esto un buen drenaje que permite la absorción adecuada de nutrientes y la cantidad requerida de agua para su buen desarrollo (Angulo, 2005). La profundidad efectiva de 60 cm le asegura al cultivo un óptimo desarrollo radical con niveles freáticos de 1m (Miranda, 2005). La uchuva requiere de suelos con buena aireación y drenaje, esto con el fin de que las raíces tengan una profundidad efectiva adecuada de 60 cm y puedan entrar sin dificultad y así mismo disponer de la cantidad necesaria de agua y nutrientes (Angulo, 2005). Es decir que los suelos con textura franco arenosa o franco arcilloso, sueltos y de estructura granular, con contenidos altos de materia orgánica mayor a 3% y un pH que oscile entre 5.5 y 6.5 permiten a la planta un crecimiento optimo (Fischer y Angulo, 1999). Sin embargo, en Nueva Zelanda se halló que con suelos altamente fértiles el crecimiento de la planta es abundante volviéndose de difícil manejo, es por esto que se prefiere cultivar en suelos pobres y secos, y de este modo limitar el crecimiento de la planta e inducir la producción rápida de fruto (Klinac, 1986)

3.3.4.7 Humedad relativa del aire.

Según Fischer y Miranda (2012) los cultivos de uchuva progresan bien en un rango de 70 a 80% de humedad relativa (HR). Los excesos de humedad en el aire benefician el aumento de incidencia de enfermedades fúngicas de hoja y capacho como *Phoma* sp. y *Botrytis* sp. (Zapata et al., 2005).

2.3.5 Enfermedades de origen fúngico en el cultivo de uchuva. (*Physalis peruviana* L.)

En los últimos años la uchuva se ha concebido como la segunda fruta con mayores números de exportaciones, por lo que el área cultivada ha aumentado en grandes cifras, lo que ha transformado esta planta silvestre en semisilvestre que aparecía como maleza en los terrenos de climas fríos, a un cultivo netamente comercial, en el cual se cumplen todas las labores agronómicas, tales como programación de siembras, fertilizaciones, tutorados, podas entre otros, para lograr la sostenibilidad económica. Como es bien sabido los sistemas en monocultivo tienen ciertas desventajas, y una de ellas es el incremento de la incidencia y severidad de las enfermedades, las cuales habían permanecido en equilibrio antes de la explotación comercial (Fischer, 2005)

La uchuva presenta susceptibilidad ante una diversidad de enfermedades de origen fungoso y bacterial. Los de origen fungoso son los de mayor abundancia y los responsables de enfermedades como: mancha gris, muerte descendente, mancha negra de las hojas, moho gris, marchitez vascular, gota o tizón tardío, mal de semilleros, esclerotiniosis (Fischer et al., 2014)

3.3.5.1 Mancha Gris. (*Cercospora* sp.)

Según Horst, Kenneth y Westcott (2001) la clasificación taxonómica del género *Cercospora* es la siguiente (Tabla 2)

Tabla 2.

Clasificación taxonómica de Cercospora sp.

	Taxonomía
Clase	Dothideomycetes
Orden	Capnodiales
Familia	Mycosphaerellaceae
Género	<i>Cercospora</i>

Nota: Fuente Horst, Kenneth; y Westcott (2001),

3.3.5.1.1 Sintomatología.

Los síntomas pueden aparecer en cualquier parte de la hoja, pero se destaca en el área que delimita el ápice, la enfermedad suele aparecer como una lesión de forma angular o redonda con un tamaño promedio de 2 a 5 mm de color verde claro. En el haz el halo de la lesión se torna clorótico, y el centro se vuelve marrón y quebradizo, en este sector de la hoja la lesión forma anillos concéntricos. El signo aparece como un crecimiento de micelio, preferentemente en el envés que en el haz. La infección frecuentemente ocurre en las hojas más viejas, y avanza hacia el follaje nuevo, cuando la infección se propaga de manera agresiva en la planta ocasionan defoliación y consecuentemente la pérdida de frutos, por esto es considerada una limitante de producción (Blanco, 2000).

3.3.5.1.2 Epidemiología.

La infección causada por *Cercospora* sp., se ve favorecida en climas más cálidos y con humedades relativas altas, cuando la temperatura cumple las condiciones la infección tarda alrededor de 16 horas, la infestación empieza a partir de esporas que se desarrollan sobre los tejidos, el tubo germinativo penetra el área foliar por medio de los estomas, consecuente a esto el hongo crece en el parénquima. Las lesiones pueden ser apreciadas después de periodos lluviosos. Las condiciones óptimas para el desarrollo de la enfermedad están en un promedio de 17 a 27° C. con periodo húmedo las hojas se ven cubiertas con un moho gris, el cual puede llegar a extenderse hasta las guías. Los conidios se dispersan por corrientes de aire, salpique de agua de riego y lluvia, además el hongo puede permanecer en semillas y tejido senescente (Parada, Sermeño y Rivas, 2003).

3.3.5.2 Muerte descendente. (*Phoma* sp.)

Según Saccardo, la clasificación taxonómica del género *Phoma* sp. es la siguiente (Tabla 3)

(Watanabe, 2010)

Tabla 3

Clasificación taxonómica de *Phoma* sp.

	Taxonomía
Clase	Dothideomycetes
Orden	Pleosporales
Familia	Didymellaceae
Género	<i>Phoma</i>

Nota: Fuente Watanabe (2010).

3.3.5.2.1 Sintomatología.

La enfermedad *Phoma* sp. manifiesta sus síntomas en hojas, cáliz y frutos. En la lámina foliar se muestra un añublo en forma de “V” característico por su color café oscuro, los picnidios se presentan en el haz y en envés de igual forma, inicialmente se observan puntos de color ámbar que seguidamente se vuelven color oscuro cuando maduran; generalmente estas estructuras están llenas de esporas. En el cáliz se evidencian los mismos síntomas que en las hojas, una mancha necrótica que inicia en la base del capacho, formando así anillos que aumentan conforme al avance de la infección, cuando hay infestaciones severas de la enfermedad, el patógeno afecta al fruto (Gongora & Rojas, 2006).

3.3.5.2.2 Epidemiología.

El hongo sobrevive de un ciclo a otro permaneciendo, en los brotes enfermos durante la época seca, esporulando posteriormente cuando las condiciones vuelven a ser favorables o sea al inicio de la época lluviosa. El inoculo primario es producido al inicio de la estación lluviosa y consiste en la formación de estructuras asexuales o picnidios.

La diseminación más eficaz de las conidias es a través de las gotas de lluvia que son las encargadas de disolver la masa gelatinosa que expulsa la estructura cuando estas salen fuera del

picnidio, las que a su vez continúan siendo salpicadas en todas direcciones y posteriormente son arrastradas por el viento hacia otros lugares más lejanos. la penetración del hongo en la planta es favorecida grandemente por heridas ocasionadas a las hojas bien sea por rozamiento de las hojas debido a vientos fuertes o bien por insectos masticadores. aunque se ha demostrado que pueden penetrar sin que estas condiciones se presenten. La duración del ciclo de vida a nivel de campo se considera entre los nueve a veinte días desde que aparecen los primeros síntomas, hasta que es expulsado por el inoculo secundario (Menza y Peláez, 2016)

3.3.5.3 Mancha negra de las hojas. (*Alternaria* sp.)

Según Watanabe, 2010, la clasificación taxonómica del género *Alternaria* sp. es la siguiente (Tabla 4)

Tabla 4

Clasificación taxonómica de Alternaria sp.

	Taxonomía
Clase	Dothideomycetes
Orden	Pleosporales
Familia	Pleosporaceae
Género	<i>Alternaria</i>

Fuente: Watanabe (2010).

2.3.5.3.1 Sintomatología:

La infección por *Alternaria* sp. involucra manchas y tizones foliares. En las hojas las lesiones de la enfermedad se manifiestan como manchas en forma circular de color marrón, allí se destacan anillos concéntricos de un color café más oscuro. El área foliar con un grado alto de infección cambia de color verde al amarillo y luego café y seguido a esto se desprenden las guías.

Normalmente el color de las manchas en las hojas varía de pardo oscuro a negro, generalmente son numerosas y cuando se expanden forman anillos concéntricos. Las hojas más viejas son atacadas primero, pero la enfermedad puede extenderse por toda la planta y llegar a la parte superior, provocando amarillamiento y consecuentemente defoliación. También se pueden ver

afectados los tallos y flores, estas lesiones dan origen a canchales o cánceres, matando las guías donde se encuentren (Parada et al., 2003)

3.3.5.3.2 Epidemiología:

Los periodos prolongados de lluvia inducen la esporulación cuantiosa del hongo que se basa en conidios de gran tamaño, solitarios, ovoalargados, pico largo y fino, septados y con coloración marrón. Su fase ascógena es desconocida. Los conidios se caracterizan por ser largos, grandes y oscuros, o bien multicelulares y en forma de pera con septos transversales y longitudinales. Los conidios se diseminan por corrientes de aire, al ser desprendidos con mucha facilidad recorren grandes distancias. También pueden estar contenidas en el polvo, causando alergias en las vías respiratorias, además, se encuentra como contaminante de otros cultivos de microorganismos en los laboratorios.

Este hongo es parasito facultativo, la mayoría de veces se haya en lesiones viejas y en descomposición como oportunista, muchas especies de este hongo son saprofitas y no pueden causar daños en plantas sanas, es por esto que se debe determinar vía laboratorio si una especie es oportunista o fitopatógena ya que la mayoría de veces se encuentra como contaminante secundario.

Esta enfermedad puede desarrollarse en diferentes temperaturas, sin embargo, su proceso puede retardarse en temperaturas bajas, se puede propagar de forma indirecta en los tejidos de su hospedero, produciendo pequeñas cantidades de micelio sobre la superficie de estos, pero normalmente se desarrolla sobre la superficie de la zona podrida de una masa de micelio (Parada et al., 2003)

3.3.5.4 Secadera. (Fusarium sp.)

Clasificación taxonómica de *Fusarium* sp. (Tabla 5). (Watanabe 2010)

Tabla 5.
Clasificación taxonomica de Fusarium sp.

	Taxonomía
Clase	Sordariomycetes
Orden	Hypocreales
Familia	Nectriaceae
Género	<i>Fusarium</i>

Nota: (Watanabe, 2010)

3.3.5.4.1 Sintomatología.

Fusarium sp. es un microorganismo que habita naturalmente el suelo, y casi siempre es a este nivel en donde ocurren los daños más severos. Este patógeno afecta gran variedad de plantas en climas tropicales. Los síntomas se pueden observar en hojas jóvenes como una ligera decoloración, seguido a esto hay epinastía de las hojas senescentes causada por el colapso de peciolo.

En plántulas la infección avanza más rápido y ocasiona la muerte poco después de reflejar los primeros síntomas, en plantas adultas puede ocurrir la muerte repentina cuando la infección es severa y las condiciones climáticas son óptimas.

Cuando la infección es gradual ocurren una serie de síntomas como lo son la epinastía foliar, aclarado de nervaduras, amarillamiento de hojas bajas, formación de raíces adventicias, defoliación, necrosis de hojas, pudrición de flores y por último la muerte de la planta. La marchitez avanza de forma ascendente, hasta llegar al follaje y ocasionar la muerte de las guías.

En los tallos se pueden observar los daños causados por *Fusarium* sp. al realizar cortes transversales, siendo estos anillos de color café en la zona de los haces vasculares cerca al cuello de la raíz. Los síntomas se observan porque la infección se transporta por los vasos xilémicos y el micelio del hongo se propaga intercelularmente.

Al ramificarse el micelio forma microconidios que son trasladados por los conductos vasculares de la planta invadiendo los vasos cercanos. En el periodo de invasión del patógeno los

vasos son obstruidos a causa del micelio, dificultando el movimiento normal del agua hacia la parte superior de la planta, en consecuencia, la cantidad de agua es muy poca para el funcionamiento adecuado ocasionando el cierre de estomas, marchitamiento del área foliar y muerte al producir un colapso total en la planta (Parada et al., 2003)

3.3.5.4.2 Epidemiología.

El hongo puede estar latente en el suelo en cualquier forma de sus esporas o en forma de micelio, pero mayormente se halla como clamidiospora, la cual se caracteriza por su capacidad de sobrevivir hasta por 30 años. Su diseminación se posibilita por corrientes de agua de riego o lluvia, transporte de material de suelo contaminado hacia suelo sano. Como condiciones óptimas se encuentran los suelos de textura fina, francos y arenosos, un rango de pH entre 3.8 y 5.0, temperaturas del suelo entre 25 y 35° favorecen el desarrollo del patógeno, cuando hay anegamiento el patógeno puede morir en un tiempo de 2 a 3 meses (Parada et al., 2003).

3.3.5.5 Carbón blanco de la hoja (*Entyloma australe* Speg).

Según spg. 1880 la clasificación taxonómica de *E. australe* es la siguiente. (Tabla 10)

Tabla 6

Clasificación taxonómica de Entyloma australe

	Taxonomía
Clase	Exobasidiomycetes
Orden	Entylomatales
Familia	Entylomataceae
Género	<i>Entyloma</i>
Especie	<i>Entyloma australe</i>

Fuente: Bisby. (2012)

3.3.5.5.1 Sintomatología.

Este microorganismo es común encontrarse en plántulas que se encuentran en viveros, hasta plantas adultas, las lesiones se presentan en el área foliar como manchas cloróticas pequeñas, ubicadas en el tercio medio de la planta y en las hojas bajas, con tamaños que oscilan entre los 2 y 4 mm, las pecas son redondas y de bordes definidos, conforme avanza la infección se elevan

o forman depresiones sobre la hoja; en ocasiones el centro de la lesión se seca y puede desprenderse y caer, además de esto puede aparecer un halo púrpura rodeando la mancha, esto como resultado de las antocianinas producidas por la planta. Sobre la zona del tejido infectado se pueden observar los signos de la enfermedad como estructuras blanquecinas que pertenecen a las estructuras reproductivas del patógeno. Estas lesiones también se pueden presentar en el capacho, con los mismos síntomas que se presentan en las hojas a excepción de las deformaciones (Forero De-la Rotta, 2014)

3.3.5.5.2 Epidemiología:

La afección se extiende a partir del inoculo originado en las primeras lesiones, y liberado bajo condiciones de humedad relativa mayor a un 80%, seguido de esto el patógeno germina y da inicio al proceso de introducirse de forma directa en el tejido foliar o sobre el cáliz; esta enfermedad es común encontrarla en el tercio medio y en hojas bajas, esto se relaciona con la mayor densidad de follaje en esta zona, donde la ventilación y aireación es insuficiente (Góngora y Rojas, 2006).

2.4 Marco legal

2.4.1 Resolución ICA 3593 del 2015.

En esta resolución se crea el mecanismo para establecer, mantener, actualizar y divulgar el listado de plagas reglamentadas de Colombia, por medio de la página web oficial del Instituto Colombiano Agropecuario, esta información será de carácter oficial y estará a disposición de todos los interesados de forma permanente, la información allí consignada tendrá; Listado de plagas reglamentadas, nombre científico, tipo de plaga y la categoría de cada plaga reglamentada (Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, 2015)

2.4.2 Normas internacionales para medidas fitosanitarias n.º 16 (edición de 2005)

En esta norma se describe el concepto de plagas no cuarentenarias reglamentadas y se identifican sus características. Se describe la aplicación del concepto en la práctica y los elementos relevantes para los sistemas reglamentarios (Food and Agriculture Organization, FAO, 2006)

2.4.3 Normas internacionales para medidas fitosanitarias n.º 8 (edición de 2005)

Esta norma describe el contenido de un registro de una plaga, el uso de dichos registros y otras informaciones destinadas a determinar la situación de una plaga en un área. Se ofrecen descripciones de categorías de la situación de la plaga, así como recomendaciones para las buenas prácticas en la presentación de informes (FAO, 2006)

2.4.4 Normas internacionales para medidas fitosanitarias n.º 6 (edición de 2005)

Esta norma describe los componentes de los sistemas de encuesta y verificación con el propósito de detección de plagas y suministro de información para uso en los análisis del riesgo de plagas, establecimiento de áreas libres de plagas y, cuando sea apropiado, preparación de listas de plagas (FAO, 2006).

2.4.5 Reglamento trabajo de grado

El proyecto se regirá por la normatividad establecida por la Universidad de Pamplona la cual reglamenta las modalidades de trabajo de grado, en este caso se toma en cuenta las normas para investigación.

2.4.5.1 Acuerdo N°186 de la Universidad de Pamplona del 02 de diciembre del 2005.

Por el cual compila y actualiza el Reglamento Académico Estudiantil de Pregrado.

En el Plan de Estudios de los programas, la Universidad establece como requisito para la obtención del título profesional, la realización por parte del estudiante, de un trabajo especial que se denomina “TRABAJO DE GRADO”, por medio del cual se consolida en el estudiante su

formación integral, que le permite: a. Diagnosticar problemas y necesidades, utilizando los conocimientos adquiridos en la Universidad. b. Acopiar y analizar la información para plantear soluciones a problemas y necesidades específicas. c. Desarrollar planes y ejecutar proyectos, que le permitan demostrar su capacidad en la toma de decisiones. d. Formular y evaluar proyectos. e. Aplicar el Método Científico a todos los procesos de estudio y decisión.

Modalidad de Investigación: Comprende diseños y ejecución de proyectos que busquen aportar soluciones nuevas a problemas teóricos o prácticos, adecuar y apropiar tecnologías y validar conocimientos producidos en otros contextos

Capítulo 3

3. Metodología

En la investigación se hace un estudio descriptivo, de los patógenos fúngicos causantes de las enfermedades de la uchuva en tres de los cinco municipios pertenecientes a la provincia de Pamplona, y posteriormente se realizó una investigación exploratoria para conocer el nivel de incidencia y severidad de las fundamentales enfermedades. También se siguió la dinámica estacional de las principales enfermedades fúngicas de la uchuva en un sitio del municipio Pamplona. La investigación se desarrolló en un periodo de tiempo de diez meses.

Cácota se encuentra en la latitud $07^{\circ}16'04''N$ y una longitud $-72^{\circ}38'31''W$, con una altitud media de 2465 msnm, una temperatura media de $15^{\circ}C$ y con una precipitación anual de 1000 mm ; Mutiscua se encuentra en la latitud $07^{\circ}18'02''N$ y longitud $-72^{\circ}44'48''W$, con una altitud media de 2600 msnm, una temperatura media de $14^{\circ}C$, y una precipitación anual de 947 mm; y Pamplona que se encuentra en la latitud $07^{\circ}22'32''N$ y longitud $-72^{\circ}38'53''W$, con una altitud media de 2586 msnm, una temperatura media de $14^{\circ}C$, y con una precipitación media anual de 1042 mm.

Se registraron factores como; estado fenológico, edad del cultivo practicas agronómicas, presencia de la enfermedad y densidades de siembra. Esta investigación se desarrolló en un periodo de tiempo de diez meses.

3.1 Identificación de los agentes causales de las enfermedades fúngicas de la uchuva.

La identificación de los agentes causales se dividió en dos fases; una fase de observación previa de los cultivos comerciales de uchuva que se realizó en fincas productoras con calidad de exportación y consumo nacional, en el municipio de Cápota se evaluaron catorce fincas de cinco veredas, en el municipio de pamplona se evaluaron tres fincas de tres veredas, y en tres fincas de

una vereda del municipio de Mutiscua y otra fase de aislamiento y multiplicación, que se realizó en el laboratorio de Microbiología de la Universidad de Pamplona, Sede Principal, la identificación de los microorganismos se realizó en el Laboratorio de Sanidad vegetal de la Universidad de Pamplona.

3.1.2 Evaluación previa de la zona de estudio.

En las zonas productoras se efectuaron tres visitas, con el fin de diagnosticar el estatus fitosanitario de los lotes de uchuva y de esta forma definir las estrategias de muestreo a emplear.

El diagnóstico de las enfermedades se realizó mediante un análisis preliminar de las condiciones del cultivo, en donde se colectó la información relacionada con variedad utilizada por el productor, edad del cultivo, distancia de siembra, tipo de suelo, temperatura de la zona, altitud, las prácticas de riego, fertilización y la aplicación de plaguicidas.

Posterior a ello se procedió a reconocer las posibles enfermedades de origen fúngico presente en los lotes comerciales, por medio de un análisis detallado de los síntomas característicos de estos asociados a; laminas foliares, flores, capachos, tallos, ramas, y en las enfermedades vasculares la apertura del tallo

3.1.3 Colecta y procesamiento de muestras.

Se colectaron cinco muestras por tejido afectado; hojas, flores, capachos y tallo, de forma aleatoria por zona evaluada; se tomaron no más veinte muestras de tejido con posibles síntomas de enfermedades fungosas. Estas muestras fueron empacadas en bolsas de nylon infladas, con un trozo de papel absorbente humedecido con agua destilada, y luego se llevaron al laboratorio de microbiología de la Universidad de Pamplona, para hacer su debido proceso de desinfección, aislamiento, multiplicación e identificación. A cada muestra se le abrió una hoja de registro, donde se depositó información sobre las prácticas agronómicas, edad del cultivo, y

observaciones microscópicas y macroscópicas que se hacían durante el proceso de aislamiento e identificación.

3.1.4 Aislamiento e identificación.

Para aislar los microorganismos fúngicos se procedió a realizar una desinfección de las muestras colectadas poniéndolas durante un minuto en agua destilada con agitación constante, seguido a esto, tres minutos en hipoclorito de sodio al 2,5 % y posterior a esto doble lavado con agua destilada estéril, se procedió al secado de los tejidos en toallas absorbentes a temperatura ambiente. Luego de haber aplicado el protocolo de limpieza, las muestras se incubaron durante 5 días en frascos de vidrio con tapa, a temperatura ambiente, con papel filtro a un lado, humedecido con 10 ml de agua destilada estéril, a manera de cámara húmeda, con el fin de inducir la esporulación y el desarrollo de estructuras reproductivas y vegetativas que permitieran la identificación de los patógenos.

Paralelo a la incubación en las cámaras húmedas, se aislaron e identificaron los hongos de cada una de las muestras con síntomas de posibles enfermedades fungosas. El aislamiento consistió en cortar trozos de tejido de aproximadamente 5 milímetros con la mitad aparentemente sana y la otra mitad enferma, a estos trozos se le sometió a un protocolo de desinfección que consistió en: un minuto en agua destilada con agitación constante, dos minutos en alcohol al 2%, lavado en agua destilada por un minuto, dos minutos en hipoclorito de sodio al 2,5% ejerciendo agitación, y por ultimo las muestras se sumergieron durante tres minutos en agua destilada, seguido de esto se le permitió el secado en toallas absorbentes a los tejidos, el protocolo se ejecutó bajo la influencia de la llama de un mechero para evitar la contaminación de las muestras. Por cada enfermedad los contenidos de agua, alcohol e hipoclorito eran vaciados y los recipientes aislados, con el fin de evitar contaminaciones entre enfermedades.

Luego del secado las muestras se llevaron a la cámara de flujo laminar donde se realizaron las siembras de tejido sobre medio de cultivo PDA, (Papa Dextrose Agar) con adición del antibiótico cloranfenicol, las cuales consistían en tres trozos del tejido enfermo de la muestra por placa de Petri, y cinco repeticiones por cada tipo de síntoma. Los tejidos sembrados se llevaron a incubación a una temperatura constante de 25°C, por diez días, durante este tiempo se realizaron lecturas al tercer, sexto y décimo día, con el fin de registrar los cambios de las colonias.

Posterior a ello se purificaron las colonias mediante la siembra de micelio sobre medio PDA, obtenido de toques con el asa bacteriológica a partir de los tres puntos donde se sembraron los tejidos con lesiones. Una vez purificadas las colonias fueron llevadas a incubación durante diez días a temperatura constante de 25°C, con revisiones al tercer, sexto y décimo día. Luego fueron sacadas a temperatura ambiente, donde se les extrajeron placas que fueron observadas al microscopio.

Para el proceso de identificación se tomaron en cuenta los rasgos macroscópicos de las colonias, tales como pigmentación en los medios, el tamaño de la colonia, velocidad de crecimiento, color, textura, entre otros. Para las observaciones microscópicas, analizó el tipo de micelio producido, la presencia o ausencia de cuerpos fructíferos, la forma de las conidias, tipos de esporas, estructuras de resistencia. En dependencia del género de hongo observado.

En el atlas “Pictorial atlas of soil and seed fungi” escrito por Tsuneo Watanabe (2010), se describen más de 350 especies de hongos, incluidas 46 especies Mastigomycetos pertenecientes a siete géneros, 33 especies Zygomycetos (12 géneros), 36 especies Ascomycetos (16 géneros), 9 especies basidiomicetos (más de 2 géneros) y 240 hongos mitospóricos (deuteromicetos) 116 géneros. Todos los hongos en este texto se describen alfabéticamente por orden de Mastigomycotina, Zygomycotina, Ascomycotina, Basidiomycotina y Deuteromycotina.

