

**CARACTERIZACIÓN DEL COMPLEJO HONGOS - ÁCAROS
CAUSANTE DEL SECAMIENTO DE LA CEBOLLA JUNCA *Allium fistulosum* L,
EN EL CORREGIMIENTO DE BUESAQUILLO MUNICIPIO
DE PASTO – NARIÑO**

JAIRO ROBERT ORTEGA FUERTES

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
SAN JUAN DE PASTO
2004**

**CARACTERIZACIÓN DEL COMPLEJO HONGOS - ÁCAROS
CAUSANTE DEL SECAMIENTO DE LA CEBOLLA JUNCA *Allium fistulosum* L,
EN EL CORREGIMIENTO DE BUESAQUILLO MUNICIPIO
DE PASTO – NARIÑO**

JAIRO ROBERT ORTEGA FUERTES

**Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar el título de
INGENIERO AGRÓNOMO**

**Presidente de Tesis
CLAUDIA SALAZAR GONZÁLEZ I.A., M.Sc.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
SAN JUAN DE PASTO
2004**

“Las ideas y conclusiones aportadas en el Trabajo de Grado son responsabilidad exclusiva de su autor”.

Artículo 1º. Del acuerdo No. 324 del 11 de octubre de 1966, emanado del Honorable Consejo de la Universidad de Nariño.

Nota de Aceptación

**CLAUDIA SALAZAR GONZÁLEZ I.A., M.Sc.
PRESIDENTE**

**CARLOS ARTURO BETANCOURTH I.A., M.Sc.
JURADO**

**GUILLERMO CASTILLO BELALCAZAR I.A., M.Sc.
JURADO**

**LUCIO LEGARDA BURBANO I.A., M.Sc.
JURADO**

San Juan de Pasto, febrero del 2004

DEDICATORIA

A Dios, padre supremo que nos dio la vida, su amor y la oportunidad de cada día salir adelante y contribuir con su creación para mejorarla y no destruirla.

A mi madre, ser único y sincero lleno de amor que con trabajo y lucha diario logró forjarme un destino.

A mi padre, una persona ejemplo de lucha, fortaleza, respeto y dedicación.

A mi esposa mi nueva fuente de inspiración y amor que con ternura y sabiduría hace que mi entorno sea cada vez mejor.

A mis hermanos, agradezco el haberme brindado sus consejos y apoyo en los momentos que más lo necesite.

A los amigos que desinteresadamente me brindaron su amistad.

A mis profesores, ejemplo a seguir.

JAIRO ROBERT ORTEGA FUERTES

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

GERMAN ARTEAGA MENESES. Ingeniero Agrónomo. M.Sc. Decano Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

BENJAMÍN SAÑUDO SOTELO. Ingeniero Agrónomo. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

CLAUDIA SALAZAR GONZÁLEZ. Ingeniera Agrónoma. M.Sc. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

LUIS ALFONSO MUÑOZ BENAVIDES. Ingeniero Agrónomo.

JESÚS ALFREDO CADENA. Ingeniero Agroforestal.

LUIS ANTONIO ORTEGA FUERTES. Ingeniero Agroforestal.

La Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño.

Todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron con la realización del presente trabajo.

CONTENIDO

| | pág. |
|--|------|
| INTRODUCCIÓN | 18 |
| 1. OBJETIVOS | 19 |
| 1.1 OBJETIVO GENERAL | 19 |
| 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 19 |
| 2. MARCO TEÓRICO | 20 |
| 2.1 GENERALIDADES | 20 |
| 2.2 AGENTES CAUSANTES DE LA PUDRICIÓN Y MARCHITAMIENTO DE LA CEBOLLA DE RAMA <i>Allium fistulosum</i> L. | 20 |
| 2.2.1 Hongos fitoparásitos | 20 |
| 2.2.2 Ácaros en cebolla | 24 |
| 3. DISEÑO METODOLOGICO | 26 |
| 3.1 PROCEDENCIA DEL MATERIAL VEGETAL | 26 |
| 3.2 MANEJO DE LA CEBOLLA <i>Allium fistulosum</i> L. | 26 |
| 3.3 DESCRIPCIÓN DE SÍNTOMAS Y PORCENTAJE DE INCIDENCIA EN EL CAMPO | 26 |
| 3.4 COLECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE ÁCAROS | 27 |
| 3.5 COLECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE HONGOS | 27 |
| 3.6 SIEMBRA DEL MATERIAL VEGETAL EMPLEADO EN LOS ENSAYOS | 27 |
| 3.7 PRUEBA DE PATOGENICIDAD DE ÁCAROS | 28 |
| 3.8 PRUEBA DE PATOGENICIDAD DE HONGOS | 28 |

| | |
|--|-----------|
| 3.9 PRUEBA DE PATOGENICIDAD DE LA INTERACCIÓN ÁCARO HONGO | 29 |
| 3.10 REPRODUCCIÓN DE <i>Rhizoglyphus echinopus</i> | 30 |
| 3.11 ANÁLISIS ESTADÍSTICO | 30 |
| 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 32 |
| 4.1 DESCRIPCIÓN DE SÍNTOMAS Y PORCENTAJE DE INCIDENCIA | 32 |
| 4.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS ÁCAROS | 35 |
| 4.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS HONGOS | 36 |
| 4.4 PRUEBA DE PATOGENICIDAD DE ÁCAROS | 36 |
| 4.5 PRUEBA DE PATOGENICIDAD DE HONGOS | 41 |
| 4.6 PRUEBA DE PATOGENICIDAD DE ÁCAROS Y HONGOS | 42 |
| 4.7 REPRODUCCIÓN DE <i>Rhizoglyphus echinopus</i> | 45 |
| 5. CONCLUSIONES | 47 |
| 5. RECOMENDACIONES | 48 |
| BIBLIOGRAFÍA | 49 |
| ANEXOS | 52 |