Para cada hongo, la literatura, La morfología y las dimensiones de cada órgano y material se describen en orden, ocasionalmente con los comentarios. Por lo general, las características de las colonias no se incluyen debido a demasiada variación en medios utilizados y tiempo de observación. Las claves están preparadas para todos los hongos a nivel de género, y a nivel de especie para el género con más de tres especies. Todas las ilustraciones e imágenes se basan en el propio trabajo del autor utilizando los materiales descritos. Los hongos examinados están aislados del suelo, las raíces de las plantas y las semillas. La mayoría de las muestras fueron recolectadas en Japón, pero algunas muestras son de la República Dominicana, Paraguay, Suiza y Taiwán, la República de China, debido a la complejidad de las estructuras se logró microscópicas y a la variación de las colonias se llegó de acuerdo al medio de cultivo empleado, se identificaron los géneros, *Phoma* sp., *Alternaria* sp. y *Cercospora* sp.

En la identificación de las especies de *Fusarium*, se empleó “The *Fusarium* laboratory manual”, de los autores John Leslie y Brett A. Summerell (2006) quienes describen a 70 especies, con características como; forma de las macroconidias, forma de las microconidias, estructuras de resistencia como las clamidiosporas, pigmentación en agar PDA, taxonomía, patología y ecología.

3.2 Estimación la incidencia y severidad de las enfermedades fúngicas de la uchuva en los municipios de Cácosta, Pamplona y Mutiscua.

Para cuantificar la incidencia y severidad de las fundamentales enfermedades identificadas en el cultivo de la uchuva en las diferentes veredas de los municipios de Cácosta, Pamplona y Mutiscua, se realizó dos muestreos con base en el 20% de los cultivos de cada municipio, esto dio un total de ocho predios para el municipio de Cácosta, distribuyéndose por vereda de la siguiente forma: cuatro fincas en Fontibón, tres en Licaligua, una en Santa Matilde. En el

municipio de Pamplona dio un total de cuatro predios, distribuyéndose de la siguiente forma por vereda: dos fincas en Chichira, uno en Jurado y uno en Monte dentro, y en el municipio de Mutiscua dio un total de tres predios, distribuyéndose por vereda de la siguiente forma, dos fincas en Tapaua.

Para cada predio se usó un modelo para cuantificar enfermedades, donde se consignó datos del productor, de la finca y del lote, así como el grado de incidencia y severidad (Anexo 1).

El muestreo se realizó con base en 100 plantas por cada 2000 m² y 5 plantas adicionales por cada 1000 m² demás, además, si la finca tenía lotes de uchuva, de distintas edades se muestreaban del mismo modo, pero por separado (Tabla 7). El total de plantas a muestrear en el municipio de Cácuta fue de 900, para el municipio de Pamplona 400 plantas y para el municipio de Mutiscua 200 plantas.

Tabla 7

Segmentación de edades de los cultivos evaluados

Etapa	Descripción
1	Plantas de 0 a 6 meses
2	Plantas de 6 a 12 meses
3	Plantas de 12 meses en adelante

La incidencia se determinó como la proporción de individuos u órganos enfermos del hospedero con relación a los sanos y se estimó con la siguiente fórmula:

$$\% I = \frac{\# \text{ de plantas afectadas}}{\# \text{ de plantas evaluadas}} \times 100$$

La severidad se determinó como la proporción de la superficie/área afectada del hospedero, y se aplicó la escala de grado específica para enfermedades foliares (Ciba Geigy, 1981) (Tabla 8).

para las enfermedades vasculares como *Fusarium* sp. y las enfermedades en frutos, tallos y ramas no se evaluó severidad, únicamente se evaluó la incidencia del patógeno en los lotes comerciales.

Tabla 8.

Escala de grado específica para enfermedades foliares.

Grado	Descripción
0	Planta sana
1	Solo algunas manchas , hasta el 5 % del área foliar afectada
2	Desde el 6 al 25 % del área foliar afectada
3	Desde el 26 al 50 % del área foliar afectada
4	Desde el 51 al 75 % del área foliar afectada
5	Más del 75% del área foliar afectada

Fuente: Ciba Geigy 1981

Y se cuantificó mediante la fórmula de Townsend y Heuberger:

$$\% I = \sum_k^{\circ} \left[\frac{(axb)}{K \cdot N} \right] \cdot 100$$

Donde:

I Intensidad o severidad

K Grado máximo de la escala

N. Número total de plantas muestreadas

a Grado de la escala

b Número de plantas con un grado a de la escala

Para determinar el porcentaje de incidencia ponderada por vereda, edad y municipio se

usó la fórmula siguiente:

$$\sum \frac{A_i \times I_i}{\sum A}$$

Donde:

A_i : Área de incidencia.

I_i : Índice de incidencia.

A : Área total.

Para determinar la severidad media ponderada según la vereda, edad y municipio se empleó la siguiente fórmula:

$$\sum \frac{A_i \times S_i}{\sum A}$$

Donde:

A_i: área.

S: severidad.

Se realizó un análisis estadístico de comparación de las proporciones para conocer si había diferencia estadística $p \leq 0,05$ para la incidencia y la severidad de las enfermedades entre las veredas y edades de las plantaciones de uchuva. Para ello se empleó el paquete estadístico Statistix v4.

3.3 Valoración de la dinámica de las principales enfermedades de la uchuva en las condiciones de Pamplona.

Para valorar la dinámica de las enfermedades de origen fúngico se empleó una parcela de uchuva sembrada en agosto del 2017, en los lotes experimentales del Centro de Investigación en Sanidad Vegetal y Bioinsumos (CISVEB), al aparecer las primeras enfermedades fúngicas se montaron cámaras húmedas y de esta forma se observó la esporulación del hongo, posteriormente se realizaron siembras y aislamientos que permitieron la identificación de los patógenos en correspondencia con los síntomas y signos que causa cada agente causal.

La evaluación se realizó semanalmente sobre 10 plantas por un periodo consecutivo de 8 meses, durante el ciclo evaluado se cuantificó cada 7 días la incidencia y severidad así mismo el Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE), el ABCPE se calculó integrando los rectángulos formados por el punto medio de la intensidad de la enfermedad (Incidencia o

severidad) alcanzada en los diferentes tiempos en que se monitoreo según la siguiente ecuación (Campbell, y Madden, 1990):

$$ABCPE = \sum [(X_i + X_{i+1}) / 2] * (T_{i+1} - T_i)$$

Donde:

X_i = distribución 1 o intensidad 1 de la enfermedad en el muestreo i

X_{i+1} = distribución o intensidad de la enfermedad en el muestreo $i+1$

T_i = tiempo 1

T_{i+1} = tiempo 2.

Las enfermedades foliares se evaluaron con la escala de grado específica (tabla 12), la incidencia y severidad se hallaron con las ecuaciones planteadas anteriormente, además, se registraron todas las prácticas agronómicas realizadas a la parcela.

Los datos meteorológicos de lluvia, humedad relativa y temperatura fueron tomados por la estación agrometeorológica instalada en el Centro de Investigación en Sanidad Vegetal y Bioinsumos, estos datos fueron descargados y procesados con el programa Excel, luego de tener los datos de la parcela y de la estación agrometeorológica se realizó una regresión de las variables de la enfermedad como dependientes en función de la fenología del cultivo y las variables meteorológicas concurrentes, para lo cual se usó el paquete SPSS para Windows versión 2.0

Capítulo 4

4. Resultados y Análisis

4.1 Identificación de los agentes causales.

La incubación en cámaras húmedas y el crecimiento en los medios de cultivo con cada uno de los síntomas característicos de enfermedades fungosas dieron como resultado lo siguiente.

4.1.1 *Cercospora* sp.

4.1.1.1 *Hoja de registro de la muestra.*

Nombre del productor: Neydi Gauta

Ubicación de la finca: N 07°16'25,6" W-72°39'11,9"

Condiciones climáticas recientes: Soleado, periodo seco.

Altitud: 2738 msnm

Temperatura Promedio: 15°C

Fecha de recolección de la muestra: 04 abril 2018

Nombre de la Finca: Juan de rojas

Municipio: Cécota

Fecha de siembra del microorganismo en PDA: 05 abril 2018

Vereda: Fontibón

Departamento: Norte de Santander

Tipo de suelo: Franco arcilloso

Tipo de siembra: Libre exposición

Órgano afectado enviado: Hojas y Cáliz.

Distancia de Siembra: 2x2 m

Certificación en BPA: No

Edad: 12 meses

Número de plantas cultivadas: 400

4.1.1.2 *Descripción de los síntomas.*

Las lesiones encontradas en campo se presentaron inicialmente con un cambio de color verde en las hojas y frutos, a tener manchas amarillentas (Figura 4a) que luego se tornaban de color café oscuro con una consistencia seca y quebradiza en una mancha gris con formas angulares o redondeadas con tamaños de variaban entre 2 y 7 mm, (Figura 4b), las lesiones pueden aparecer en frutos inmaduros como manchas redondeadas de color marrón (Figura 4c) , aunque en los frutos próximos a la cosecha suelen aparecer con más frecuencia, y mayor intensidad, con lesiones típicas del patógeno (Figura 4d), los frutos en poscosecha sufren ataques más severos,

donde el microorganismo coloniza todo el cáliz con manchas angulares grises afectando seriamente la calidad del fruto (Figura 4e).

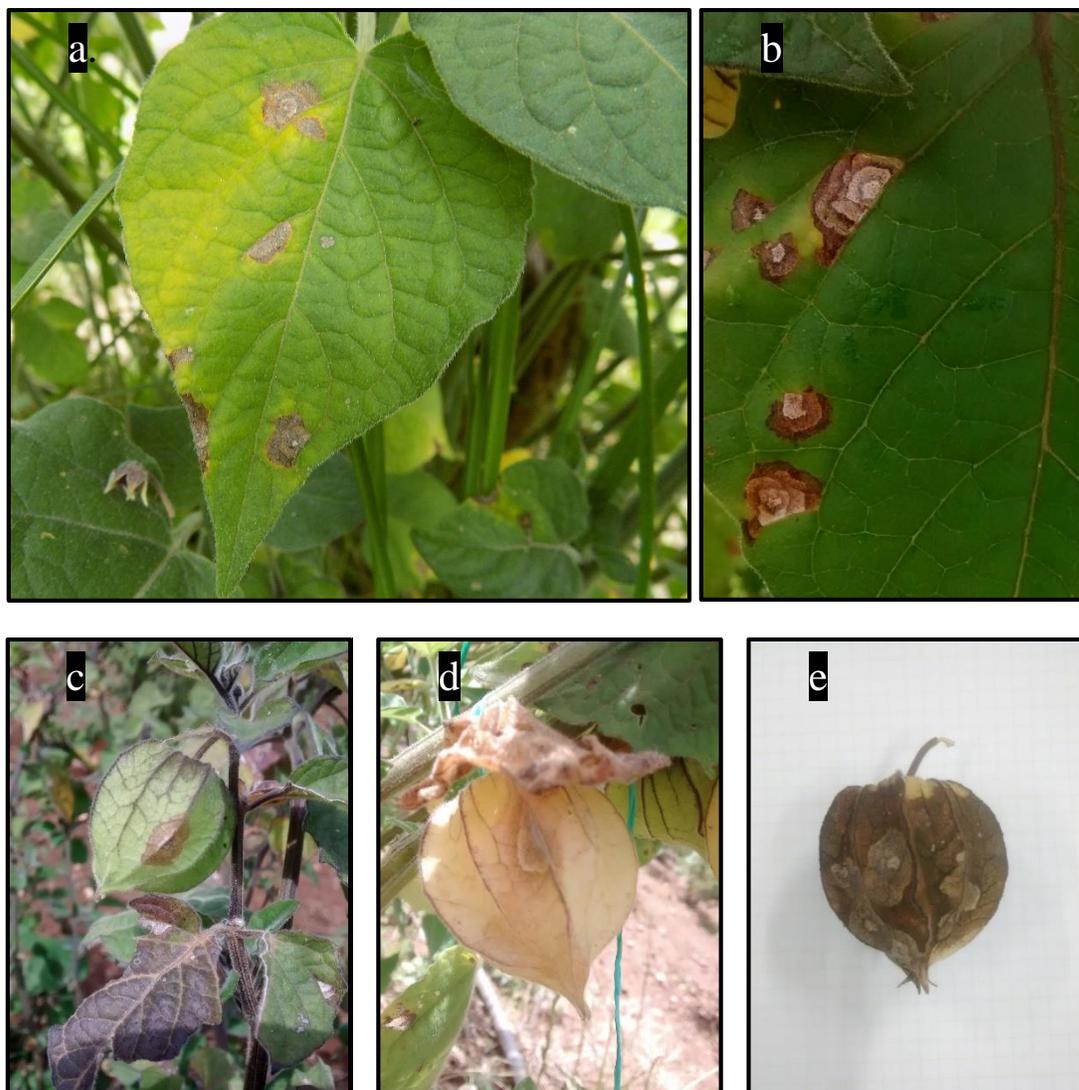


Foto: Autor.

Figura 4. Lesiones a simple vista causadas por *Cercospora* sp. en campo. **a.** Lesión en la lámina foliar **b.** Detalle de la lesión en hojas, manchas de color café oscuro y anillos concéntricos **d.** lesiones causadas en frutos próximos a cosecharse **e.** Avance de la enfermedad en poscosecha.

4.2.1.3 Observación Macroscópica.

Las colonias formadas por el hongo en el medio PDA, presentaron un crecimiento lento de 0,27 cm/día, al tercer día se evidenció apariencia compacta de color blanquecino, con coloración grisácea, rodeada de un halo blanquecino (figura 5).

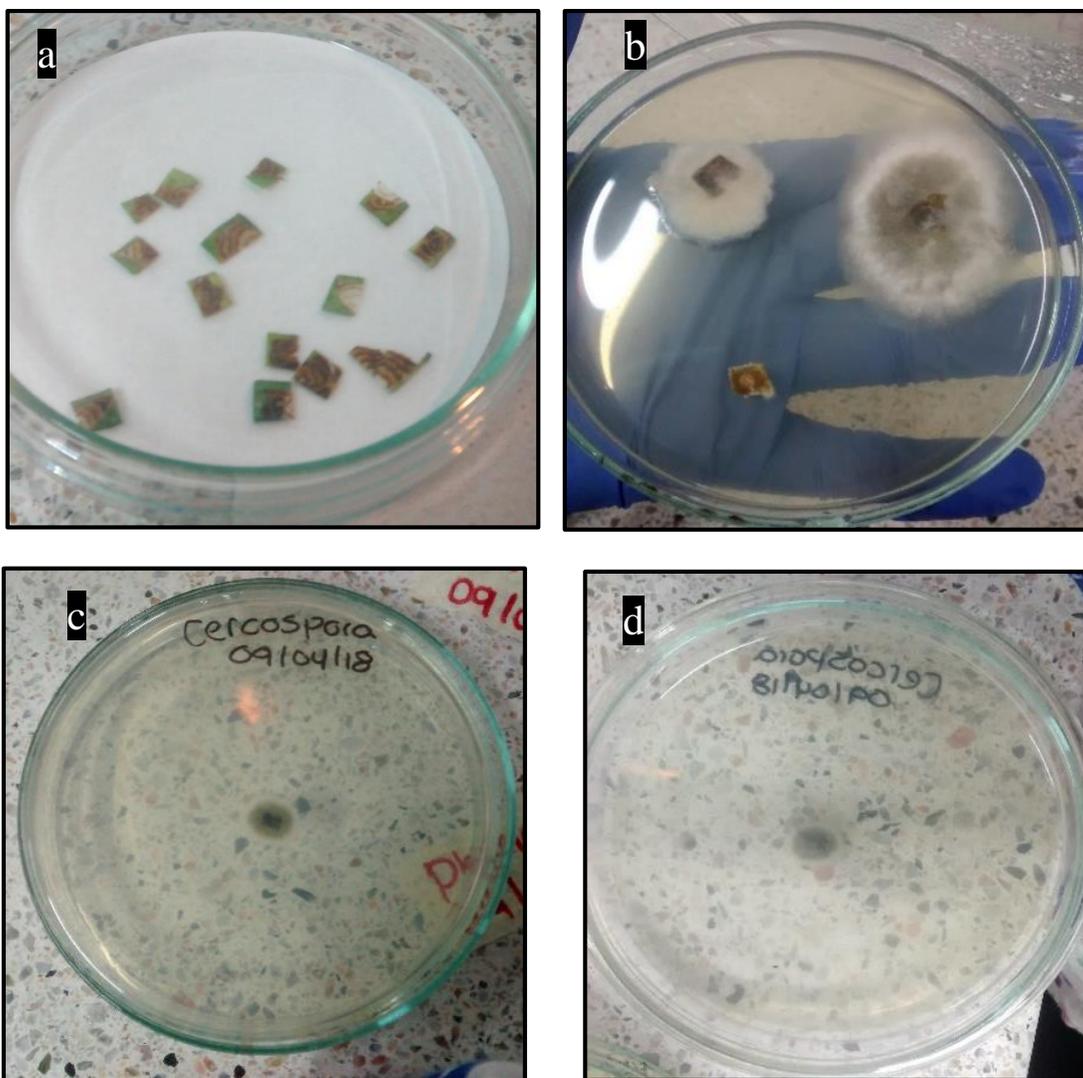


Foto: Autor.

Figura 5. Placas de Petri con *Cercospora* sp. en medio PDA **a.** Tejido con lesiones listo para ser sembrado en el medio de cultivo. **b.** Anverso de la colonia sin purificar, aislada a partir de tejido foliar infectado. **c.** Anverso de la colonia de *Cercospora* sp., al tercer día después de la siembra, **d.** Reverso de la caja de Petri con *Cercospora* sp. al tercer día.

Al sexto día se observó mayor crecimiento de micelio del patógeno con coloración palo rosa en el centro, seguido de un halo marrón oscuro, que a su vez está rodeado de un halo blanquecino (Figura 6a) al reverso de la placa al sexto día de incubada se pronuncia una coloración marrón oscura en el centro, seguida de un halo café rodeado por un halo ocre, que finalmente esta contorneado por un micelio blanquecino (Figura 6b).

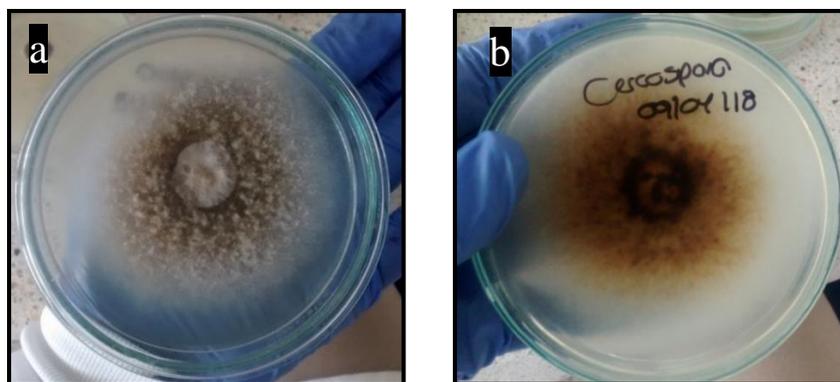


Foto: Autor.

Figura 6. Placa de Petri al sexto día de incubada con *Cercospora* sp. **a.** Anverso de la placa de Petri. **b.** Reverso de la placa de Petri.

Al décimo día se observó la colonización completa de la caja de Petri, donde la tasa de crecimiento aumentó 1,0 cm/día, en el anverso de la placa el desarrollo micelial del patógeno exhibió una coloración palo rosa en el centro, seguido de la formación de una aureola marrón oscuro, luego un halo marrón claro para finalmente encontrarse rodeado totalmente de un anillo blanquecino (Figura 7a), en el reverso de la placa se presentó una coloración marrón oscura en el centro seguido de un halo café, posterior a ello una aureola ocre, rodeada por micelio blanquecino (Figura 7b).

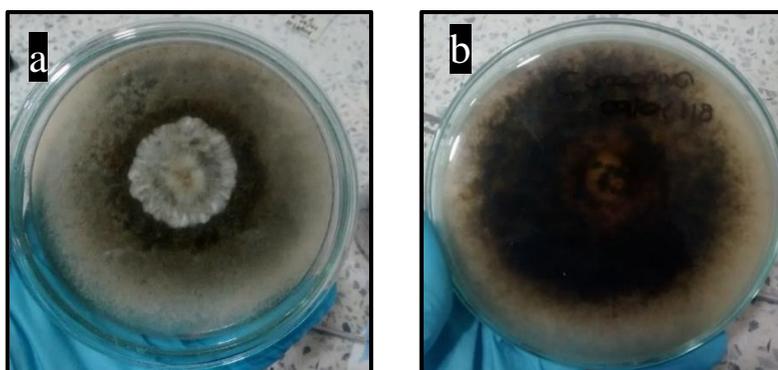


Figura 7. Placa de Petri con *Cercospora* sp. al décimo de ser incubada. **a.** Anverso de la placa **b.** reverso de la placa.

4.2.1.4 Observación microscópica:

En los micropreparados hechos a partir de las colonias incubadas se observó la presencia de conidióforos unidos en la base, ramificado en la parte superior denominada esporodocio, de

color marrón claro, a muy claro, en el ápice, uniforme en anchura, ligeramente atenuado den el ápice, ocasionalmente hincado en algunos puntos de forma recta a ligeramente doblada o curvada, multiseptado, subtruncado en el ápice (Figura 8a). Asimismo, se contempló una masa de conidios juntos (Figura 8b). Además, se presentaron conidióforos libres de color marrón claro (Figura 8c), geniculados, con cicatrices a causa del desprendimiento de conidias hialinas y alargadas que a su vez quedan con cicatrices basales (Figura 8d).

Esta enfermedad provoca defoliación y caída de frutos, lo que permite que el patógeno permanezca en el suelo y de este modo de inicio a nuevos ciclos del microorganismo a partir del inóculo que perdura en los restos de cosecha. El progreso de la enfermedad beneficiado por condiciones climáticas alternas entre periodos cortos de lluvia y días secos.

Esta enfermedad tiene una amplia distribución en todas las zonas productoras del país, su importancia radica no solo por el daño que causa en las láminas foliares, sino por las manchas que ocasionan en los capachos, lo que ocasiona un rechazo del fruto por parte de las exportadoras, debido a los estándares de calidad que exige esta. Este patógeno afecta el cultivo en cualquier estado de desarrollo, pero los ataques más severos se registran cuando la planta se encuentra en plena producción (Forero De-la Rotta, 2014).

Según los registros que hay sobre el agente causal, la enfermedad se presume al hongo *Cercospora physalidis* Ell., aun así, no es la única especie que ataca el cultivo de uchuva, según síntomas que se han reportado en otras investigaciones, relacionado con la forma y desarrollo de las lesiones pueden estar involucradas *C. diffusa* Ell & Ev., y *C. physaloides* Ell. & Barth (USDA, 1960).

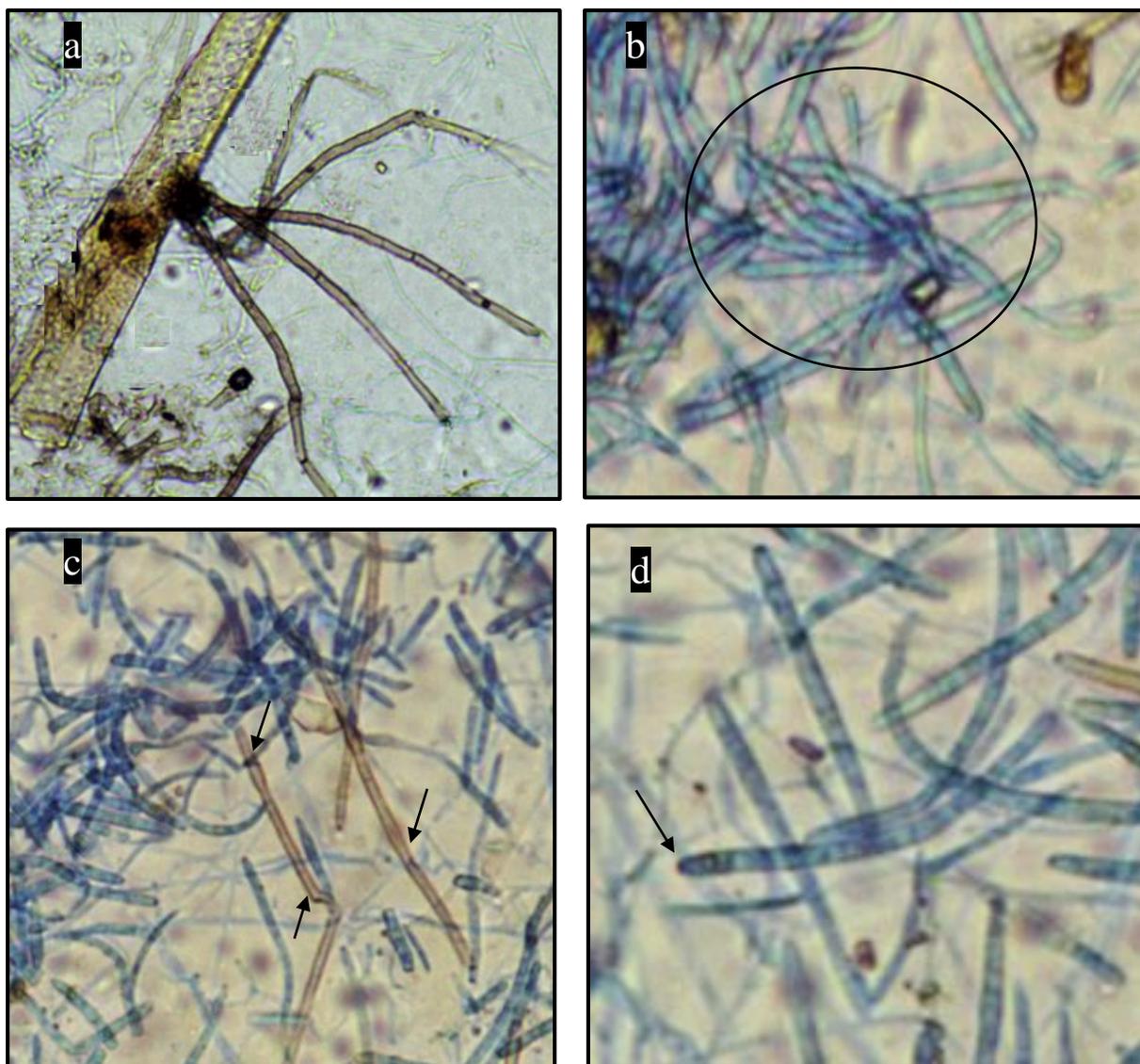


Foto: Autor.

Figura 8. Morfología microscópica a partir del cultivo de *Cercospora* sp. Azul de lactofenol. 400x **a.** Conidióforos unidos en la base. **b.** masa de conidios **c.** Conidióforos sueltos. **d)** Conidia con detalle de cicatriz basal.

En Colombia fue reportado por Moncada (1998), seguido de Blanco (2000), quienes describieron a esta enfermedad como cosmopolita y policíclica, por la capacidad que tiene el patógeno de desarrollarse dentro de la planta, y producir inóculos nuevos, capaces de dispersarse y generar epidemias en los cultivos comerciales.

4.1.2 *Phoma* sp.

4.2.2.1 *Hoja de registro de la muestra.*

Nombre del productor: Hernando Cárdenas.

Ubicación de la finca: N 07°26'20,7" W-72°37'19,9"

Condiciones climáticas recientes: Soleado, lluvioso y neblina Altitud: 2738 msnm

Temperatura Promedio: 13°C

Fecha de recolección de la muestra: 04 abril 2018

Nombre de la Finca: La Mariela

Municipio: Cécota

Fecha de siembra del microorganismo en PDA: 05 abril 2018

Vereda: Santa Matilde

Departamento: Norte de Santander

Tipo de suelo: Franco arcilloso

Tipo de siembra: Libre exposición

Órgano afectado enviado: Hojas, Cáliz, Ramas y Tallos.

Distancia de Siembra: 2.20 x 2.20 m

Certificación en BPA: Si

Edad: 14 meses

Número de plantas cultivadas: 900

4.2.2.2 *Descripcion de los síntomas.*

Las lesiones encontradas en las hojas de lotes comerciales de uchuva por *Phoma* sp. se caracterizan por ser necróticas en forma de V, de color marrón oscuro, con aspecto húmedo limitadas por la nervadura (Figura 9a) sobre las ramas se presentas lesiones con apariencia húmeda, con la capacidad de necrosar peciolos y brotes jóvenes (Figura 9b) en los frutos inicia en el pedúnculo y luego avanza hasta cubrir totalmente el capacho, posee bordes bien definidos, con marcas y areolas que se forman a medida que avanza la infección sobre los tejidos epidermales (Figura 8c), en la baya cuando la enfermedad es severa se presentan bordes definidos, exponiendo una cubierta con abundantes picnidios, pertenecientes al patógeno (Figura

8d) en los tallos las lesiones son de color cobrizo, y con apariencia húmeda (Figura 9e) a medida que la enfermedad coloniza la planta las ramas principales presentan muerte descendente, además de la necrosis de tejidos que generalmente son confundidos con los síntomas causados por *Fusarium* sp. (Figura 9f).

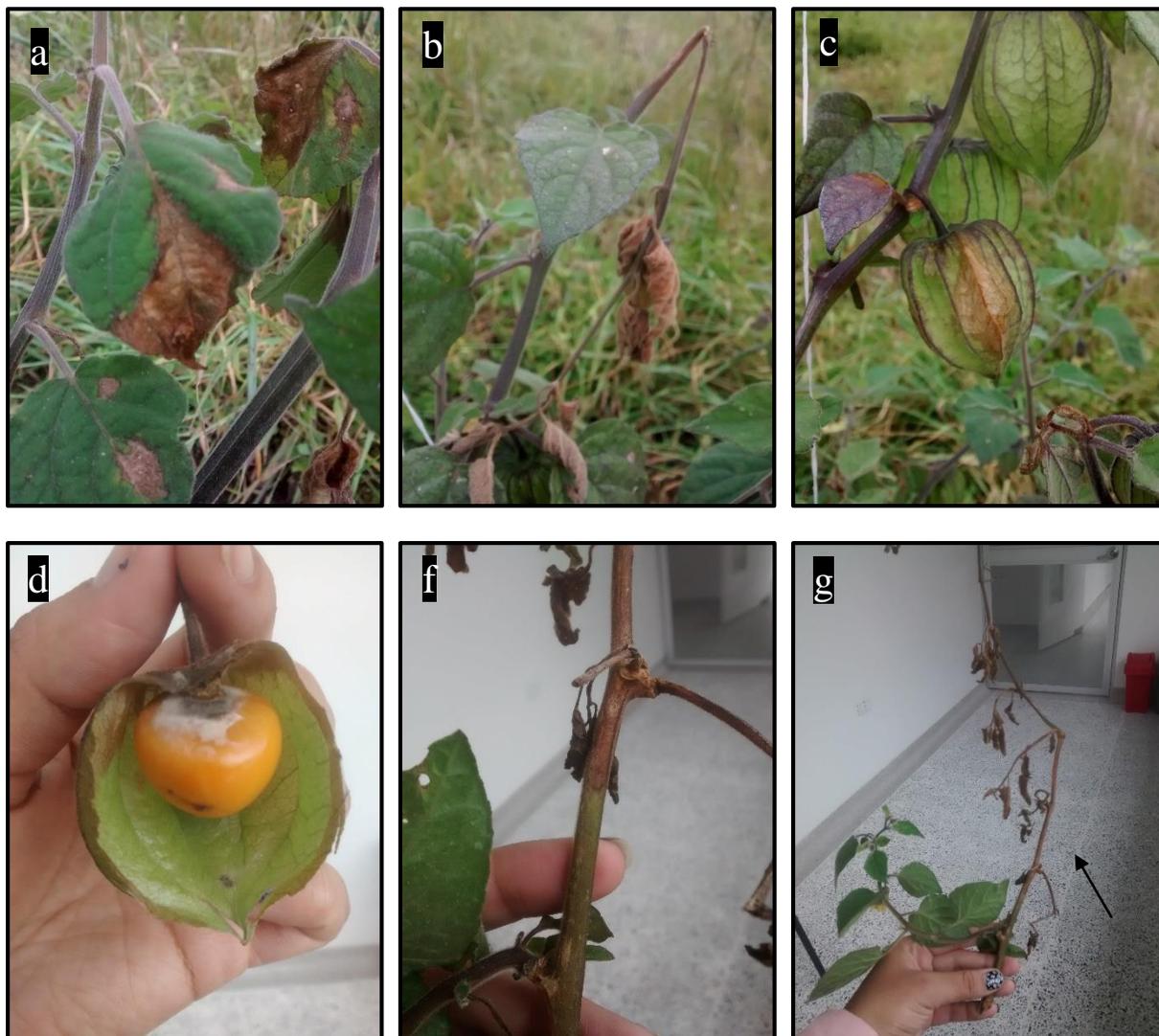


Foto: Autor.

Figura 9. Síntomas a simple vista causados por *Phoma* sp. en campo. **a.** manchas foliares limitadas por las nervaduras que toma forma de V. **b.** Lesiones con apariencia húmeda sobre las ramitas. **c.** Necrosis de los tejidos epidermales que avanza hacia el ápice dejando areolas. **d.** Mancha necrótica sobre los frutos. **e.** Lesiones de color cobrizo sobre los tallos enfermos. **f.** Muerte descendente de las ramas principales.

4.2.2.3 Observación macroscópica.

En cuanto al crecimiento de la colonia en agar PDA, presentó un avance lento con una tasa de crecimiento de 0,20 cm/día. Al tercer día de la siembra se observó la coloración verde oliva (Figura 10).

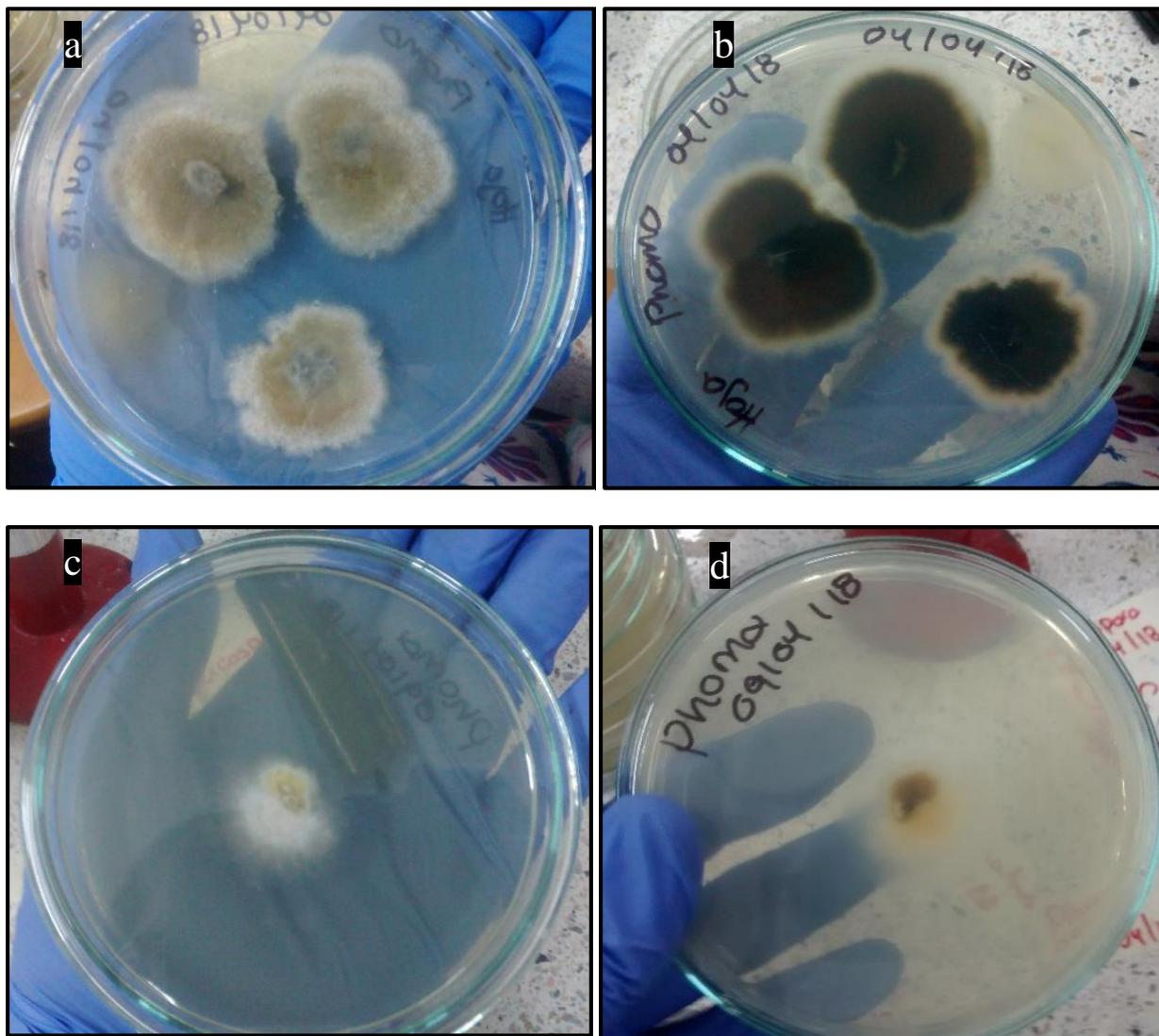


Foto: Autor.

Figura 10. Colonias formadas por *Phoma* sp. **a.** Colonia sin purificar aislada a partir de hojas con síntomas del patógeno. **b.** Inverso de la placa de Petri. **c.** Colonia purificada al tercer día de haber sido incubada, ligera coloración marrón en el centro. **d.** Inverso de la placa de Petri.

Al sexto día el crecimiento radial fue menos de la mitad de la caja de Petri, presentando una coloración verde oliva en el anverso, y marrón oscuro en el reverso (Figura 11).

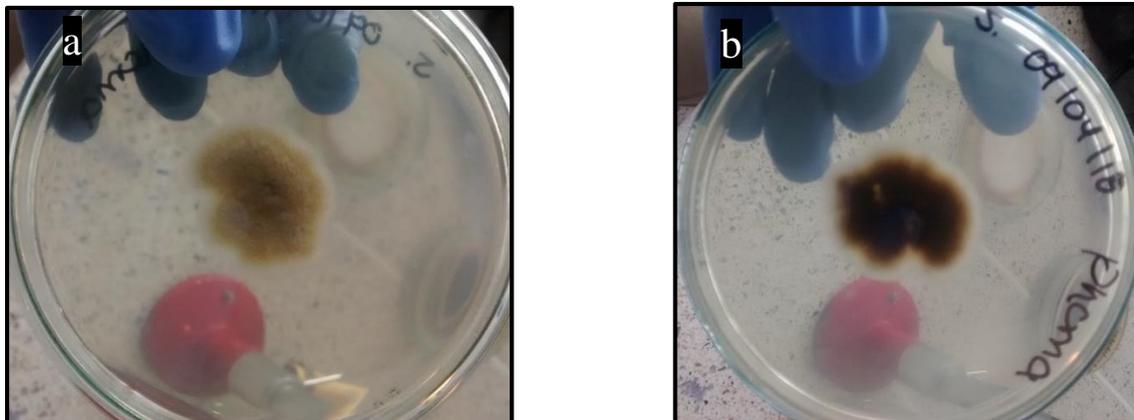


Foto: Autor.

Figura 11. Colonia de *Phoma* sp. purificada al sexto día de incubada. **a.** Anverso de la placa de Petri, se observó un color marrón grisáceo con textura aterciopelada o pulverulenta. **b.** Inverso de la placa de Petri, coloración marrón oscura, rodeada de un halo ligeramente ocre.

Al décimo día el crecimiento micelial ocupó más de la mitad de la placa de Petri, en el anverso se presentó coloración marrón oscura en el centro, seguida de una coloración oliva con micelio blanquecino con una coloración marrón oscura en el centro, se observa el crecimiento de picnidios en el borde de la colonia, solitarios y oscuros (Figura 12a), mientras que en el reverso se observa un crecimiento micelial marrón oscuro uniforme (Figura 12b).

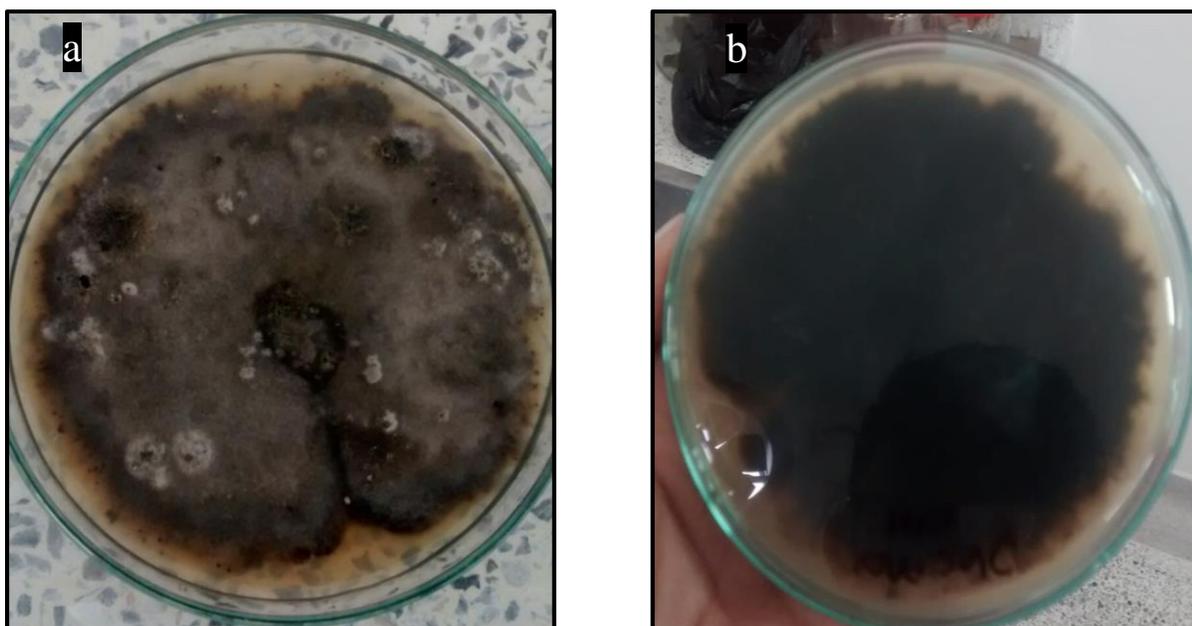


Foto: Autor.

Figura 12. Colonia purificada de *Phoma* sp. al décimo día de ser incubada. **a)** Anverso de la placa de Petri. **b)** Inverso de la placa de Petri.

En el cáliz se encontraron picnidios sumergidos en el tejido, erupentes o con cuello corto que rompen la epidermis (Figura 13)



Foto: Autor.

Figura 13. Picnidio en el fruto visto en estereoscopio. solitario con forma globosa y de apariencia erupente,

4.2.2.4 Observación Microscópica.

Al realizar los micropreparados se observaron a 400x, picnidios con forma globosa o subglobosa y solitarios, separados, esferoides, pigmentados, poseen paredes delgadas simples o de varias células densas (Figura 14),

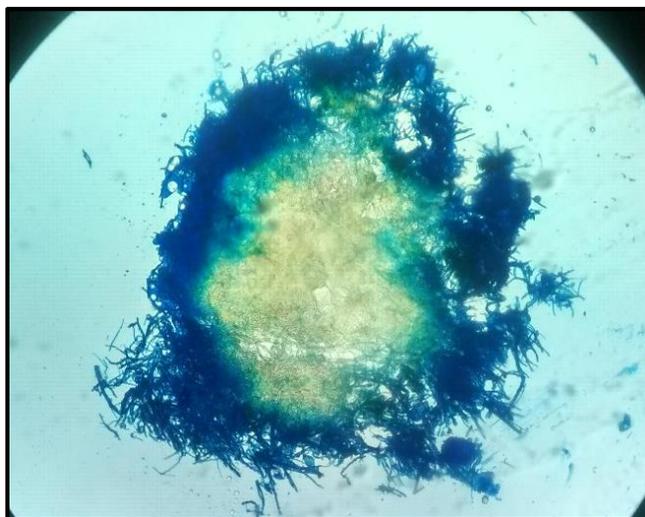


Foto: Autor.

Figura 14 Picnidio visto al microscopio en objetivo 40x de *Phoma* sp. Estructura microscópica de la conidiospora, con forma redondeada y cuello de botella.

Poseen fialides hialinas, indistinguibles de células internas de la pared picnidial, esta conidiospora se formó en el exterior del agar, de donde fue extraída, evidenciando conidias saliendo de él (Figura 15a). Además, fue posible observar las conidias dentro del picnidio de apariencia hialina (Figura 15b). La presencia de conidias pequeñas, hialinas y unicelulares, con forma globulosa a cilíndrica (Figura 15c) que son exudadas en una masa gelatinosa por los ostioles de los picnidios. Las clamidosporas de *Phoma* sp., son estructuras resistentes capaces de sobrevivir en condiciones desfavorables, tales como estaciones secas o cálidas. De color café oscuro con una superficie lisa (sin adornos), (Figura 15d).

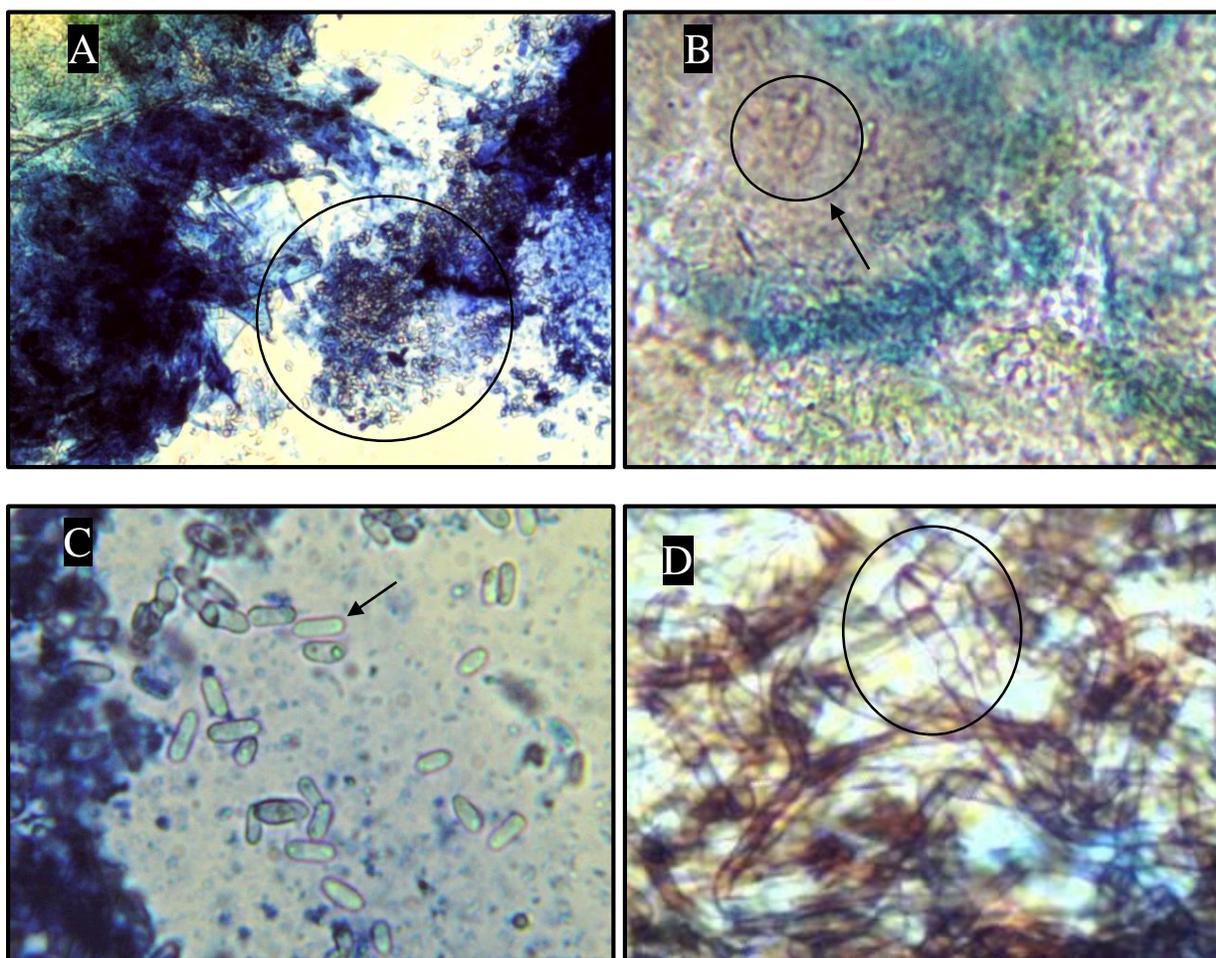


Foto: Autor.

Figura 15. Morfología microscópica a partir del cultivo de *Phoma* sp. Azul de lactofenol. A) Picnidio roto, objetivo 100x. B) Conidia dentro del picnidio a un aumento 400x. C) Conidias unicelulares, objetivo a 400x D) Clamidosporas de *Phoma* sp., aumento 400x.

4.1.3 *Fusarium* spp.

Esta enfermedad vascular se transmite por la siembra de plántulas infestadas por el microorganismo, también por herramientas de trabajo contaminadas, por el transporte de partículas de suelo infectado por el patógeno, adheridas al calzado de los operarios. Los síntomas iniciales causados por fusariosis pasan desapercibidos, no es sino hasta que la enfermedad ha colonizado gran parte de la planta que se notan síntomas como clorosis, amarillamiento generalizado, La planta lucha contra la enfermedad emitiendo nuevos tallos (Figura 16a) pasando luego a detener el crecimiento, pérdida de turgencia y agua, provocando flacidez en los tejidos, y clorosis (Figura 16b) también provoca Coloración amarillenta en el dosel de la planta, muerte de tejidos (Figura 16c), cuando la enfermedad coloniza la planta se observa un síntoma avanzado coloración oscura a lo largo de los vasos conductores (Figura 16d). al realizar cortes transversales se observa necrosis por la colonización del patógeno en la base del tallo que causa la obstrucción de los haces vasculares (Figura 16e) de este modo la clorosis continua hasta que la fase terminal de la enfermedad ocasiona la muerte de la planta (Figura 16f)

Esta enfermedad ha provocado que zonas potenciales para la producción de uchuva sufran impactos negativos, tal como lo sufrió el departamento de Cundinamarca en el periodo de 2004 a 2008, donde pasó de ser el primer productor a nivel nacional con 689 ha, a la reducida cantidad de 247 ha. Ocasionando que los productores migraran a zonas libres del patógeno como lo es Boyacá (MADR, 2009). La capacidad presentada por este patógeno para mantenerse en el suelo es imponente, gracias a las estructuras de resistencia que el hongo produce. En las investigaciones realizadas por Rodríguez (2013) demostraron la alta virulencia causada por *Fusarium oxysporum*, y la agresividad alta que tiene este microorganismo en plantas

domesticadas, mientras que plantas inoculadas con *Fusarium solani*, afectaron la planta, pero no ocasionó ninguna muerte en las plantas inoculada.



Foto: Autor.

Figura 16. Síntomas generales por fusariosis. **a.** Marchitamiento y clorosis generalizada en plantas afectadas por *Fusarium* sp. **b.** Clorosis y flacidez en tejidos jóvenes. **c.** Coloración amarillenta en el dosel de la planta. **d.** Síntoma avanzado coloración oscura en tallos. **e.** Tallo de uchuva con corte transversal afectado por *Fusarium* spp. **f.** Fase terminal de la enfermedad, muerte de la planta.

Concordando con la investigación de Jiménez, Sánchez y Forero (2009) donde encontraron afecciones por parte de *Fusarium oxysporum* y *Fusarium solani* en raíces de uchuva, causando el síndrome de marchitez vascular, siendo esta última especie reportada por primera vez para este cultivo.

4.2.3.1 *Fusarium solani*. (Martius) Appel & Wollenweber emend. Snyder & Hansen.

4.2.3.1.1 Hoja de registro de la muestra.

Nombre del productor: Neydi Gauta

Ubicación de la finca: N 07°16'25,6" W-72°39'11,9"5

Condiciones climáticas recientes: Soleado, periodo seco.

Altitud: 2738 msnm

Temperatura Promedio: 15°C

Fecha de recolección de la muestra: 04 abril 2018

Nombre de la Finca: Juan de rojas

Municipio: Cécota

Fecha de siembra del microorganismo en PDA: 05 abril 2018

Vereda: Fontibón

Departamento: Norte de Santander

Tipo de suelo: Franco arcilloso

Tipo de siembra: Libre exposición

Órgano afectado enviado: Hojas y tallo.

Distancia de Siembra: 2x2 m

Certificación en BPA: No

Edad: 12 meses

Número de plantas cultivadas: 400

5.2.3.1.2 Observación macroscópica.

Las colonias formadas por *Fusarium solani* se desarrollaron rápidamente, 1.0 cm/día, produjo un micelio aéreo blanco y algodonoso, el centro de la colonia tomo un color rojizo, de apariencia suelta, viscosa y esporádica, en 7 días alcanzo un diámetro de 70 mm. Y abundante crecimiento aéreo (Figura 17).

De acuerdo con Chehri et al. (2011) las colonias de *Fusarium solani* morfotipo II producen pigmentación rojiza en medio de cultivo PDA, lo que encaja con los aislamientos obtenidos a partir de tejido lesionado con síntomas de marchitez vascular.

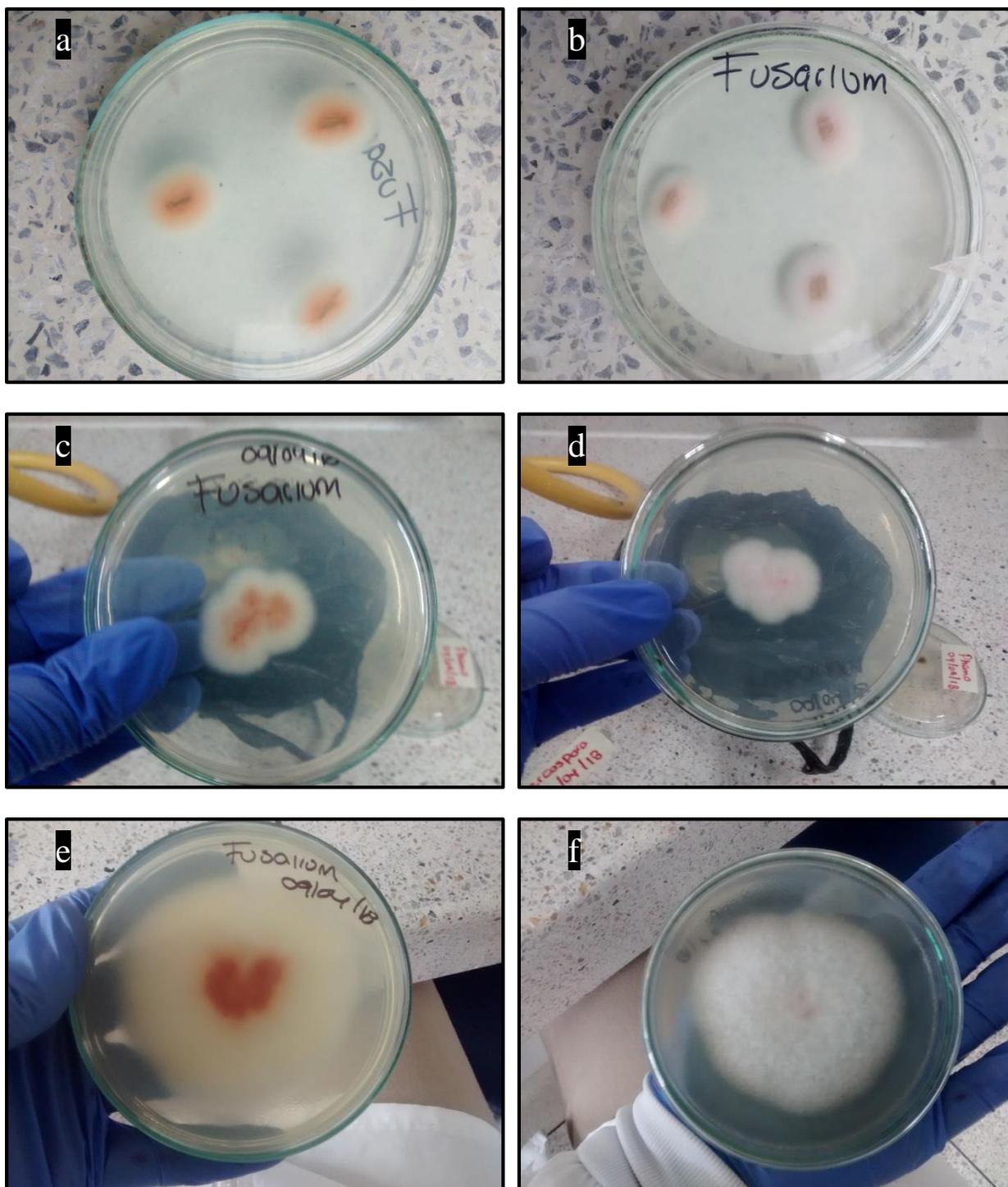


Foto: Autor.

Figura 17. Colonia típica de *Fusarium solani*. **a.** Inverso de colonia sin purificar al tercer día de ser incubada. **b.** Anverso de la colonia sin purificar. **c.** Inverso de colonia purificada al tercer día de ser incubada. **d.** Anverso de la colonia purificada, al tercer día. **e.** Inverso de colonia purificada al sexto día de ser incubada, **f.** Anverso de la colonia purificada.

4.2.3.1.3 Observación microscópica.

De acuerdo a la observación de los micropreparados hechos a partir de las colonias formadas en PDA fue posible diferenciar que *Fusarium solani* posee hifas aéreas que dan lugar a conidióforos laterales, estos conidióforos se ramifican en monofialides alargadas y delgadas que a su vez producen conidios, se observó que los filamentos que producen las macroconidias son más cortas que las que producen las microconidias. Las macroconidias son ligeramente curvadas, hialinos y anchos, además poseen de 5 a 7 septos, los microconidios tienen células basales engrosadas y células apicales redondeadas, estos microconidios son ovalados o cilíndricos, hialinos y lisos generalmente entre 1 y 3 septos (Figura 18). Concordando con los datos registrados por Leslie y Summerell (2006) donde registran el promedio de septos en las macroconidias, también justifican la producción de peritecios rojos o anaranjados afirmando que son homotáticos.

Las observaciones microscópicas también concuerdan con los resultados de chehri et al. (2011) que afirman la coloración roja en medio de cultivo PDA, como un indicativo para diferir entre seis especies de *Fusarium* evaluadas a partir de cultivos de cucurbitacias en Kermansah, Iran.

Este patógeno fue reportado por primera vez en cultivos de uchuva por Jiménez et al. (2009), ocasionando daños en el departamento de Cundinamarca, donde las pruebas de patogenicidad si reflejaron todos los síntomas característicos por fusariosis en las plantas inoculadas.

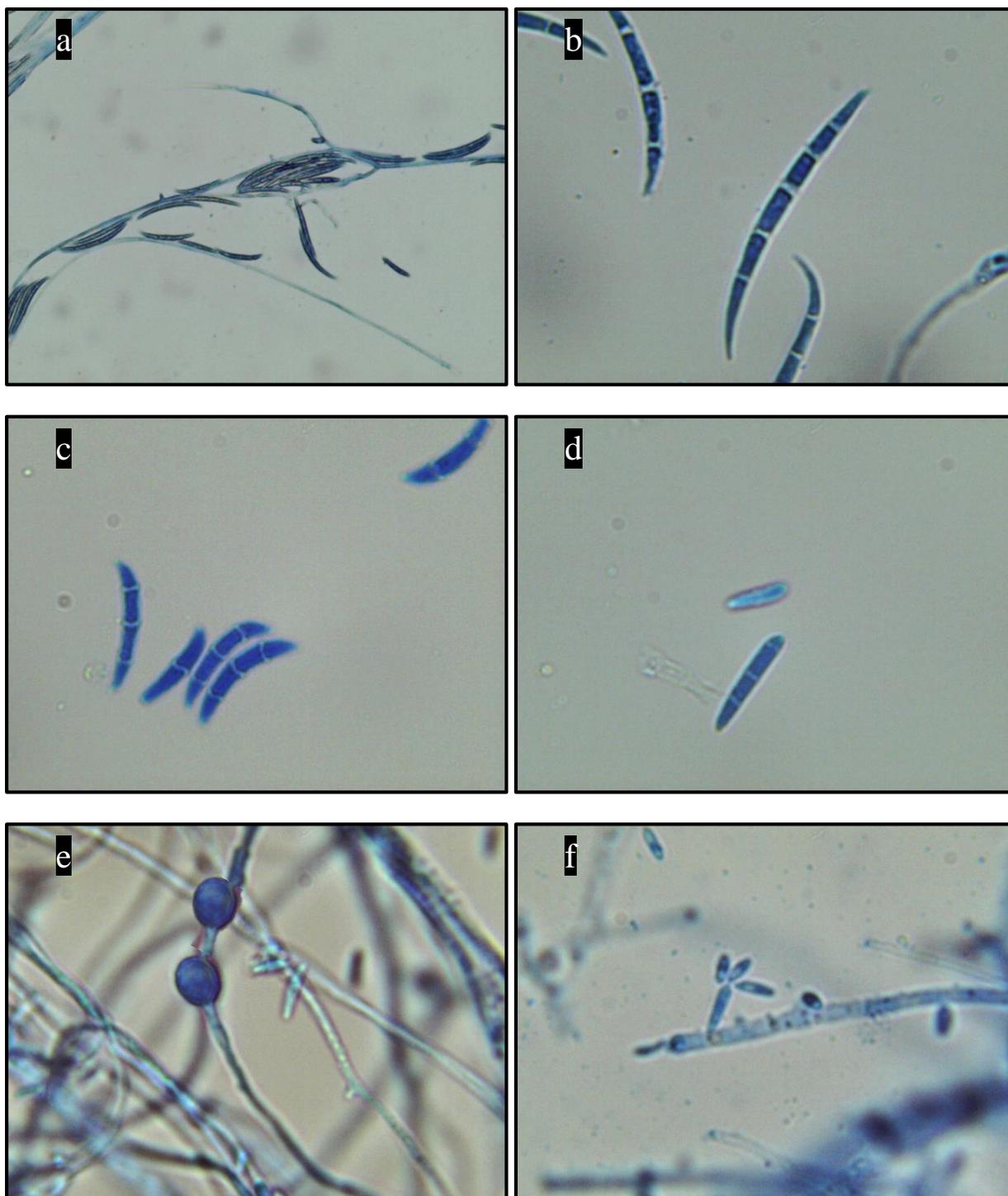


Foto: Autor.

Figura 18. Morfología microscópica a partir de cultivo de *Fusarium solani*. azul de lactofenol 1000x. **a.** Fialides con macroconidias adheridas formando acúmulos. **b.** Macroconidias curvadas hialinas con 5 septos. **c.** Mesoconidias entre 1-3 septos hialinas y ligeramente curvadas. **d.** Microconidia hialina y sin septos y mesoconidia. **e.** Clamidiospora en dupla de forma globosa a ovalada. **f.** fialide con microconidias acumuladas en la punta de la fialide formando falsa cabeza.

4.2.3.2 *Fusarium oxysporum* Schlechtendahl emend. Snyder & Hansen.

4.2.3.2.1 Hoja de registro de la muestra.

Nombre del productor: Pablo Gauta Parra

Ubicación de la finca: N 07°16'40,1" W-72°39'09,8"

Condiciones climáticas recientes: Soleado, periodo seco.

Altitud: 2666 msnm

Temperatura Promedio: 15°C

Fecha de recolección de la muestra: 04 abril 2018

Nombre de la Finca: El Matorral

Municipio: Cécota

Fecha de siembra del microorganismo en PDA: 05 abril 2018

Vereda: Fontibón

Departamento: Norte de Santander

Tipo de suelo: Franco limoso

Tipo de siembra: Libre exposición

Órgano afectado enviado: Tallo y raíz

Distancia de Siembra: 2x2 m

Certificación en BPA: No

Edad: 12 meses

Número de plantas cultivadas: 400

4.2.3.2.2 Observación macroscópica.

Las colonias formadas por *Fusarium oxysporum* presentaron un crecimiento rápido sobre el agar PDA con una tasa de 1,2 cm/día, en el anverso de las colonias sin purificar se observó un crecimiento de micelio alrededor de la raíz sembrada (Figura 19a) al mismo tiempo en el reverso de la placa fue evidente la coloración violeta de un radio de 0,35 cm (Figura 19b). Al sexto día de incubación en el anverso de las placas purificadas se observó en la aparición de micelio aéreo y algodonoso (Figura 19c) mientras que en el reverso la coloración violácea es poca (Figura 19d) al décimo día de incubación el patógeno cubrió toda la placa con micelio blanquecino y una

ligera coloración violeta en el centro del anverso de la placa (Figura 19e) y a su vez en el reverso de la placa la coloración violeta se tornó más intensa (Figura 19f).

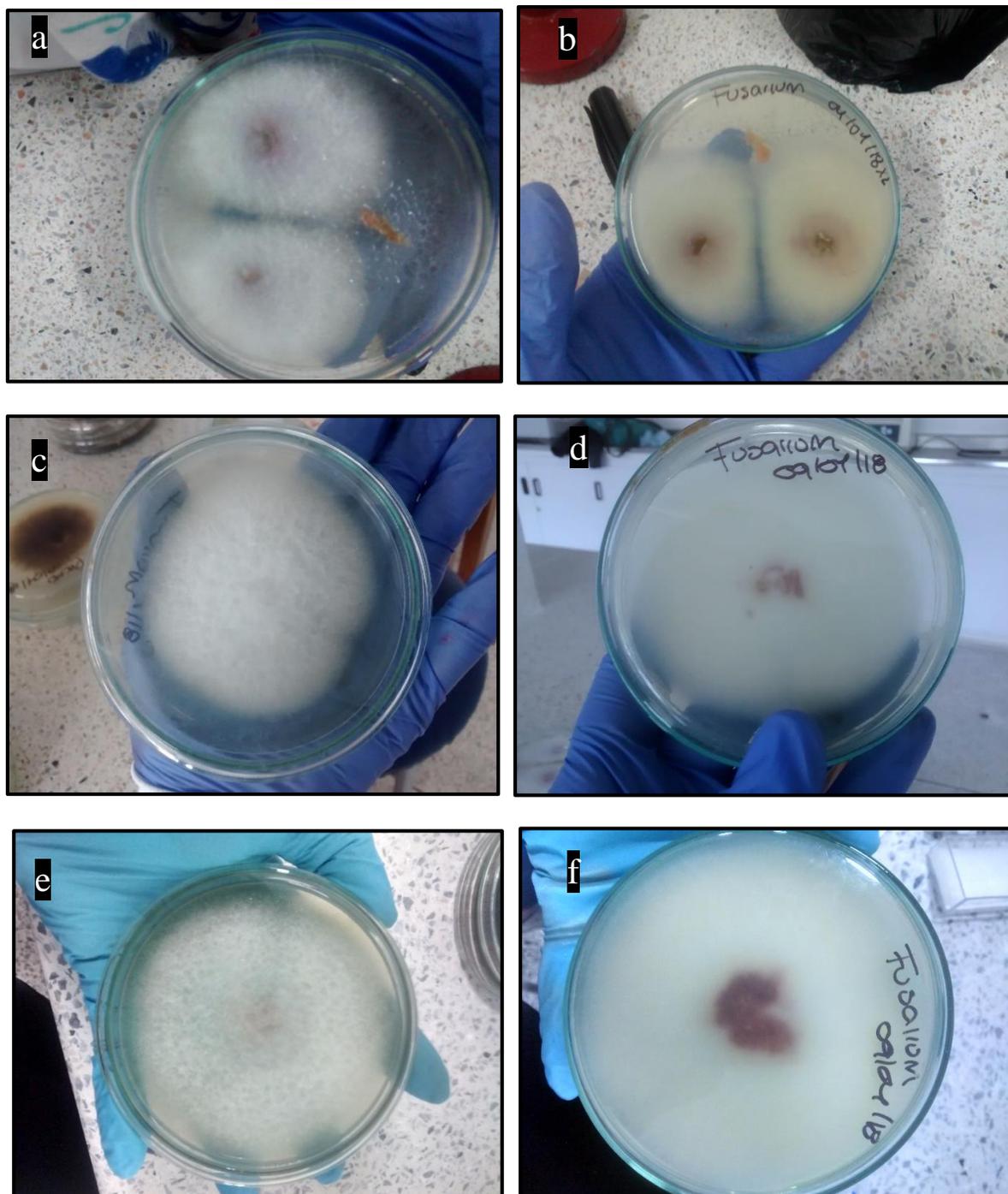


Foto: Autor.

Figura 19. Colonia típica de *Fusarium oxysporum*. **a.** Anverso colonia sin purificar **b.** Inverso de la colonia sin purificar **c.** Anverso de colonia purificada al sexto día de ser incubada. **d.** Inverso de la colonia **e.** Anverso de colonia purificada al décimo día de incubada **f.** Inverso de la placa.

4.2.3.2.3 Observación microscópica.

En los micropreparados realizados a partir de las colonias formadas por *Fusarium oxysporum* se observó la presencia de dos tipos de conidias; macroconidias, hialinas con tres septos, fusiformes y ligeramente curvas, y microconidias son abundantes, nunca en cadenas, en su mayoría no septadas, elipsoidales o cilíndricas, rectas o curvas, también se observaron las estructuras de resistencia del patógeno; las clamidosporas que son terminales o intercalares, hialinas, lisas o de paredes rugosas (Figura 20)

Los primeros reportes en Colombia de síntomas causados por *Fusarium oxysporum* en plantas de uchuva fueron hechos por Forero de-la Rotta (2005), presentado en el congreso nacional de la Asociación Colombiana de Fitopatología (ASCOLFI)

Los daños causados por el género *Fusarium* son de los más severos, pues causa la muerte de la planta y puede ocasionar pérdidas de cultivo de hasta un 90% (Jiménez et al., 2009), además, este género de hongos se puede encontrar como habitante natural del suelo, y con la capacidad de permanecer en este hasta por 30 años, en forma de clamidosporas (Díaz et al., 2012)

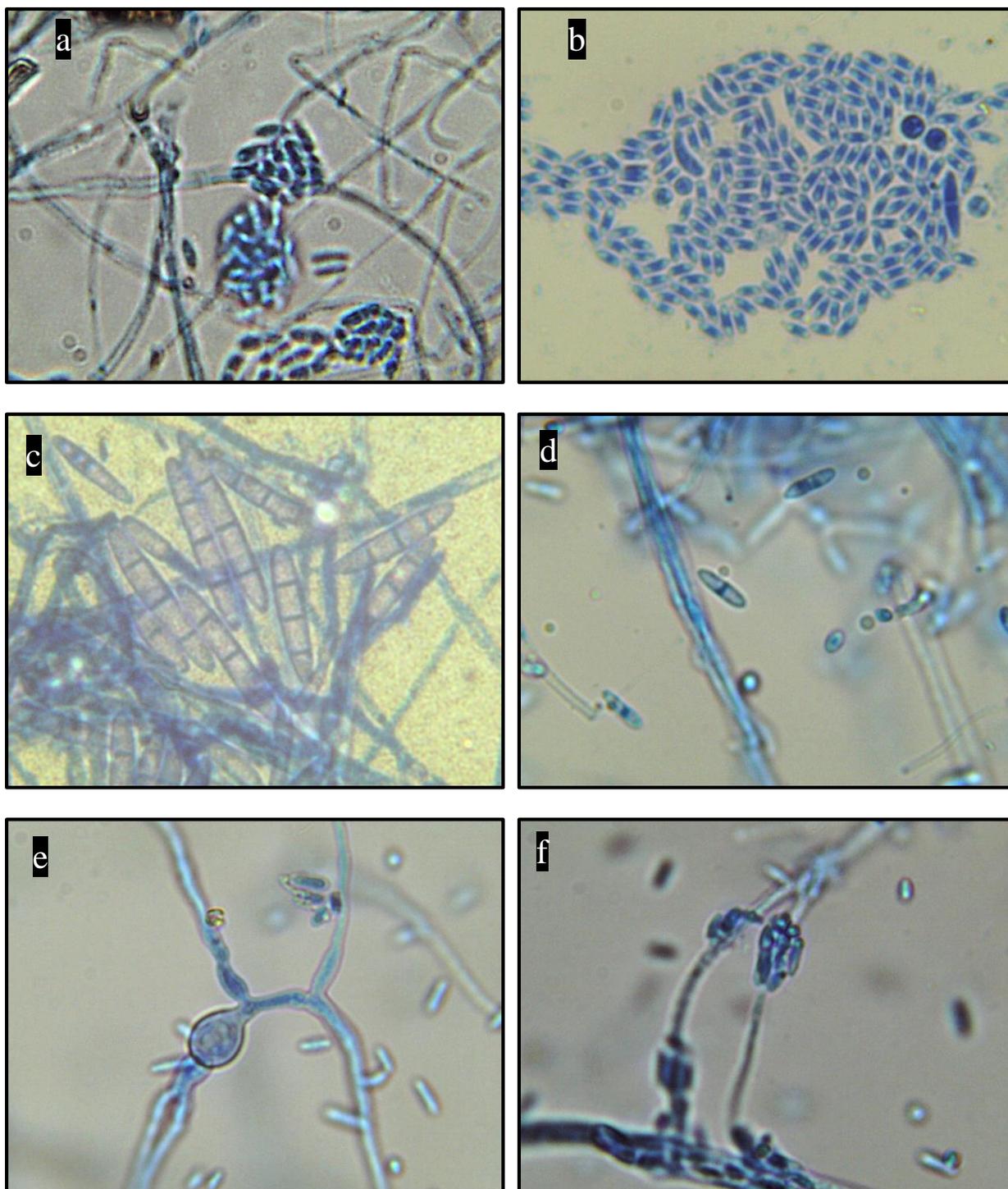


Foto: Autor.

Figura 20. Morfología microscópica a partir de un cultivo de *Fusarium oxysporum*. azul de lactofenol **a.** Fialides y microconidias acumuladas en la punta de la fialide formando falsas cabezas 400x. **b.** Microconidias, macroconidias y clamidiosporas juntas. **c.** Macroconidia hialina con 3 septos 1000x. **d.** Microconidias en detalle, sin septos, hialina. 1000x. **e.** Células de paredes engrosadas denominadas clamidiosporas 1000 x.) **f.** Conidióforo, estructura microscópica especializada en la producción asexual de miles de conidios 1000x.

4.1.4 *Alternaria* sp.

4.1.4.1 Hoja de registro de la muestra

Nombre del productor: Hugo Celis

Ubicación de la finca: N 07°22'20,7" W-72°37'19,9"

Condiciones climáticas recientes: Soleado, periodo seco, neblina.

Altitud: 2874 msnm

Temperatura Promedio: 14°C

Fecha de recolección de la muestra: 04 abril 2018

Nombre de la Finca: El ramal

Municipio: Cácuta

Fecha de siembra del microorganismo en PDA: 05 abril 2018

Vereda: Licaligua

Departamento: Norte de Santander

Tipo de suelo: Franco arcilloso

Tipo de siembra: Libre exposición

Órgano afectado enviado: Hojas.

Distancia de Siembra: 2x2 m

Certificación en BPA: No

Edad: 6 meses

Número de plantas cultivadas: 400

En las evaluaciones realizadas se encontraron lesiones por el agente causal *Alternaria* sp. en la lámina foliar exclusivamente, de color marrón oscuro a negro, las manchas provocadas por el patógeno crecen dejando anillos, de tal manera que las lesiones toman forma angular, redonda u ovalada a medida que el tejido va muriendo (Figura 21). Estos síntomas se registraron en las hojas bajas y senescentes de la planta, que avanzaban al tercio medio de acuerdo a la severidad del ataque.

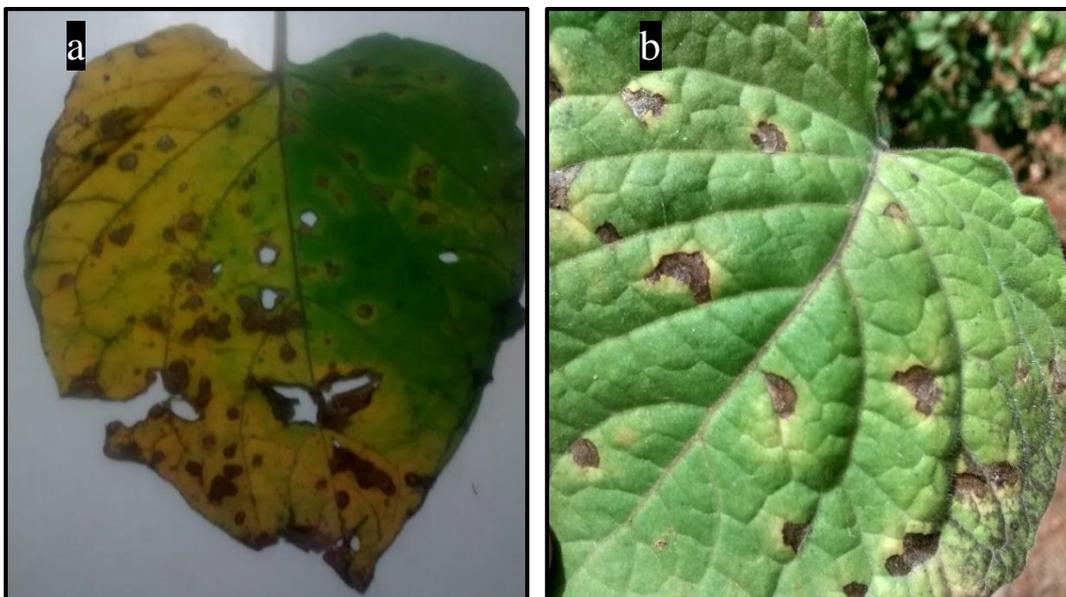


Foto: Autor.

Figura 21. Lesiones causadas por *Alternaria* sp. **a.** Manchas marrones oscuras en hojas bajas próximas a la senescencia **b.** Manchas marrones oscuras en hojas pertenecientes al tercio medio de la planta, se observa la formación de anillos concéntricos en las manchas angulares.

4.1.4.2 Observación macroscópica.

En el medio de cultivo PDA incubado se observó el crecimiento de colonias rápido de 1,3 cm/día, de color marrón oscuro, con un crecimiento circular, en el anverso presento micelio aéreo al décimo día de incubada (Figura 22a), en el reverso se observó el cubrimiento total del hongo con una coloración café oscura (Figura 22b)

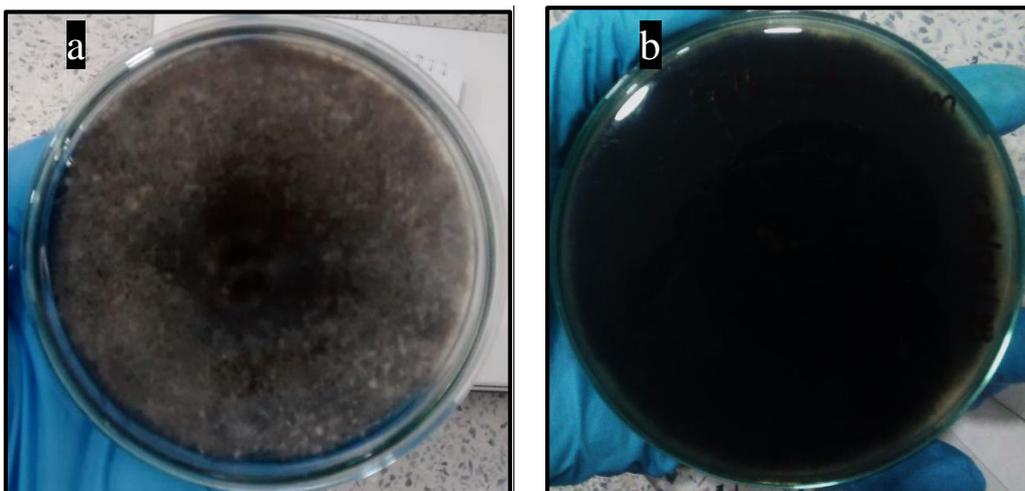


Foto: Autor.

Figura 22. Placa de Petri, al décimo día de incubada con *Alternaria* sp. **a.** Anverso de la placa, **b.** Reverso de la placa de Petri.

4.1.4.3 Observación microscópica.

Al realizar los micropreparados hechos a partir de las colonias de *Alternaria* sp. se evidenció la presencia de cadenas de conidios poco ramificadas, que al pasar el tiempo se volvían más densas, estas cadenas se conformaban por cuatro conidios ovoides a elipsoidales, de color oscuro, con entre 3-5 septos transversales y entre 1-3 septos longitudinales (Figura 23a), que de acuerdo con Rotem (1994) este tipo de cadenas donde se encuentran alrededor de 4-5 conidios se haya dentro del grupo brevicatenatae. Teniendo en cuenta la morfología microscópica puntualizada por Simmons (1993) el aislado puede clasificarse tentativamente como *Alternaria arbusti*.

También fue posible observar la estructura completa comprendida por una hifa tabicada de color marrón generalmente, que soporta el Conidióforo, que produce una conidia muriforme, más grande y redonda en el extremo más cercano al conidióforo, y angosta en el ápice (Figura 23b).

El género *Alternaria* se considera por ser omnipresente en el ambiente y actúa como agente activo en la descomposición de la materia orgánica, por lo que se le puede atribuir el termino oportunista por atacar mediante lesiones hechas por otros agentes.

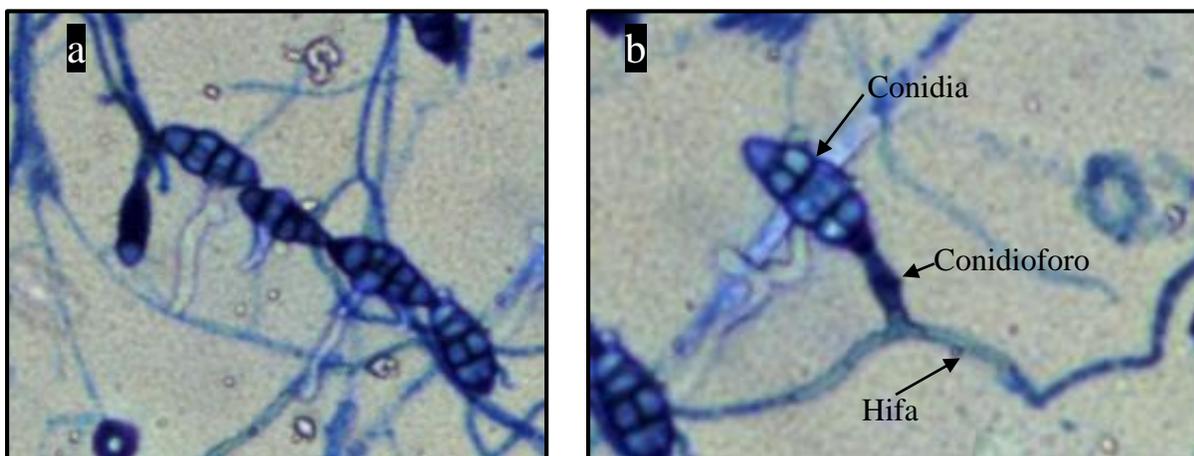


Foto: Autor.

Figura 23. Morfología microscópica de *Alternaria* sp. Azul de lactofenol, 100x. **a.** Cadena de 4 conidios de *Alternaria* **b.** Estructura completa *Alternaria* sp.

4.1.5 *Entyloma australe* Speg.

4.1.5.1 Hoja de registro de la muestra

Nombre del productor: Victor Manuel Gauta.

Ubicación de la finca: N 07°16'43,8" W-72°39'03,11"

Condiciones climáticas recientes: Soleado, periodo seco.

Altitud: 2415 msnm

Temperatura Promedio: 15°C

Fecha de recolección de la muestra: 04 abril 2018

Nombre de la Finca: La bacha

Municipio: Cécota

Fecha de siembra del microorganismo en PDA: 05 abril 2018

Vereda: Fontibón

Departamento: Norte de Santander

Tipo de suelo: Franco arcilloso

Tipo de siembra: Libre exposición

Órgano afectado enviado: Hojas.

Distancia de Siembra: 0,8 x 2,50 m

Certificación en BPA: Sí

Edad: 4 meses

Número de plantas cultivadas: 500

La enfermedad se encontró en cultivos jóvenes, más exactamente en el tercio medio de la planta, donde el follaje es abundante y hay menor aireación lo que aumenta la concentración de humedad relativa. Las lesiones se presentan como pequeñas manchas circulares de color amarillo con tamaños que varían de entre 2 y 5 mm, bien definidos, a medida que la enfermedad avanza la lesión toma relieve, o crea depresiones en la lámina foliar (Figura 24).

El hongo al ser sembrado el Agar PDA e incubado A 25°C no presentó ningún tipo de crecimiento, de acuerdo con La Rotta (2014) este microorganismo es un parasito obligado, lo que significa que solo puede crecer y multiplicarse en organismos vivos.

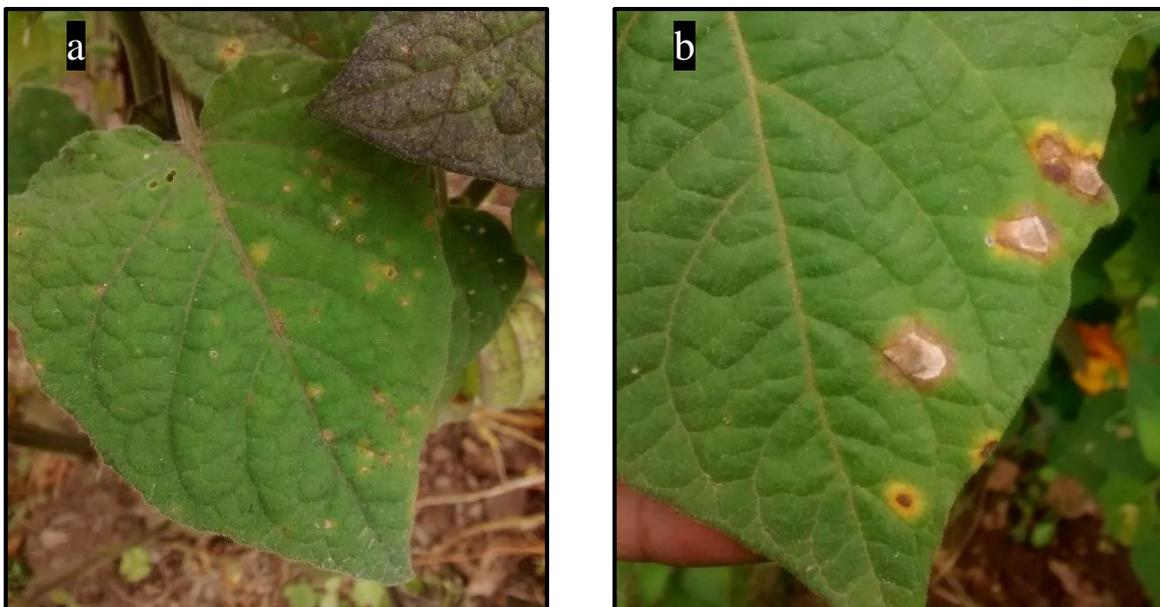


Foto: Autor.

Figura 24. Lesiones en la lámina foliar causadas por *Entyloma australe*. **a.** Manchas cloróticas con bordes definidos. **b.** Lesiones con el centro necrosado, tomando la apariencia de ojo.

Sin embargo, hay ocasiones donde el centro de la lesión se torna quebradizo, haciendo que el tejido muerto caiga, y quede la apariencia de un ojo. En el envés de las hojas correspondiendo al reverso la lesión varía desde los 2 hasta los 5mm, características de este patógeno (Figura 25a), además, se observó bajo el estereoscopio el signo de la enfermedad, que consistía en las estructuras reproductivas del patógeno, con una tonalidad blanquecina (Figura 25b).

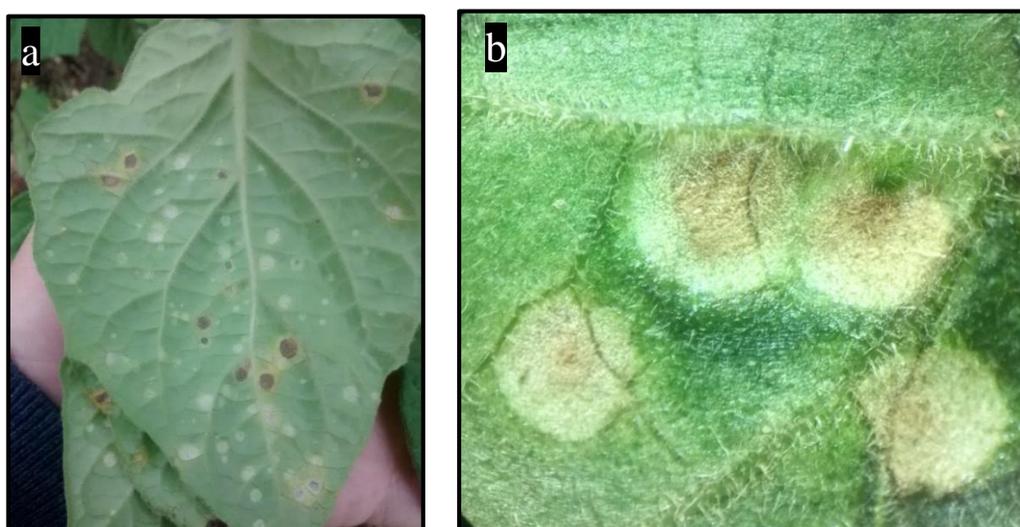


Foto: Autor.

Figura 25. Envés de la hoja con los signos causados por *Entyloma australe*. **a.** Manchas blancas **b.** Vista al estereoscopio de la lesión.

4.2 Estimación de la incidencia y severidad de las enfermedades fúngicas de la uchuva, en los municipios de Cácuta, Pamplona y Mutiscua

A los predios seleccionados de cada uno de los municipios se les realizaron dos visitas, una en periodo seco, comprendido por enero-febrero, y La segunda visita en periodo lluvioso comprendido por abril y mayo de 2018. Estos muestreos se estratificaron de acuerdo al municipio y edad del cultivo.

4.2.1 Periodo seco: Incidencia y severidad de acuerdo a los municipios evaluados

En la primera visita correspondiente al periodo seco se estimó que *Cercospora* sp. incidió en las láminas foliares en un 60,31%, en el municipio de Cácuta, 66,8%, el municipio de Pamplona, sin diferencia estadística, sin embargo, en el municipio de Mutiscua se obtuvo una incidencia de 37,28. En los frutos se observó 31,57% de incidencia en Pamplona con diferencia estadística Cácuta y Mutiscua que presentaron niveles inferiores. La severidad de *Cercospora* sp. no mostró diferencia significativa estadística para los municipios de Cácuta y Pamplona, sin embargo, en Mutiscua se registró una baja severidad con 7,45% (Tabla 9).

Tabla 9
Incidencia y severidad de Cercospora sp. en los municipios evaluados

<i>Cercospora</i> sp.				
Municipios	n	Incidencia en Hojas	Severidad en Hojas	Incidencia en frutos
Cácuta	900	60,31a	15,74a	2,25b
Pamplona	400	66,28a	18,45a	31,57a
Mutiscua	200	37,28b	7,45b	0,38b

Nota: Letras desiguales en las columnas difieren para $p \leq 0,05$. n: Número de plantas evaluadas

De acuerdo con las investigaciones realizadas por Silva (2006) en el departamento de Antioquia esta enfermedad es de importancia económica, debido a las lesiones ocasionadas en el cáliz que inciden directamente en la comercialización de la fruta, además encontró este patógeno como causante de defoliación cuando el ataque es severo

La media ponderada de la incidencia de *Phoma* sp. en hojas presentó diferencia estadística para los 3 municipios, Mutiscua presentó la incidencia más alta con un 95,71%, seguida de Cácuta y por último Pamplona, para la severidad se presentaron diferencias similares, siendo Mutiscua el municipio con 41,78%. En los frutos también se observaron diferencias significativas entre los municipios ubicando en primer lugar a Mutiscua con una incidencia de 32,45% seguido por Pamplona y posteriormente Cácuta. En los tallos se no se observó diferencia estadística significativa entre Cácuta y Pamplona, sin embargo, en Mutiscua hubo una incidencia mayor pues presentó un 9,16%. La incidencia en ramas presentó diferencias estadísticas en los 3 municipios, situando a Mutiscua en primer lugar, seguido de Cácuta y por último a Pamplona (Tabla 10).

Tabla 10

Incidencia y severidad de Phoma sp. en los municipios evaluados

Municipios	n	Incidencia y Severidad de <i>Phoma</i> sp.				
		Inc. Hojas	Sev. Hojas	Fruto	Tallos	Ramas
Cácuta	900	43,11b	12,05b	1,07 c	3,54b	5,59b
Pamplona	400	18,13c	4,36c	3,36b	3,99b	1,11c
Mutiscua	200	95,71a	41,78a	32,45a	9,16a	12,72a

Nota: Letras desiguales en las columnas difieren para $p \leq 0,05$. n: Número de plantas evaluadas

De acuerdo con el análisis estadístico el cultivo de uchuva mostró mayores niveles de *Phoma* sp. en Mutiscua que posee zonas con mayor altitud y períodos de niebla más frecuentes.

El comportamiento de la enfermedad en el municipio de Mutiscua se debe a las temperaturas relativamente altas presentadas en estos municipios, además de la altitud presentada, que va desde 2900 hasta los 3000 msnm., concordando con las investigaciones realizadas en Antioquia por Silva (2006) esta enfermedad se presenta en altitudes que superan los 2600 msnm

La incidencia y severidad causada por *Entyloma australe* no manifestó diferencias estadísticas significativas entre los municipios evaluados, aun así, se destaca la presencia de este microorganismo del que no se reportaban brotes desde hace cuatro años (Tabla 11).

Tabla 11

Incidencia y severidad de Entyloma australe, Alternaria sp. Incidencia de Fusarium sp. en los municipios evaluados

Municipios	n	<i>Entyloma australe</i>		<i>Alternaria sp.</i>		<i>Fusarium sp.</i>
		Inc.	Sev.	Inc.	Sev.	Inc.
Cácota	900	0,14a	0,02a	41,95b	9,93b	4,27a
Pamplona	400	1,62a	0,32a	19,10c	3,82c	2,14ab
Mutiscua	200	0a	0a	77,42a	15,48a	0b

Nota: Letras desiguales en las columnas difieren para $p \leq 0,05$. n: Número de plantas evaluadas p/a: Presencia/Ausencia.

Alternaria sp. presentó diferencia estadística para la incidencia y severidad en los tres municipios evaluados situando en primer lugar al municipio de Mutiscua con un nivel de incidencia del 77,42% y 15,48% de severidad seguida por Cécota y por último Pamplona.

Fusarium sp. presentó diferencia estadística significativa en los tres municipios, en Cécota obtuvo 4,27% de incidencia, en Pamplona 2,14% y en Mutiscua no se presentó esta enfermedad

Estas enfermedades presentadas solo en hojas como *E. australe* y *Alternaria sp.*, durante la investigación son de importancia económica por los daños que pueden llegar a alcanzar, la enfermedad vascular *Fusarium sp.* se expresa con una baja incidencia, que parece no ser amenazante, sin embargo, la sola presencia de este patógeno puede generar una epidemia capaz de diseminarse y ocasionar mortalidad en todo el cultivo en menos de una semana.

En las investigaciones realizadas por Góngora y Rojas (2006) encontraron que la enfermedad causada por *Entyloma australe* se presenta con mayor frecuencia en el tercio medio de la planta, debido a la humedad relativa alta que se presenta en esa zona con especial frondosidad.

Los mayores niveles de *Alternaria* sp. en Mutiscua se deben a la falta de prácticas agronómicas como la poda que no eran realizadas en los lotes de este municipio. Esta enfermedad había sido reportada como poco frecuente en los cultivos de uchuva en las investigaciones realizadas por Forero de-la Rotta (2014), Mientras que Silva (2006) describió al microorganismo como saprofito, al no obtener desarrollo de la infección en plantas inoculadas con el patógeno.

De acuerdo con Zapata (2002) *Fusarium* sp. es la más limitante, pues no hay como controlarla, una vez ingresa en la planta provoca la muerte, al ocasionar taponamiento vascular con las sustancias segregadas por el patógeno. La agresividad de este microorganismo ha sido tal que provocó la pérdida de 442 hectáreas en el transcurso de 4 años en el departamento de Cundinamarca.

4.2.2 Periodo seco: Incidencia y severidad de acuerdo a la edad de las plantas evaluadas.

La incidencia del patógeno *Cercospora* sp. fue alta en las tres edades evaluadas, pero con diferencias estadísticas significativas, para cada una de ellas, la edad más susceptible fue de 12 meses en adelante con 74,31% en las hojas, seguida por la edad de 6,1 a 12 meses mientras que las edades comprendidas entre 0-6 meses fue la menor La severidad ocasionada por *Cercospora* sp. se presentó con mayor fuerza en las hojas de plantas en pico de producción (6,1-12 meses) con 21,74%. Las otras edades evaluadas no presentaron diferencia estadística.

En los frutos no hubo diferencia estadística, todas las edades presentaron un promedio de 9% de incidencia, esta enfermedad se presentó en todas las edades, demostrando que incide mayormente en plantas próximas a terminar su ciclo productivo, (Tabla 12).

Tabla 12*Incidencia y severidad de Cercospora sp. de acuerdo a las edades evaluadas.*

Edad/meses	n	Incidencia y Severidad de <i>Cercospora sp.</i>		
		Inc.	Sev.	frutos Inc.
0-6	700	51,06c	12,37b	9,48 ^a
6-12	600	65,71b	21,74a	9,144a
>12	200	74,31a	15,91b	9,04 ^a

Nota: Letras desiguales en las columnas difieren para $p \leq 0,05$. n: Número de plantas evaluadas

Los presentes resultados concuerdan con Góngora y Rojas (2006) quienes mostraron correlación positiva con la edad de las plantas, pues la enfermedad aumentaba la incidencia a medida que incrementaba el desarrollo de estas.

Las lesiones causadas por *Phoma sp.* se presentaron con mayor incidencia en las hojas, donde las plantas mayores de 12 meses fueron las más afectadas con 69,4%, seguidas de las edades comprendidas por 6,2-12 meses, las plantaciones de menor edad presentaron una incidencia relativamente baja. La severidad del patógeno presentó diferencia estadística en las tres edades evaluadas, en las próximas a terminar la edad productiva (>12 meses) se presentó un 24,29% de severidad, mientras que para la edad de 6,1-12 meses disminuyó, en cuanto a la edad comprendida entre 0-6 meses presentó el menor grado de ataque. En los frutos no se presentaron diferencias estadísticas entre edades, en los tallos las edades comprendidas entre 0-6 y 6,1-12 meses no presentaron diferencia estadística, aunque la edad de 12,1 meses en adelante presentó una notable afección en este órgano con 8,29% de incidencia. En las ramas la mayor incidencia se registró en plantas mayores a 12 meses, la edad intermedia no difirió estadísticamente de las de menor edad ni las de mayor edad (Tabla 13).

Tabla 13

Incidencia y severidad de Phoma sp. de acuerdo a las edades de las evaluadas

Edad/meses	n	Incidencia de <i>Phoma sp.</i>				
		Inc. Hojas	Sev. Hojas	Fruto	Tallos	Ramas
0-6	700	24,65c	5,74c	1,68a	2,13b	2,54b
6-12	600	39,89b	10,41b	4,43a	3,28b	6,35ab
>12	200	69,4a	24,29a	3,18a	8,29a	7,28a

Nota: Letras desiguales en las columnas difieren para $p \leq 0,05$. n: Número de plantas evaluadas

Los niveles de *Phoma sp.* se relacionan directamente la edad de la planta con el nivel de afección del microorganismo, concordando con Silva (2006) quien encontró diferencias significativas entre las edades de las plantas evaluadas.

Estos resultados también concuerdan con los obtenidos por Góngora y Rojas (2006) donde la incidencia de frutos, y tallos no mostraron correlación con la edad de las plantas evaluadas sin embargo en los demás órganos si hubo correlación.

Entyloma australe no mostró diferencia estadística significativa entre las edades ni en la incidencia ni en la severidad, pero es importante resaltar que los casos encontrados de este patógeno se asociaron únicamente a la edad comprendida entre 0-6 meses (Tabla 14), tal como fue registrado por Góngora y Rojas (2006) donde la mayor incidencia se presentó en edades tempranas.

Tabla 14

Incidencia y severidad de Entyloma australe, Alternaria sp. e incidencia de Fusarium sp. de acuerdo a las edades evaluadas.

Edad/ meses	n	<i>Entyloma australe</i>		<i>Alternaria sp.</i>		<i>Fusarium sp.</i>
		Inc. Hojas	Sev. Hojas	Inc. Hojas	Sev. Hojas	Incidencia
0-6	700	1,07 ^a		34,07b		1,50b
6-12	600	0a		44,78 ^a		6,33a
>12	200	0a		36,02b		4,11ab

Nota: Letras desiguales en las columnas difieren para $p \leq 0,05$. n: Número de plantas evaluadas p/a: Presencia/Ausencia.

Alternaria sp. presentó mayor incidencia en las edades altamente productivas (6,1-12 meses) con 44,78% donde el follaje en la planta es más denso lo que ocasiona la formación de microclimas óptimos para el desarrollo del patógeno, mientras que las edades comprendidas entre 0-6 meses y mayores de 12 no presentaron diferencias estadísticas, y presentando un promedio del 35% de incidencia de esta enfermedad. La severidad alcanzada por *Alternaria* sp. mostró relación entre la edad de la planta y el grado de daños al diferir las edades de las plantas con mayor producción situando a la edad comprendida entre 6,1-12 meses como la más susceptible con 12,12%, las plantas con edades mayores a doce meses y las plantas con edad de 0-6 meses no presentaron diferencia estadística (Tabla 14) por lo que se puede atribuir este comportamiento al estado fenológico de la planta

Fusarium sp. mostró mayor incidencia en las plantas con picos altos de producción con 6,33% de incidencia, la edad menos afectada fue la de 0-6 meses mientras que las plantas mayores de 12 meses no difirió de las otras edades evaluadas (Tabla 14).

4.2.3. Periodo Lluvioso: Incidencia y severidad de acuerdo a los municipios evaluados

En la segunda visita a los predios seleccionados se estimó que la incidencia de *Cercospora* sp. aumentó progresivamente en cada uno de los municipios, dando como resultado diferencias estadísticas significativas. Pamplona presentó la distribución más alta en hojas con 91,05%, seguida por Cácuta y por último Mutiscua, este aumento en el segundo muestreo puede atribuirse al aumento de días lluviosos, combinados con temperaturas de 15°, que le dan las condiciones al microorganismo para que su ciclo reproductivo se desarrolle de forma óptima y en menor tiempo. Mutiscua presentó la severidad más baja con 8,77%, Cácuta y Pamplona no presentaron diferencia estadística. En los frutos se estimó para Cácuta 14,21% de incidencia, sin embargo, entre Pamplona y Mutiscua no se encontraron diferencias estadísticas (Tabla 15).

Tabla 15

Incidencia y severidad de Cercospora sp. en los municipios evaluados en el segundo periodo.

Municipios	n	Incidencia y severidad de <i>Cercospora sp.</i>		
		Incidencia en Hojas	Severidad en Hojas	Incidencia en frutos
Cácota	900	79,40b	23,30a	14,21 ^a
Pamplona	400	91,05a	21,73a	4,73b
Mutiscua	200	43,85c	8,77b	2,27b

Nota: Letras desiguales en las columnas difieren para $p \leq 0,05$. n: Número de plantas evaluadas

La incidencia de *Phoma sp.* varió en los tres municipios, en Cécota se presentó la más alta con 57,57%, la severidad más alta también fue la de este municipio con 17,83%, mientras que en Pamplona y Mutiscua no hubo diferencias estadísticas entre ellos, pero si con Mutiscua. En Frutos y tallos la incidencia no difirió en los tres municipios, mientras que en las ramas Cécota y Mutiscua los resultados no mostraron diferencias, como la registrada en Pamplona con el porcentaje más bajo (Tabla 16).

Tabla 16

Incidencia y severidad de Phoma sp. del segundo muestreo en los municipios evaluados en el segundo periodo

Municipios	n	Incidencia y Severidad de <i>Phoma sp.</i>				
		Inc. Hojas	Sev. Hojas	Fruto	Tallos	Ramas
Cácota	900	57,57a	17,83a	14,26a	9,74a	9,04a
Pamplona	400	24,72c	5,63b	2,714a	6,18a	3,38b
Mutiscua	200	29,57b	6,55b	12,01a	10,9a	8,19a

Nota: Letras desiguales en las columnas difieren para $p \leq 0,05$. n: Número de plantas evaluadas

Fischer (2014), atribuye la incidencia alta de este patógeno de *Phoma sp.*, a suelos con drenajes pobres, además señala que esta, es una enfermedad típica, que se puede controlar y prevenir con un manejo adecuado del cultivo.

Forero de-la Rotta (2014) menciona que el patógeno tiene mayor nivel de infección en zonas con humedad relativa alta, y temperaturas bajas, lo que concuerda con las condiciones de los municipios evaluados, sin embargo, realizar prácticas de manejo de cultivo como poda y

recuelgas evitan la diseminación del patógeno en la plantación, como sucedió en Mutiscua, luego de que realizaran poda, fertilización y demás labores, el inóculo disminuyó considerablemente.

Entyloma australe no mostró diferencias significativas tanto en la incidencia como en la severidad. Forero de-la Rotta (2014) menciona que el patógeno tiene mayor nivel de infección en zonas con humedad relativa alta, y temperaturas bajas, lo que concuerda con las condiciones de los municipios evaluados, sin embargo, realizar prácticas de manejo de cultivo como poda y recuelgas evitan la diseminación del patógeno en la plantación, como sucedió en Mutiscua, luego de que realizaran poda, fertilización y demás labores, el inóculo disminuyó considerablemente en los municipios evaluados.

Alternaria sp. presentó su incidencia más alta en el municipio de Cácuta con 46,26%, mientras que Pamplona y Mutiscua no mostraron diferencias estadísticas. La severidad no difirió entre los tres municipios evaluados. *Fusarium* sp. no mostró diferencias estadísticas entre los tres municipios (Tabla 17), pero es importante resaltar que el patógeno no se presentó en el municipio de Mutiscua en toda la investigación, confiriéndola como una zona con potencial, para la producción de esta fruta.

Tabla 17

Incidencia y severidad de Entyloma australe y Alternaria sp. e incidencia de Fusarium sp. en los municipios evaluados en el segundo periodo.

Municipios	n	<i>Entyloma australe</i>		<i>Alternaria</i> sp.		<i>Fusarium</i> sp.
		Inc.	Sev.	Inc.	Sev.	Inc.
Cácuta	900	9,87a	1,97a	46,26a	10,28a	8,26a
Pamplona	400	2,17a	0,43a	37,52b	7,50a	4,33a
Mutiscua	200	0a	0a	34,71b	6,94a	0a

Nota: Letras desiguales en las columnas difieren para $p \leq 0,05$. n: Número de plantas evaluadas p/a: Presencia/Ausencia.

4.2.5 Periodo Lluvioso: Incidencia y severidad de acuerdo a las edades evaluadas.

En el periodo lluvioso la enfermedad por *Cercospora* sp. se manifestó con mayor incidencia en cultivos mayores a 12 meses, con una incidencia del 100% en los lotes evaluado, las edades comprendidas entre 0-6 meses y de 6-12 meses no mostraron diferencias, sin embargo, en la severidad la enfermedad se comportó de forma similar, y no mostro ninguna diferencia estadística entre las tres edades. En los frutos, la incidencia más alta fue encontrada en las plantaciones mayores a 12 meses, mientras que las otras edades monitoreadas no presentaron diferencias estadísticas (Tabla 18).

Tabla 18

Incidencia y severidad de Cercospora sp. de acuerdo a las edades evaluadas en el segundo muestreo.

Edad/ Meses	n	Incidencia y severidad de <i>Cercospora</i> sp.		
		Incidenca en Hojas	Severidad en Hojas	Incidenca en frutos
0-6	600	69,94b	18,94a	6,05b
6-12	500	69,13b	17,10a	9,86 b
12 - >	400	100a	29,33a	29,96 a

Nota: Letras desiguales en las columnas difieren para $p \leq 0,05$. n: Número de plantas evaluadas

Phoma sp. se presentó con mayor incidencia en cultivos superiores a 12 meses con 76,40%, mientras que en las otras edades evaluadas no presentaron diferencias estadísticas, la severidad se comportó de la misma manera, siendo esta edad (12 meses) la más susceptible con 33,52%. En los frutos no se mostraron diferencias estadísticas para las edades comprendidas entre 6-12 y mayor a 12 meses, mientras que la edad comprendida entre 0 y 6 meses mostró la menor incidencia. En los tallos la mayor incidencia se presentó en la edad más alta con 18,96%, la edad intermedia no difirió de las otras dos edades evaluadas. En las ramas varió entre 4 y 13 % pero sin diferencias estadísticas (Tabla 19).

Tabla 19

Incidencia y severidad de Phoma sp. de acuerdo a las edades evaluadas en el segundo muestreo.

Edad/ Meses	n	Incidencia y Severidad de <i>Phoma sp.</i>				
		Inc. Hojas	Sev. Hojas	Fruto	Tallos	Ramas
0-6	600	39,19b	7,86b	3,81b	5,88b	4,38a
6-12	500	48,44b	16,31b	15,12a	10,02ab	8,29a
>12	400	76,40a	33,52a	17,48a	18,96a	13,22a

Nota: Letras desiguales en las columnas difieren para $p \leq 0,05$. n: Número de plantas evaluadas

Entyloma australe se presentó únicamente en la edad de 0 a 6 meses con 18,66%, en las demás edades evaluadas la enfermedad no se presentó, la severidad encontrada fue de 3,73%, pero estos valores no difirieron del resto de los municipios. *Alternaria sp.* incidió en mayor medida 56,98% en las edades superiores a 12 meses (con diferencia estadística con la edad de 6 a 12 meses), la edad de 0-6 meses quedó intermedia ya que no difirió de las otras dos edades evaluadas, sin embargo, en la severidad no se encontraron diferencias estadísticas. *Fusarium sp.* se presentó entre 5 y 11 %, pero no difirió en las tres edades evaluadas (Tabla 20), pero al ser una enfermedad monociclica la incidencia mayor a 5% es riesgosa para cualquier plantación por las pérdidas que se producen.

Tabla 20

Incidencia y severidad de E. australe, Alternaria sp., e incidencia de Fusarium sp. de acuerdo a las edades evaluadas en el segundo muestreo.

Edad/ Meses	n	<i>Entyloma australe</i>		<i>Alternaria sp.</i>		<i>Fusarium sp.</i>
		Hojas		Hojas		Inc.
		Inc.	Sev.	Inc.	Sev.	Inc.
0-6	600	18,66a	3,73a	39,54ab	9,23a	5,97a
6-12	500	0b	0a	29,42b	5,88a	2,55a
>12	400	0b	0a	56,98a	11,93a	10,81a

Nota: Letras desiguales en las columnas difieren para $p \leq 0,05$. n: Número de plantas evaluadas.

4.2.6 Comparación del comportamiento de las enfermedades en el follaje, y la incidencia de *Fusarium* sp. en los dos periodos evaluados en los municipios monitoreados.

En el municipio de Cécota las enfermedades *Cercospora* sp. y *Phoma* sp., incrementaron en la segunda visita correspondiente al periodo lluvioso, *Entyloma australe* se presentó en niveles muy mínimos, aunque aumentó en el segundo monitoreo. *Alternaria* sp. aumentó la incidencia en el segundo periodo, sin embargo, la severidad se mantuvo y no aumentó. *Fusarium* sp. aumentó ligeramente en el segundo periodo, superando el 5% de incidencia (Figura, 26).

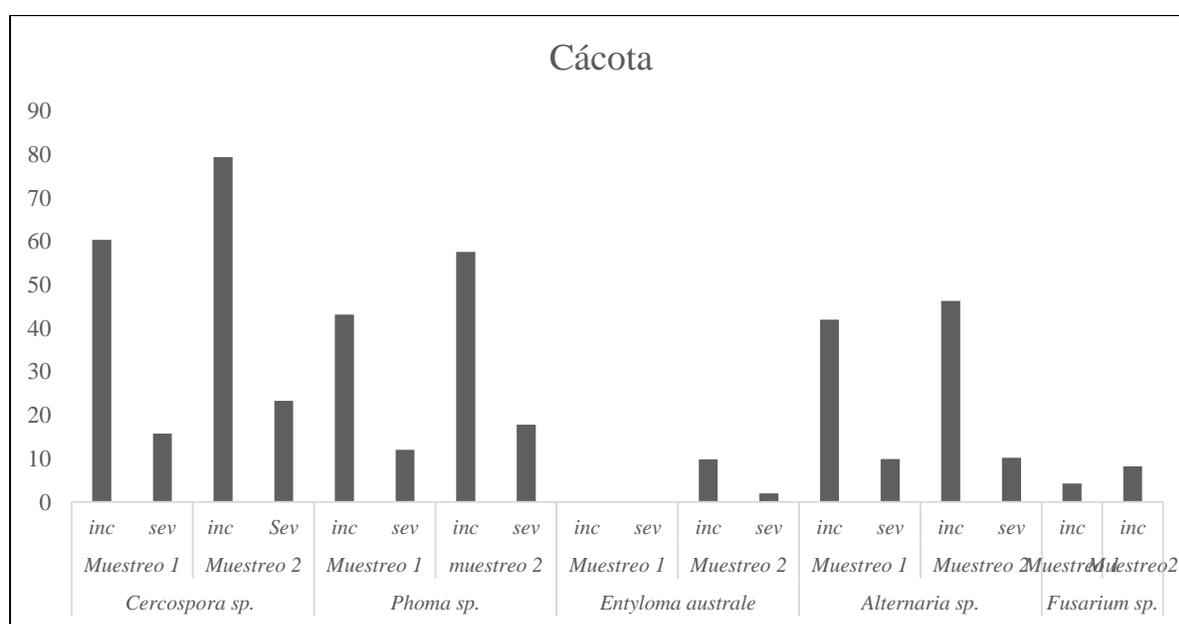


Figura 26. Comparación del comportamiento de las enfermedades en Cécota, de acuerdo al periodo evaluado.

En el municipio de Pamplona *Cercospora* sp. fue la enfermedad que aumento su incidencia cerca al 100%, sin embargo, la severidad se mantuvo en menos del 20% en ambos muestreos. *Phoma* sp. aumentó la incidencia cerca del 6% viéndose favorecida por las condiciones de niebla y lluvia periódica, aunque la severidad no varió más del 1%. *Entyloma australe* no presentó cambios significativos tanto en la incidencia como severidad entre los dos periodos evaluados. *Alternaria* aumentó casi al doble en el segundo periodo, correspondiente al lluvioso, favoreciéndose de estas condiciones, para aumentar la incidencia por encima del 35%, aunque la

severidad aumentó, no fue más del 10%. *Fusarium* sp no manifestó un aumento notable en el segundo periodo evaluado (Figura 27).

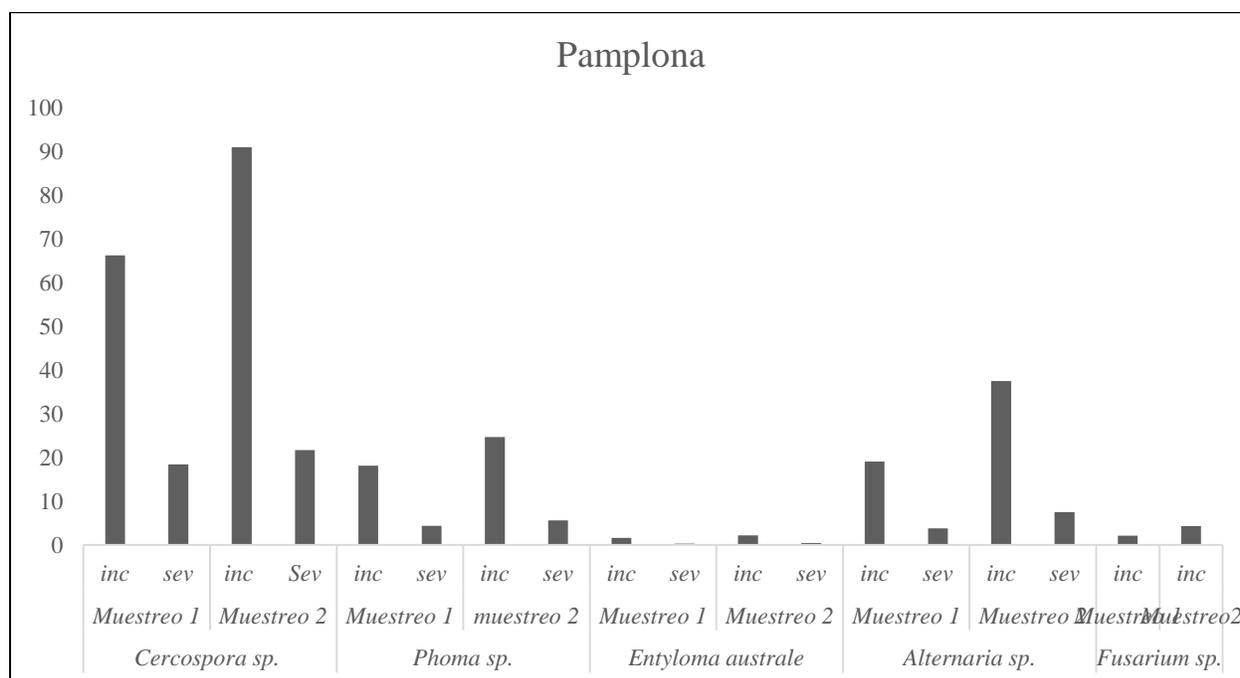


Figura 27. Comparación del comportamiento de las enfermedades en Pamplona, de acuerdo al periodo evaluado.

El municipio de Mutiscua se observó un aumento ligero del microorganismo *Cercospora* sp. tanto en la incidencia como en la severidad, mientras que *Phoma* sp. redujo considerablemente la incidencia y severidad, luego de que los productores recibieran la recomendación e implementaran la labor de poda y recuelga. *Entyloma australe*, no se presentó en ninguno de los dos periodos evaluados. *Alternaria* sp. también redujo la incidencia y severidad en el segundo muestreo al parecer por la labor de poda, mientras que *Fusarium* sp. tampoco se presentó en ninguno de los muestreos realizados en este municipio (Figura 28).

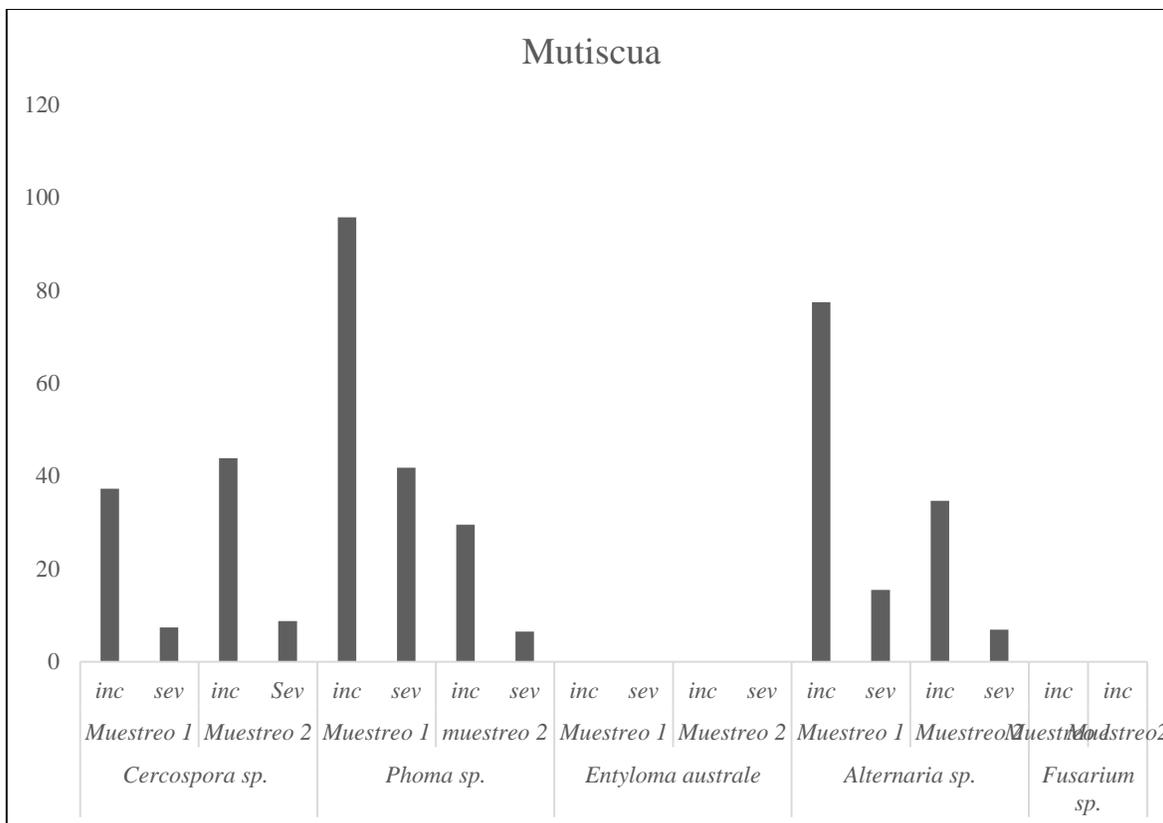


Figura 28. Comparación del comportamiento de las enfermedades en Mutiscua, de acuerdo al periodo evaluado.

En general se observó aumento de las enfermedades en el periodo lluvioso en Cácosta y Pamplona y no en Mutiscua

4.3 Valoración de la dinámica de las principales enfermedades de la uchuva en las condiciones de Pamplona.

4.3.1 Comportamiento de *Cercospora* sp. en las condiciones climáticas de Pamplona.

Durante la evaluación de la enfermedad foliar causada por *Cercospora* sp. en la parcela ubicada en el Centro de investigación en sanidad vegetal y bioinsumos se encontró que el microorganismo se desarrolló de forma destacada en el periodo comprendido entre el 24 de agosto y el 14 de septiembre de 2017, en el momento en que la humedad relativa se mantuvo en un rango de 71 a 72% y la Temperatura entre 15 y 16°C.

Seguido del aumento considerable de la enfermedad se procedió a realizar la labor agronómica de poda sanitaria, lo que redujo la enfermedad a un nivel de incidencia del 10% y en la severidad un 2% durante 5 muestreos comprendidos entre el 21 de septiembre y el 19 de octubre de 2017, seguido de esta labor se realizó la fertilización con 200 gramos por planta de roca fosfórica.

Luego de permanecer en un nivel de incidencia y severidad bajo, la enfermedad comenzó a tener un crecimiento notable desde el 26 de octubre de 2017 hasta el 22 de febrero de 2018, a este periodo de tiempo se aplicó una línea de tendencia polinómica, para que las prácticas de manejo como la poda y fertilización, no alteraran en el modelamiento y comportamiento de la enfermedad, de este modo se obtuvo un coeficiente de determinación de la regresión (R^2) de 0,8901 para la incidencia, y un R^2 de 0,8979 para la severidad, lo que traduce a un ajuste excelente de las ecuaciones hechas a partir de los datos evaluados de acuerdo con García Oré (2011). La enfermedad tuvo un comportamiento gradual a medida que aumentaba la humedad relativa y la temperatura, se observó una etapa inicial de incremento lento de la epidemia, mientras el patógeno se adaptaba nuevamente a la planta, luego se registró un crecimiento que se

ajustó a un modelo exponencial que consiguió mantenerse durante 8 muestreos, para finalmente obtener un 70% de incidencia y un 24% de severidad del ataque.

En la semana después del 22 de febrero de 2018, se realizó nuevamente la labor de poda sanitaria y fertilización con con 80gr de 15-15-15 por planta y un bulto de gallinaza, lo que mantuvo a la enfermedad a partir de ese periodo reducida.

Se obtuvo un total de 10955 de Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad para la incidencia, y 3430 de Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad para la severidad (ABCPE) durante los 8 meses de muestreo (Figura 29).

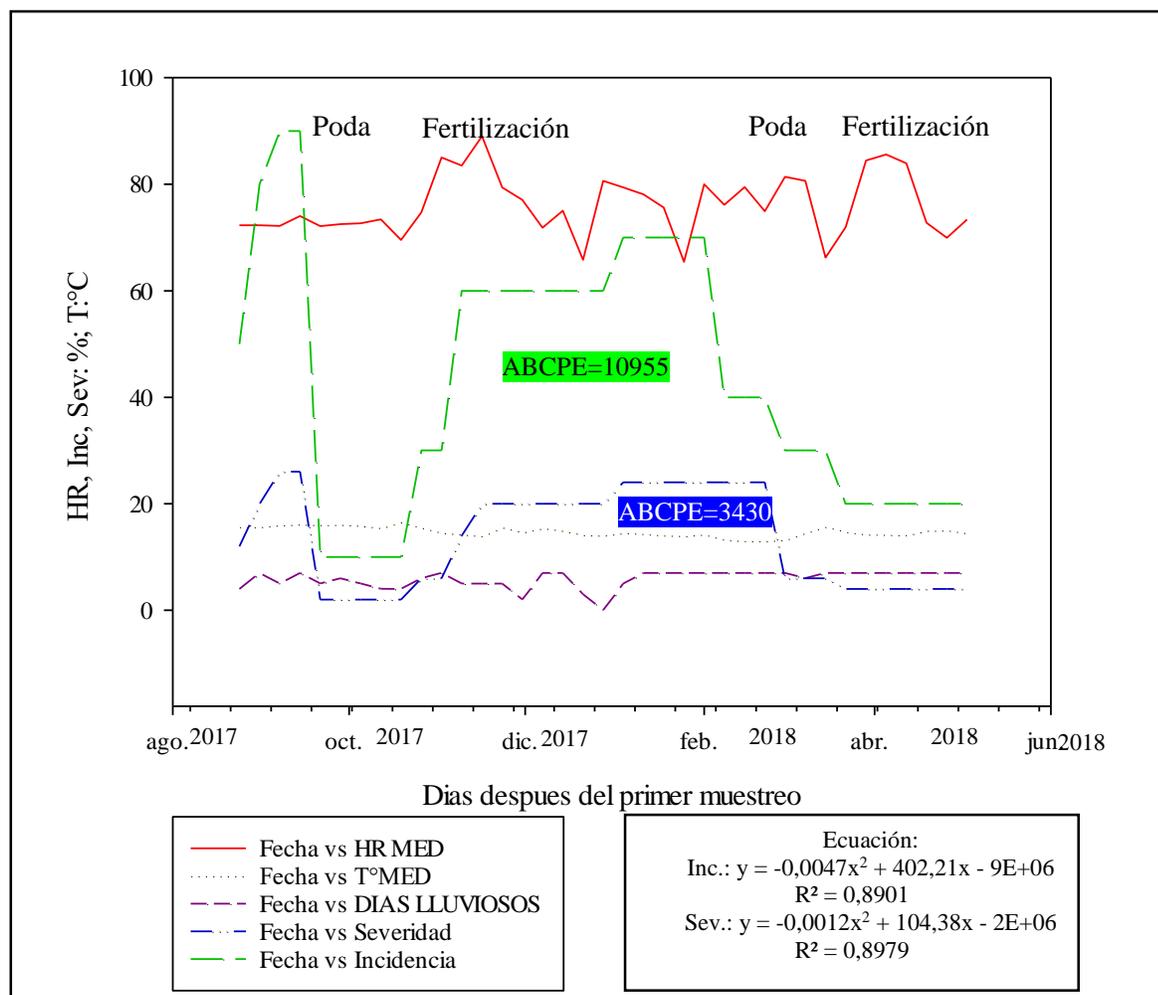


Figura 29. Comportamiento de *Cercospora* sp. de acuerdo a las variables meteorológicas en los 8 meses de muestreo.

4.3.2 Comportamiento de *Phoma* sp. en las condiciones climáticas de Pamplona.

Durante la evaluación del microorganismo *Phoma* sp. en la parcela se encontró que el microorganismo se desarrolló de forma destacada en el periodo comprendido entre el 24 de agosto y el 14 de septiembre de 2017, con un 80% de incidencia y un 18 % de severidad, en el momento en que la humedad relativa se mantuvo en un rango de 71 a 72% y la Temperatura entre 15 y 16°C.

Seguido del aumento considerable de la enfermedad se procedió a realizar la labor agronómica de poda sanitaria, lo que redujo la enfermedad a un nivel de incidencia del 0% y en la severidad un 0% durante 3 muestreos comprendidos entre el 21 de septiembre y el 05 de octubre de 2017, seguido de esta labor se realizó la fertilización con 200 gramos por planta de roca fosfórica.

Luego de permanecer en un nivel de incidencia y severidad bajo, la enfermedad comenzó a tener un crecimiento notable desde el 12 de octubre de 2017 hasta el 22 de febrero de 2017, a este periodo de tiempo se aplicó una línea de tendencia polinómica, para que las prácticas de manejo como la poda y fertilización no alteraran en el modelamiento y comportamiento de la enfermedad, de este modo se obtuvo un coeficiente de determinación de la regresión (R^2) de 0,9385 para la incidencia, y un R^2 de 0,9155 para la severidad, lo que traduce a un ajuste excelente de las ecuaciones hechas a partir de los datos evaluados de acuerdo con García Oré (2011).

El patógeno aumentaba a medida que la temperatura desdecía y la humedad relativa aumentaba, este microorganismo tomo menos tiempo en adaptarse a la planta, finalmente alcanzo su punto máximo de incidencia de un 50% y severidad de 20%

En la semana después del 22 de febrero de 2018, se realizó nuevamente la labor de poda sanitaria y fertilización con 80 gr de 15-15-15 y un bulto de gallinaza para todo el lote, pero rápidamente la enfermedad fue aumentando con las lluvias permitiéndole establecerse nuevamente en el cultivo con una incidencia de 20% y severidad de ataque del 8%

Finalmente se obtuvo un Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad de 7595 unidades para la incidencia, y de 2756 para la severidad durante los 8 meses de muestreo (Figura 30).

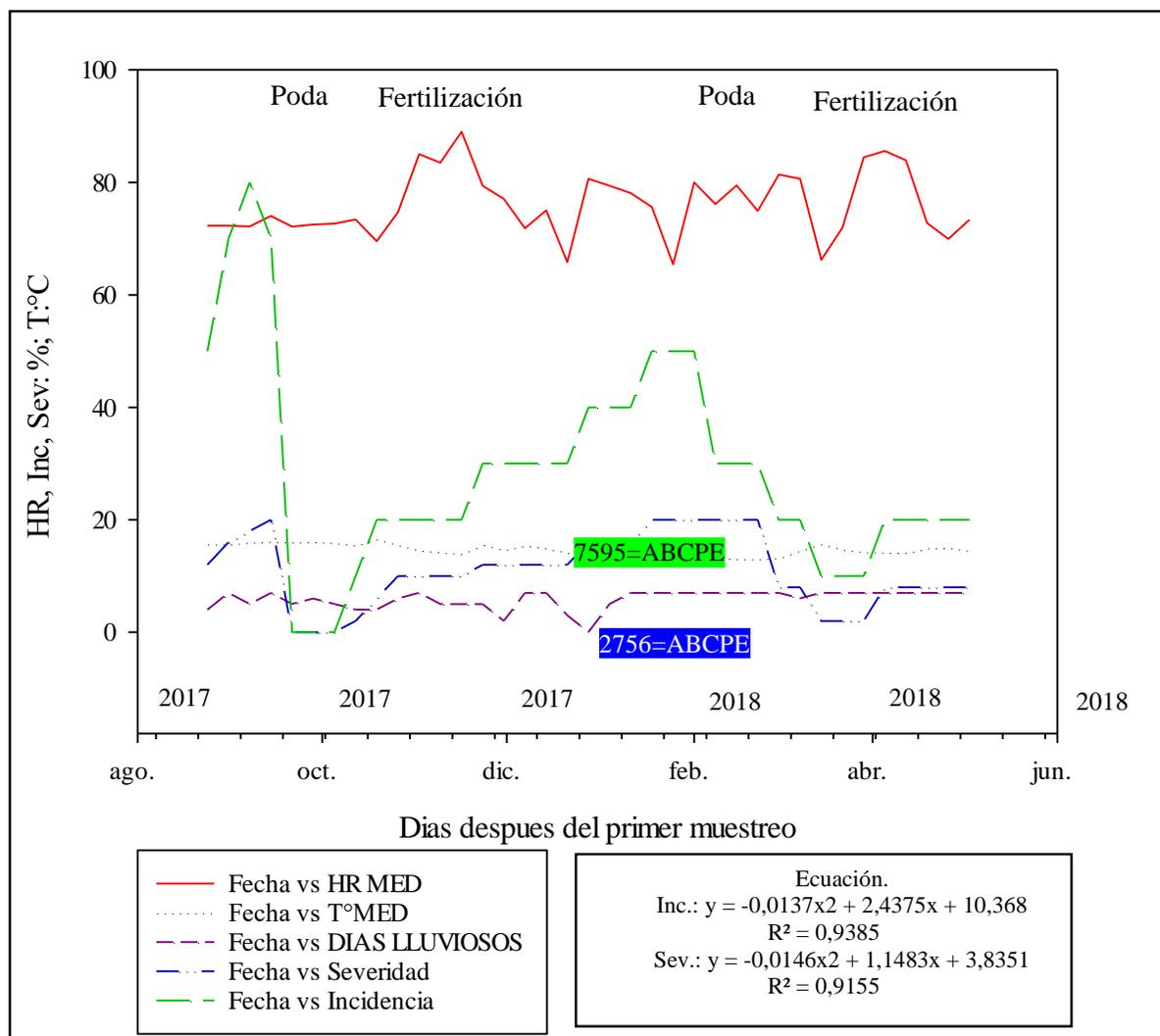


Figura 30. Comportamiento de Phoma sp. De acuerdo a las variables meteorológicas durante los 8 meses de muestreo.

4.3.3 Comportamiento de *Alternaria* sp. En las condiciones de pamplona.

Durante la evaluación del microorganismo *Alternaria* sp. en la parcela ubicada en el Centro de investigación en sanidad vegetal y bioinsumos, con fuente de inóculo natural, se encontró que el microorganismo se desarrolló de forma destacada en el periodo comprendido entre el 24 de agosto y el 14 de septiembre de 2017, en el momento en que la humedad relativa se mantuvo en un rango de 71 a 72% y la Temperatura entre 15 y 16°C. Seguido del aumento considerable de la enfermedad se procedió a realizar la labor agronómica de poda sanitaria, lo que redujo la enfermedad a un nivel de incidencia del 0% y en la severidad un 0% durante 1 muestreo comprendidos entre el 21 de septiembre y el 28 de septiembre de 2017, seguido de esta labor se realizó la fertilización con 200 gramos por planta de roca fosfórica.

El microorganismo no ocupó más de una semana en adaptarse nuevamente a la planta, aumentando a medida que la humedad relativa se hacía más alta y la temperatura más baja, seguido de esto hubo un declive en la incidencia y severidad, cuando la humedad relativa bajó, y no se presentaron lluvias, posterior a esto se elevó nuevamente la incidencia y severidad, con la humedad relativa (74%), a este periodo de tiempo comprendido entre el 28 de septiembre de 2017 y el 22 de enero de 2018 se aplicó una línea de tendencia polinómica, para que las prácticas de manejo como la poda y fertilización no alteraran en el modelamiento y comportamiento de la enfermedad, de este modo se obtuvo un coeficiente de determinación de la regresión (R^2) de 0,6809 para la incidencia, y un R^2 de 0,9106 para la severidad, lo que traduce a un ajuste regular y un ajuste excelente respectivamente de las ecuaciones hechas a partir de los datos evaluados de acuerdo con García Oré (2011), esto se debe a la variación de la enfermedad de acuerdo a los periodos de lluvia y sequía, donde se observó marcadamente la relación entre el patógeno y las condiciones climáticas.

En la semana después del 22 de febrero de 2018, se realizó nuevamente la labor de poda sanitaria y fertilización con 80 gramos de 15-15-15/planta y un bulto de gallinaza para todo el lote, donde la enfermedad disminuyó drásticamente con el descenso de la humedad relativa, y, aunque la mencionada aumentó, la enfermedad no se adaptó nuevamente al hospedero. Se obtuvo un ABCPE de 7595 unidades para para la incidencia, y 1694 para la severidad durante los 8 meses de muestreo (Figura 31).

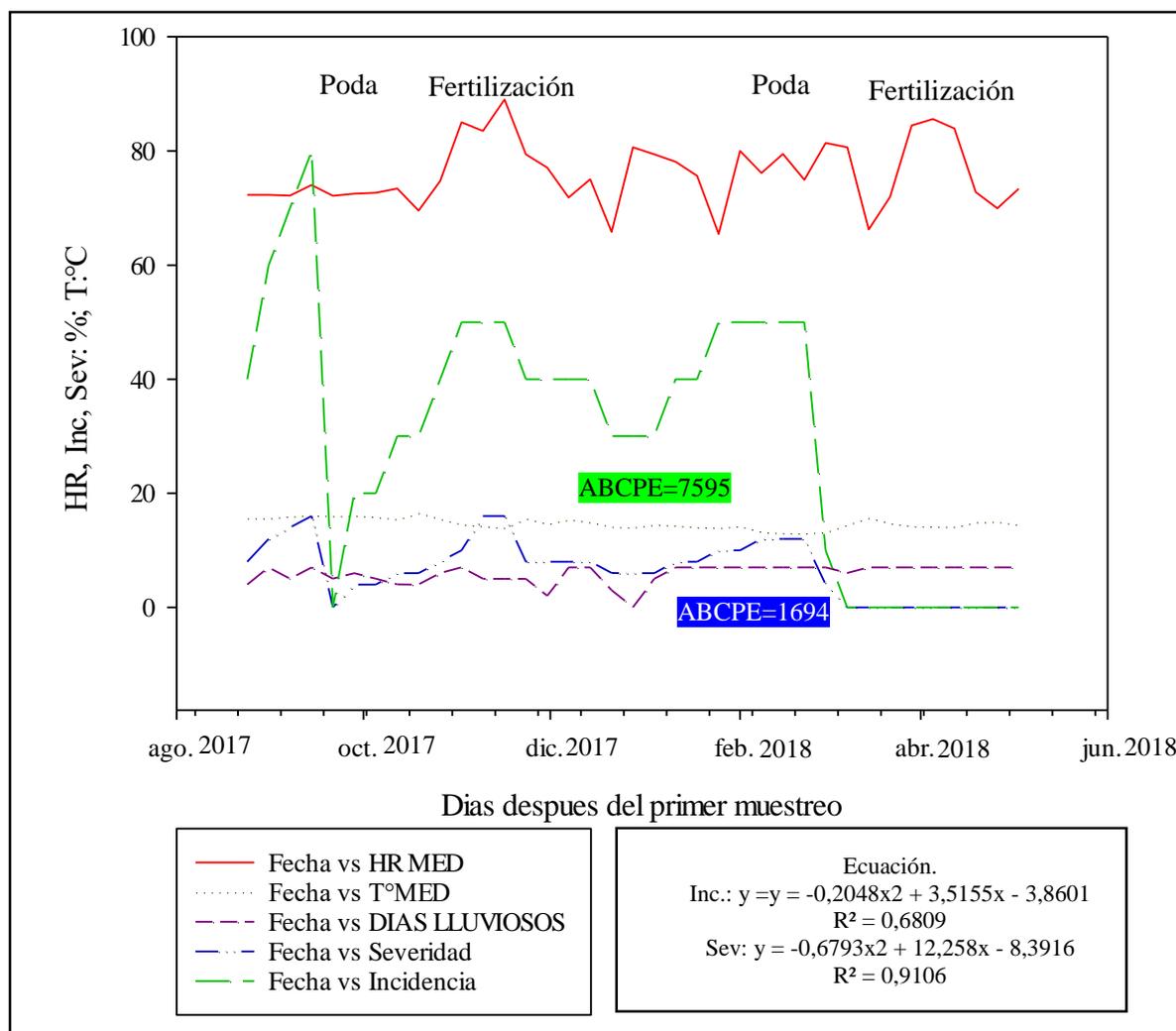


Figura 31. Comportamiento de *Alternaria* sp. de acuerdo a las variables meteorológicas en los 8 meses de muestreo

4.3.4 Comportamiento de *Fusarium* sp. en las condiciones de Pamplona.

Durante la evaluación del patógeno *Fusarium* sp. se presentó un solo caso que empezó con marchitamiento en el primer día de muestreo y que se desarrolló hasta causar la muerte de la planta, esta planta fue reemplazada rápidamente, la planta nueva no presentó ningún síntoma de fusariosis, las labores de poda y fertilización no incidieron en el comportamiento del patógeno, tampoco las variables meteorológicas, de igual forma se realizó el análisis del coeficiente de determinación de la regresión (R^2) de 0,07853 para la incidencia, lo que traduce a un ajuste regular de las ecuaciones hechas a partir de los datos evaluados de acuerdo con García Oré (2011). Finalmente se obtuvo un ABCPE de 546 de Área bajo la curva del progreso de la enfermedad para la incidencia, durante los 8 meses de muestreo (Figura 32), la severidad no fue registrada por no contar con la escala correcta para medir el avance de la enfermedad.

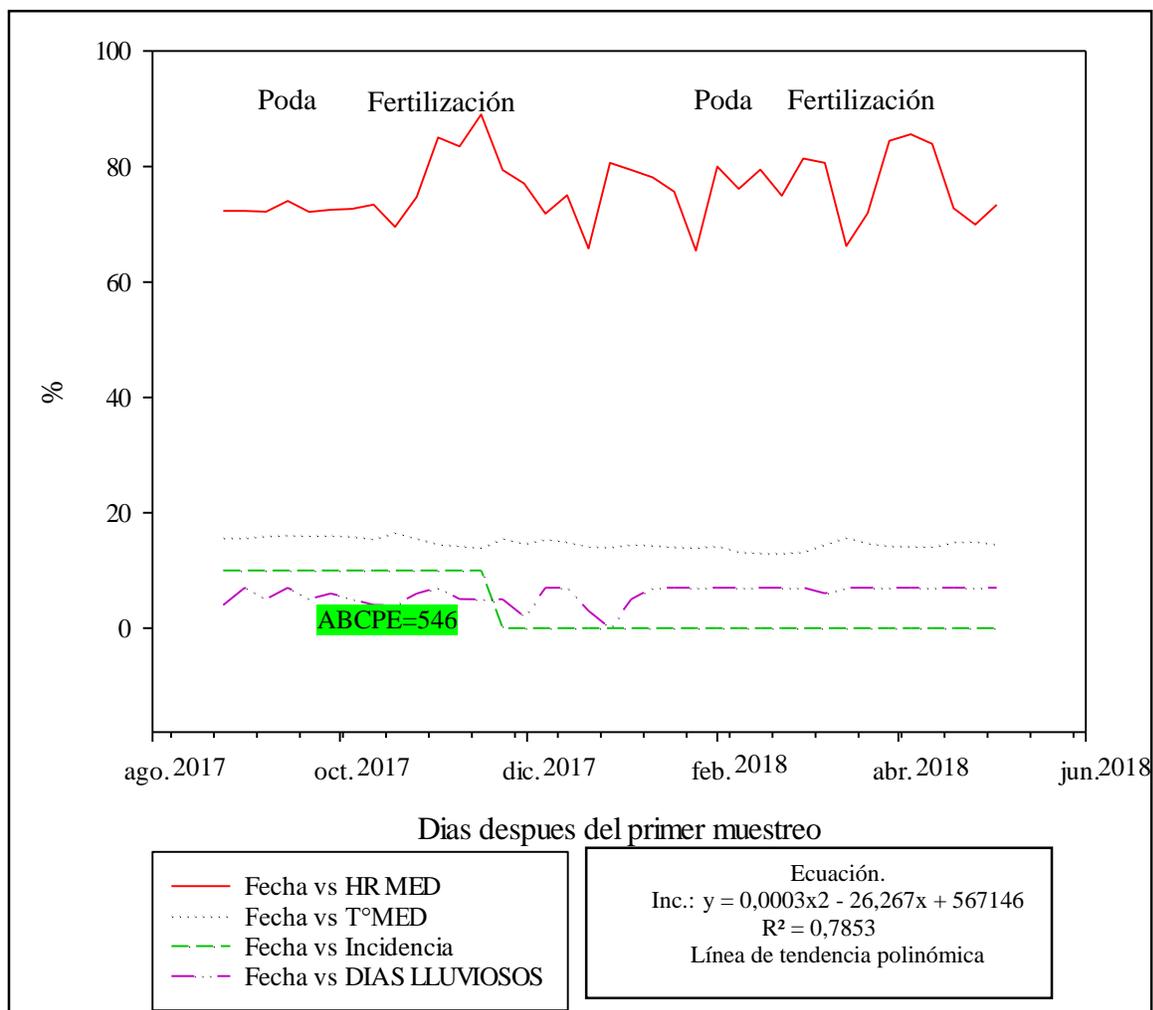


Figura 32. Comportamiento de *Fusarium* sp. de acuerdo a las variables meteorológicas en los 8 meses de muestreo

4.3.6 La humedad relativa y el comportamiento de las enfermedades

De acuerdo con Hernández (s.f.) la humedad relativa se define como la relación que existe entre la cantidad de agua que está presente en el aire y la máxima cantidad de agua que puede retener el aire en una temperatura dada. De acuerdo con la epidemiología de las enfermedades estudiadas es posible notar que *Alternaria* sp., *Cercospora* sp., y *Phoma* sp. se desarrollan mejor cuando la humedad relativa es alta (Figura 33), lo que les permite a los patógenos entrar en el tejido y establecerse causando daños significativos, mientras que *Fusarium* sp. al presentarse

como habitante natural del suelo no presenta cambios relacionados con la humedad relativa presentada en los 8 meses de muestreo.

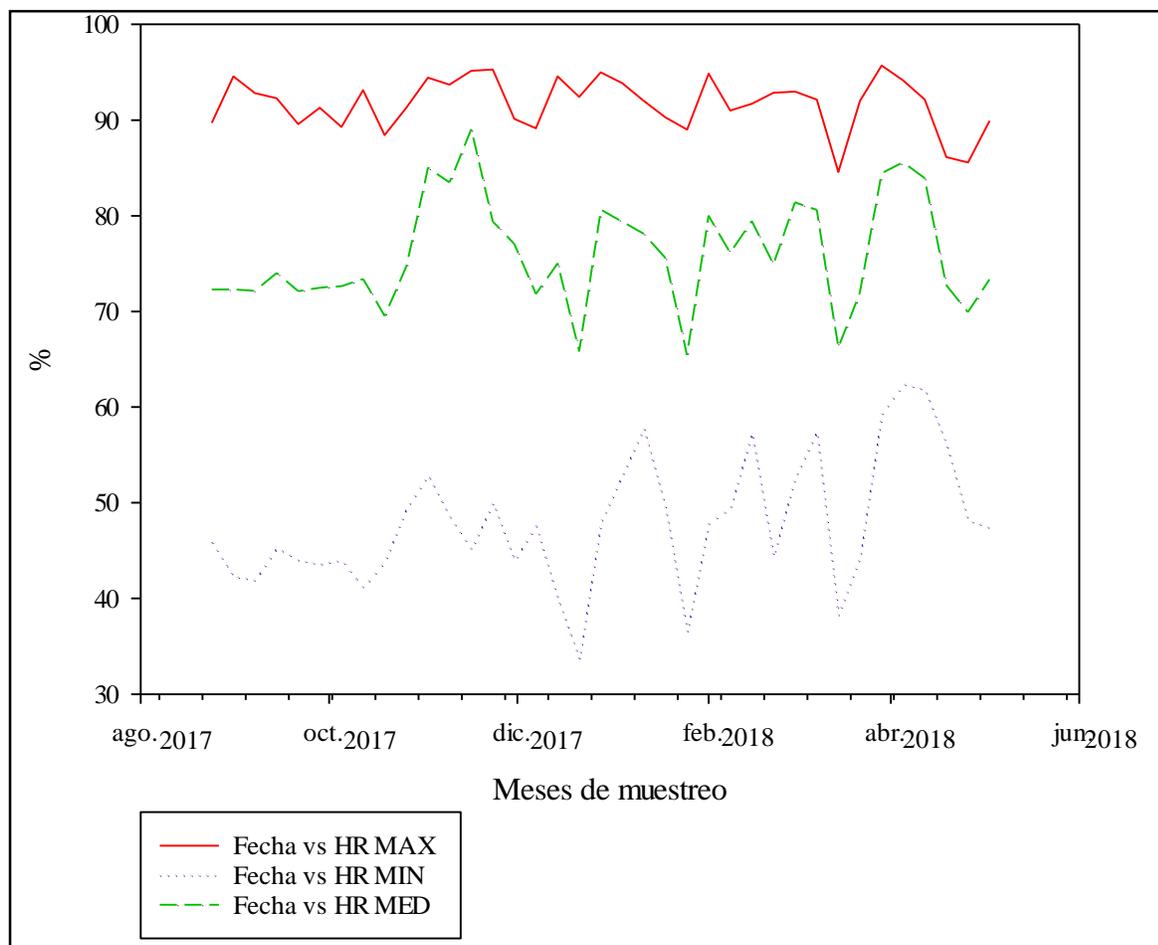


Figura 33. Comportamiento de la humedad relativa en los 8 meses de muestreo.

4.3.7 Relación entre las enfermedades evaluadas y la temperatura.

La temperatura del ambiente es un factor muy importante a la hora de desarrollarse una enfermedad, al inicio de la evaluación se observaron temperaturas altas propicias para el desarrollo de *Cerospora* sp., y *Alternaria* sp., seguido de este periodo el descenso de la temperatura gradual, lo que favoreció el desarrollo de *Phoma* sp. Sin embargo, *Fusarium* sp., no respondió a las temperaturas presentadas durante toda la época de muestreo. El pico más alto de temperatura se registró en diciembre con 25,03°C, y la Temperatura mínima registrada fue de 7,02°C en febrero (Figura 34)

agrícola, además, mencionan la importancia de investigar los patosistemas, que incluye la caracterización de cada una de las principales enfermedades que lo integran, relacionadas con la interacción patógeno-hospedante-ambiente. La incidencia de las enfermedades evaluadas fue a través de la estimación visual de la planta, donde se tenía en cuenta la presencia o ausencia de las enfermedades en el lote, es por esta razón que se alcanzaron niveles de 90% de incidencia (Figura 35).

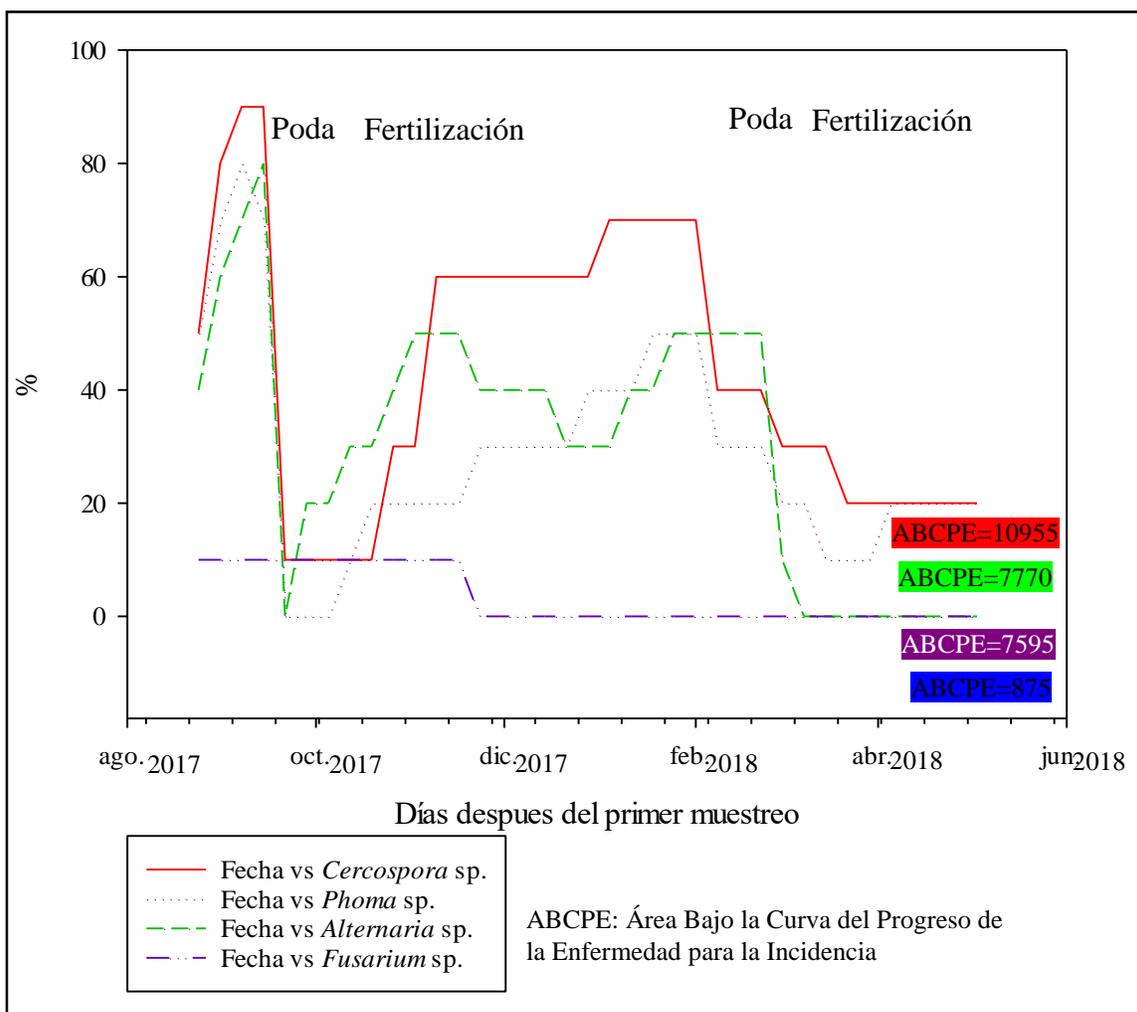


Figura 35. Comparación de los niveles de incidencia de las enfermedades evaluadas alcanzados en los 8 meses de muestreo

4.3.9 Comparación de la severidad y el Área Bajo la Curva del Progreso de la enfermedad.

Cercospora sp, obtuvo un ABCPE de 3430, ubicándola como la enfermedad foliar más importante presentada en la parcela experimental. *Phoma* sp. también se presentó con un valor alto un ABCPE de 2756, situándola como la segunda enfermedad más importante en la parcela experimental evaluada. *Alternaria* sp. obtuvo un ABCPE de 1694, posicionándola como la tercera enfermedad con mayor severidad. *Fusarium* sp. no se incluyó debido a que no hay una escala de severidad certera para esta enfermedad vascular (Figura 36)

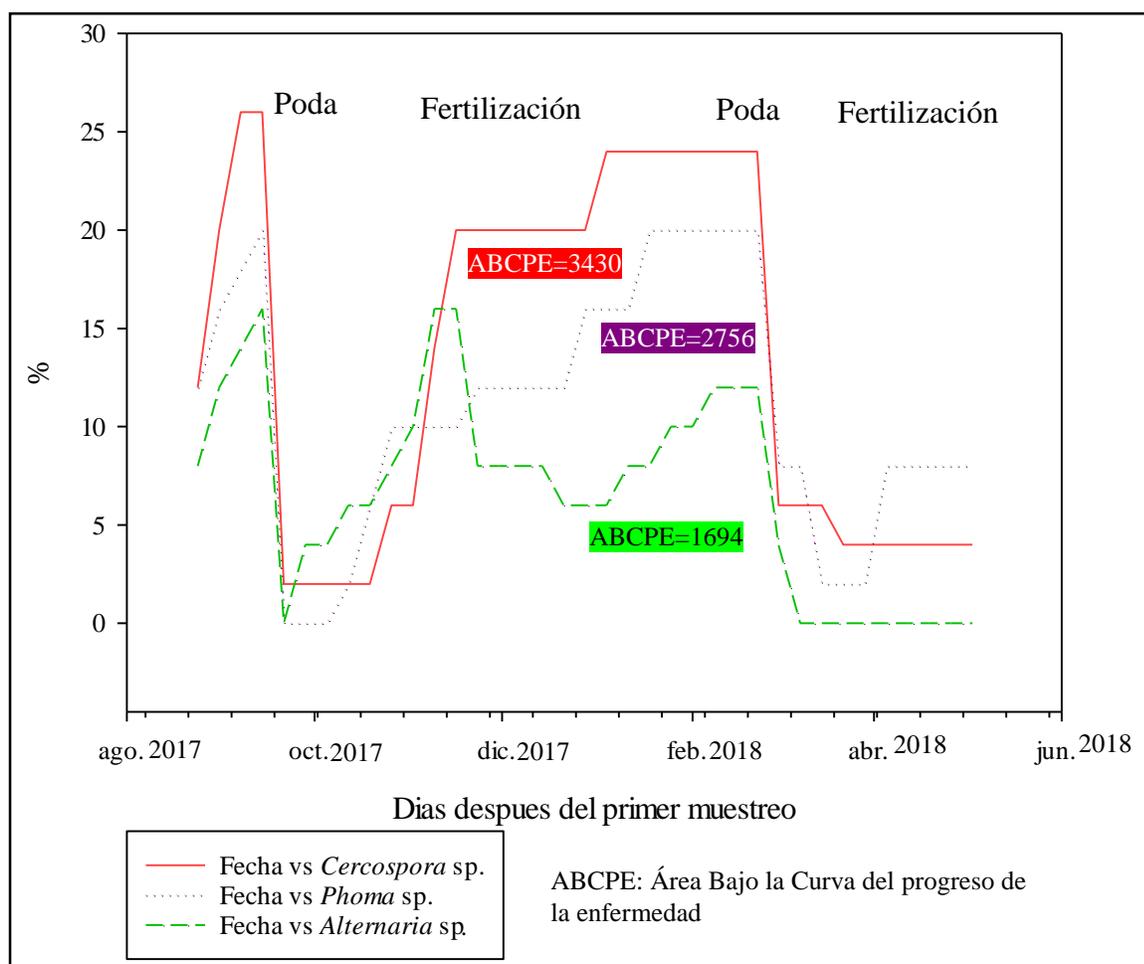


Figura 36. Comparación de la severidad de las enfermedades evaluadas en los 8 meses de muestreo.

5. Conclusiones

Se identificaron seis agentes causales de enfermedades de la uchuva en la provincia de Pamplona dentro de los que se encuentran *Cercospora* sp., *Phoma* sp., *Alternaria* sp., *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani* y *Entyloma australe*, siendo este último un nuevo informe para el departamento Norte de Santander en los municipios de Cácosta y Pamplona.

En el periodo seco se observó una tendencia a ser mayor los niveles de *Cercospora* sp. y *Fusarium* spp. en Mutiscua y Cácosta y mayores los de *Phoma* sp. y *Alternaria* sp. en Mutiscua, mientras que en el periodo lluvioso se presentó una tendencia a que *Cercospora* sp. *Phoma* sp. y *Alternaria* sp. tuvieran mayor relevancia en Cácosta.

Tanto en el periodo lluvioso como en el seco se manifestó una tendencia a que los valores de las enfermedades fueran mayores para las plantaciones de mayor edad.

En el periodo lluvioso se observó un aumento de la incidencia y severidad de todas las enfermedades en Pamplona y Cácosta, mientras que en Mutiscua se manifestó una disminución.

La dinámica de las enfermedades evaluadas en la parcela experimental del CISVEB permitió establecer modelos polinomios y exponenciales de buen ajuste para estimar el comportamiento a través del tiempo, no obstante, las prácticas agronómicas realizadas de poda, fertilización y recuelga influyeron de forma negativa en el desarrollo de las enfermedades, al ser capaces de reducir el inoculo para mantenerlas en un 0% en incidencia y severidad.

La dinámica de las enfermedades en el CISVEB ciudad de Pamplona, puso de manifiesto un mayor ABCPE para *Cercospora* sp. tanto en incidencia como severidad, seguida por *Phoma* sp., *Alternaria* sp. y por ultimo *Fusarium* sp.

6. Recomendaciones

Realizar prácticas agronómicas como poda, fertilización, recuelga, planificación de cosechas, riego, en los cultivos comerciales, pues reducen las fuentes de inóculo y permite una óptima sanidad en el cultivo, lo que a su vez contrarresta el uso desmedido de agroquímicos.

Realizar estudios similares en otras zonas productoras del país y de esta forma poder evaluar si los niveles de incidencia y severidad se presentan con la misma distribución o si por el contrario fluctúan dependiendo del departamento.

Para valorar la dinámica de las enfermedades se recomienda aumentar el número de plantas muestreadas a 100, para que la muestra sea representativa y además, evaluar todo el ciclo de planta, desde que es trasplantada a suelo definitivo hasta la finalización de su ciclo productivo.

7. Bibliografía

Acuerdo de Cartagena. (1990). Ficha técnica de uchuva. En: Situación, perspectiva y basa para un programa de promoción de cultivos y crianzas andinos. I. Foro Internacional para el Fomento de Cultivos y Crianzas Andinos. Cartagena. pp 113-117

Alcaldía de Pamplona (2016) Mi municipio. Pamplona nortedesantander.gov.co. Recuperado de: <http://pamplonanortedesantander.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Economia.aspx>

Almanza P.J., Fischer G. (2012) Fisiología del cultivo de la uchuva (*Physalis peruviana*)

Ángulo, R. (2003) Frutales exóticos de clima frío. Edición Bayer CropScience S.A., Bogotá. Colombia. pp. 27-48

Angulo, R.; Cooman, A; Niño, N; Espinosa, L. (2005). Manejo integrado de enfermedades. p. 31-36. En: Angulo, R. (eds.) Uchuva: El cultivo. Universidad De Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Colciencias, Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales. Bogotá. pp 78.

Bisby F.A., Roskov Y.R., Orrell T.M., Nicolson D., Paglinawan L.E., Bailly N., Kirk P.M., Bourgoin T., Baillargeon G., Ouvrard D. (red.) (2012). "Species 2000 & ITIS Catalogue of Life: 2011 Annual Checklist.". Species 2000: Reading, UK.

Blanco, J. (2000). Manejo de enfermedades, p. 57-65. En: Flórez, V; Fisher, G; Sora, A. (eds). Cultivos de uchuva. Producción, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. Bogotá. Colombia. pp175.

Brücher, H. (1977). Tropische Nuicpflanzen. Sptinger-Verlag Berlín. Heidelberg, New York. pp. 394-395.

Brücher, H. (1989). Useful plants of neotropical origin and their world relatives. Springer-

Verlag. Berlin. Heidelberg, New York. pp. 294-395

Calua C., Vásquez F. (2017) factores que limitan la producción de aguaymanto orgánico en la región Cajamarca, para su comercialización como snack de fruta orgánica deshidratada en el mercado de Finlandia para el año 2017 (Tesis de Pregrado) Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú. Pp 141-157.

Campbell CL. and Madden LV. (1990). Introduction to Plant Disease Epidemiology. New York: John Wiley & Sons, 532 p.

Castro A., Puentes G., Botía Y., (2014) Alternativas de procesamiento de uchuva (*Physalis peruviana* L) para el aprovechamiento de frutos no aptos para la comercialización en fresco. Revista de investigación agraria y ambiental. 5 (1) ISSN 2145-6097. Pp 2-20

Chehri, K., Zafari, D. Nurhazrati, Salleh, Baharuddin & Reddy, K.R.N. & E, Karami. (2010). Natural Occurrence of Fusarium Species Associated with Root and Stalk Rot of Maize in Kermanshah Province, Iran. Journal of Biological Sciences. 10. 10.3923/jbs.2010.795.799.

Ciba Geigy (1981). Geigy scientific tables. Basilea, Suiza. Basle editorial.

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, (2014) Estado del arte de la investigación en uchuva *Physalis peruviana* L. Bogotá, Colombia: Corpoica, 2014. 80 p
ISBN: 978-958-740-180-6

Cotes, A.M., Jiménez, P., Rodríguez, M.X., Díaz, A., Zapata, J., Gómez, M., Grijalba, E., Villamizar, L., González, C., Smith, A., Mejía, C., Mesa, P., Cruz, L.C. (2012) Estrategias de control biológico de *Fusarium Oxysporum* en el cultivo de la Uchuva (*Physalis peruviana* L.). Bogotá: Corpoica, 82 p

Díaz A. Mejía C. Cruz L. Sáenz J. (2012) Estrategias de control biológico de *Fusarium oxysporum* en el cultivo de uchuva (*Physalis peruviana*). Capítulo 5. Producción masiva de

rizobacterias. Corpoica, Bogotá, Colombia. 84p Disponible en:
<https://drive.google.com/file/d/19xHGEUaoaBuDzTggRAY2k0fKwMjIBG3S/view>

Dostert N., Roque J., Cano A., La Torre M., Weigend M. (2012) Hoja botánica del Aguaymanto. D38/08-17, Miraflores, Lima. Edición 1. Recuperado de: <https://goo.gl/j91J5F>

Fernández M. (2015) Evaluación de sustratos en la producción de plántulas de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) (Tesis de pregrado) Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú. Pp 7-16.

Fischer G. (2000) Crecimiento y desarrollo. En: Producción, Poscosecha y Exportación de la Uchuva (*Physalis peruviana* L.). V. J. Flórez, G. Fischer y A. D. Sora (eds). Unibiblos, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. pp:9-26.

Fischer G., Angulo R. (1999). Los frutales de clima frío en Colombia. La uchuva ventana al Campo Andino. 2 (1), 3-6

Fischer G., Lüdders P. (1992). Influencia de la temperatura de la zona radicular sobre el crecimiento y desarrollo de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). Acta Horticulturae. 310, 189-198

Fischer G.; Almanza M., Miranda D. (2014),. Importancia y cultivo de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). Revista Brasileira Fruticultura. [onlinevol.36, n.1, pp.01-15. ISSN 0100-2945. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-441/13>.

Fischer, G., Miranda, D., Piedrahita, W., & Romero, J. (2005). Poscosecha y exportación de la uchuva en Colombia. Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva *Physalis peruviana* L. Bogotá, Colombia.

Fischer, G.; Miranda, D. (2012) Uchuva (*Physalis peruviana* L.). In: Fischer, G. (Ed.).

Manual para el cultivo de frutales en el trópico. Produmedios, Bogotá. pp. 851- 873

Flórez, V.J., G. Fischer y A.D. Sora (eds.) (2000). Producción, poscosecha y exportación

de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). Unibiblos, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Fondo para el financiamiento del sector agropecuario. Finagro (2013) La uchuva. Bogotá, Colombia. pp2-5

Forero De la Rotta M. (2014) *Physalis peruviana* L. Fruta Andina para el Mundo. Capítulo 2, Enfermedades de la Uchuva. ISBN 84-15413 Recuperado de: <https://goo.gl/AzaFgf> 49-78 p.

Galindo, J.R. y Pardo. K.M (2010). Uchuva (*Physalis peruviana* L.) -Producción y manejo poscosecha. Produmedios, Bogotá. 115 p

Gómez M. Núñez, (2014) Estado del arte de la investigación en uchuva *Physalis peruviana* L. capitulo plagas y enfermedades. Bogotá, Colombia: Corpoica, 80 p ISBN: 978-958-740-180-6

Góngora A., Rojas P. (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 (Tesis de pregrado) Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. Pp 12-67.

Gupta, S.K. y Roy, S.K. (1981) The floral biology of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L. Solanaceae, India). Indian Journal of Agricultural Science, 51(5), pp353-355

Heinze W.; Midash M. (1991) Photoperiodische Reaktion von *Physalis peruviana* L. Gartenbauwissenschaft, Stuttgart, v.56. n.6, p.262-264.

Herrera C. (2016) Evaluación del efecto de coberturas vegetales sobre el cultivo de uvilla (*Physalis peruviana*, L.) en el cantón huaca, provincia del Carchi. (Tesis de maestría) Universidad de las Fuerzas Armadas. Sangolquí, Ecuador. pp 37-39.

Horst, Kenneth; Rev, By R. Cynthia Westcott (2001), Westcott's plant disease handbook, Boston, Mass.: Kluwer Academic Publishers, pp. 245, 678, ISBN 0-7923-8663-9

Horticultura. 310, 189-198

Hurtado E. (2014) Descripción del Departamento de Norte de Santander. Repository.urosario.edu.co, Colombia. Recuperado de: <https://goo.gl/UGMLTE>.

Instituto Colombiano Agropecuario, ICA (2015) Resolución 003593. Bogotá Colombia 38p disponible en <https://www.ica.gov.co/getattachment/a6a72675-e009-42f7-8c25-89b406e494d9/2015R3593.aspx>

Jiménez P., Sánchez T., Forero P. (2009) Etiología de la enfermedad causada por *F. oxysporum* en el cultivo de uchuva. Universidad Militar de Nueva Granada, Colombia 10p

Klinac, D.J. (1986). Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) production systems. New Zealand J. Exp. Agric. 14, 425-430.

L.). En: Anais II Reunião Técnica da Cultura da Physalis, 3-4 Abr. 2012, UDESC, Lages, Brasil. pp. 32-52

Leslie J.F., Summerell B. A., (2006) The *Fusarium* laboratory manual. Blackwell Publishing, Hoboken, 1-2. <https://doi.org/10.1002/9780470278376>

MADR, (2006). Desarrollo de la Fruticultura en el Norte de Santander. Recuperado http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:oo6RIWmdB9YJ:www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_111_PFN%2520NORTESANTANDER.doc+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=co

MADR, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. República de Colombia (2009) Boletín informativo. Agenda de investigación de cadenas productivas.

Manrique D. (2006) Uchuvas de competencia. Universidad Nacional de Colombia, Unimedios, Bogotá, Colombia. Nota periodística. Disponible en: <http://historico.unperiodico.unal.edu.co/ediciones/62/11.htm>

Menza, F, Peláez J. (2016). Epidemiología de la muerte descendente del cafeto (*Phoma* spp) en tres sistemas de producción de cafeto, *Cenicafe* 67(2), p 66–77.

Miranda D. 2005. Criterios de establecimiento, los sistemas de cultivo, el tutorado y la poda de la uchuva. En: Fischer, G., D. Miranda, W. Piedrahita y J. Romero (eds.). Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en Colombia Unibiblos, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. pp. 29-54.

Moncada J. (1998) Producción del cultivo de la uchuva (*Physalis peruviana* L) III Curso de nacional sobre frutales de clima frío 21-30p.

Moreno J. (2013) Identificación de fitopatógenos fungos en tomatillo (*Physalis peruviana* L. en Magdalena. (Tesis de pregrado) Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú. Pp 38- 39

Muniz J., Kretschmar A., Rufato L., Pelizza T., De Rossi Rufato II A. Afonso de Macedo T. (2014) General aspects of *physalis* cultivation. *Revista Ciencia Natural*. ISSN 0103-8478 44 (6) p 964-970.

National Research Council. (1989). Goldenberry (Cape Gooseberry). 241-251. En: *Lost crops of the Incas*. National Academy Press, Washington, D.C. 428 p

Normas Internacionales para medidas fitosanitarias NIMF, (2005) Glosario de términos fitosanitarios 24p.

Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura, FAO (2006) Directrices para la vigilancia 1998. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-w7991s.pdf>

Pamplona, P.B.O.T, (2015). Modificación excepcional plan básico de ordenamiento territorial Municipio de Pamplona. Recuperado de: <https://goo.gl/4Azh8r>

Parada Jaco, Sermeño, J., Rivas, A. (2003). Enfermedades y Artrópodos asociados al cultivo de Loroco en el Salvador., Recuperado de <http://ri.ues.edu.sv/9071/1/A> pp 12-35

Rotem J. (1994) The genus *Alternaria*. Biology, epidemiology and pathogenicity. APS Press, St. Paul, USA. 326p

Salazar, M.R.; Jones, J. W.; Chaves, B.; Cooman A.; Fischer G. Base (2008) temperature and simulation model for nodes appearance in cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.). Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.30, n.4, p.862-867.

Silva B., Jaramillo S., Marín M. (2009) Caracterización genética de aislamientos de *Phytophthora infestans* en las zonas productoras de papa de los departamentos de Antioquia, Boyacá, Cundinamarca y norte de Santander (Colombia). Medellín. 31(90) 7p

Silva-Tamayo L. (2006) Diagnostico de la problemática actual de enfermedades en el cultivo de Uchuva *Physalis peruviana* L. en el departamento de Antioquia. (Tesis de pregrado) Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. Pp 25-41.

Simmons, E. G. (1993). *Alternaria* themes and variations (63-72). Micotaxon 48: 91- 107.

United States Department of Agriculture, USDA. (1960). Index of Plant Disease in the United States, Handbook No. 165. Agricultural Research Service. Crops Research Investigation: Washington

Verheij, E.W.M. y R.E. Coronel (1991). (eds.). Plant resources of South-East Asia. Pudoc Wageningen, Holanda. pp. 254-256.

Watanabe T. (2010) Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi: Morphologies of Cultured Fungi and key to species. Tercera edicion. Tokyo, Japon. Taylor y francis Group. 426p. ISBN 9781439804209.

Wolff, X, Y. (1991). Species, cultivar, and soil amendments influence fruit production of tow

Physalis species. HortScience 26 (12). 1558-1559 pp.

Zapata J., Saldarriaga A., Londoño M., Díaz C. (2005). Capítulo 6. Las enfermedades limitantes en cultivo y poscosecha de la uchuva y su control. En: Fischer, G., Piedrahita, W., Miranda, D., Romero, J. editores. Avances en el cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en Colombia. Bogotá: Editorial Unibiblos. pp. 97-110

Zapata, J., Saldarriaga, A., Londoño, M., & Díaz, C. (2002). Manejo del cultivo de la uchuva en Colombia, Corporación colombiana de investigación agropecuaria, Corpoica, Regional 4 Centro de investigación “la selva” apartado aéreo 100, Rionegro, Antioquia, Colombia. Boletín técnico. p 42

Zuluaga J. (2013) Manual técnico para la implementación de buenas prácticas agrícolas en el cultivo de uchuva (*physalis peruviana* L) en los municipios de san Vicente Ferrer y la unión del departamento de Antioquia. (Tesis de pregrado) Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia. Pp 29-34

8. Anexos

Anexo 1. Modelo de campo para cuantificar enfermedades.

Nombre y apellidos			Grupo		Fecha	
Finca :		Cultivo	Variedad:		Campo:	Área:
Enfermedades (síntomas)/ GRADO DE SEVERIDAD por planta						
PLANTAS						
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Enfermas						
Sanas						
Grado 1						
Grado 2						
Grado 3						
Grado 4						
Grado 5						
Distr (%)						
Sever (%)						

Anexo 2. Artículo publicado en revista indexada Agro ecosistemas. Vol. 6 Núm. 1 (2018):

Sistemas productivos sostenibles (enero-abril).