LISTAS DE TABLAS

| | pág. |
|--|-----------|
| Tabla 1. Promedios para porcentaje de incidencia del ataque de ácaros y hongos, en cultivos de cebolla <i>Allium fistulosum</i> L. en dos veredas de Buesaquillo, Pasto – Nariño | 34 |
| Tabla 2. Promedios para porcentaje de plantas afectadas con la inoculación a plantas de cebolla <i>Allium fistulosum</i> L. con dos tipos de ácaros | 40 |
| Tabla 3. Promedios para porcentaje de plantas afectadas con la inoculación a plantas de cebolla <i>Allium fistulosum</i> L. con cuatro tipos de hongos | 42 |
| Tabla 4. Promedios para porcentaje de plantas afectadas con la inoculación a plantas de cebolla <i>Allium fistulosum</i> L. con el ácaro <i>R. echinopus</i> y el hongo <i>F. oxysporum</i> | 43 |
| Tabla 5. Promedios para número de individuos de <i>R. echinopus</i> con la utilización de seis sustratos | 46 |

LISTAS DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|-----------|
| Figura 1. Cultivo de cebolla con síntomas de amarillamiento y marchitez, causados por la presencia del hongo <i>Fusarium oxysporum</i> y el ácaro <i>Rhizoglyphus echinopus</i>. | 33 |
| Figura 2. Morfología del ácaro <i>Rhizoglyphus echinopus</i> causante de la pudrición húmeda y del secamiento de la cebolla de rama (<i>Allium fistulosum</i> L.). | 38 |
| Figura 3 Crecimiento micelial de <i>Fusarium oxysporum</i> en agar-peptona -glucosa acidificada. | 39 |
| Figura 4 Estructuras reproductivas de <i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht, causante de las pudriciones en las raíces de la cebolla de rama <i>Allium fistulosum</i> L. | 39 |
| Figura 5. Micrografía de <i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht, causante de las pudriciones en las raíces de la cebolla de rama <i>Allium fistulosum</i> L. (40 x 10x). | 40 |
| Figura 6. Planta de cebolla inoculada con el ácaro <i>Rhizoglyphus echinopus</i> y planta testigo sin presencia de patógenos. | 41 |
| Figura 7. Planta de cebolla inoculada con <i>Fusarium oxysporum</i> y planta testigo sin presencia del hongo. | 43 |
| Figura 8. Planta de cebolla inoculada con el ácaro <i>Rhizoglyphus echinopus</i> más el hongo <i>Fusarium oxysporum</i> y planta testigo sin presencia de patógenos. | 44 |

LISTA DE ANEXOS

| | pág. |
|---|-----------|
| Anexo A. Análisis de varianza para la variable porcentaje de plantas afectadas con la utilización de dos tipos de ácaros | 53 |
| Anexo B. Análisis de varianza para la variable porcentaje de plantas afectadas con la utilización de cuatro tipos de hongos | 54 |
| Anexo C. Análisis de varianza para la variable porcentaje de plantas afectadas con la utilización de tres tratamientos | 55 |
| Anexo D. Análisis de varianza para la variable reproducción del ácaro <i>R. echinopus</i> con la utilización de seis sustratos | 56 |
| Anexo E. Micrografía de <i>Botrytis sp.</i> (40 x 10x) | 57 |
| Anexo F. Micrografía de <i>Phoma sp.</i> (10 x 10x) | 58 |
| Anexo G. Micrografía de <i>Gliocladium sp.</i> (40 x 10x) | 59 |

GLOSARIO

ÁCARO: arácnido de respiración traqueal o cutánea, parásito de otros animales o plantas.

CLAMIDIOSPORA: tipo de espora característica de los hongos, de membrana reforzada y engrosada para resistir la sequedad.

CONIDIA: tipo de espora vegetal que se forma por gemación en el extremo de una hifa.

CONIDIORORO: tipo especial de esporangio que forma esporas exógenas o externas llamadas conidios.

DETRITÓFAGOS: que aprovechan la materia vegetal como hojas caídas, son los más comunes, pero también hay organismos especializados que se alimentan de restos animales.

ENFERMEDAD: alteración más o menos grave en la fisiología del cuerpo vegetal.

ENZIMAS: grandes moléculas proteicas que catalizan todas las reacciones interrelacionadas de una célula viva, para cada tipo de reacción química que tiene lugar en una célula, hay una enzima distinta que cataliza esa reacción.

ESPORA: corpúsculo que se produce en una bacteria, cualquiera de las células que en un momento dado de la vida de los protozoos, esporozoos, se forma por división de éstos.

ESPORANGIO: órgano vegetal de la reproducción asexual que contiene esporas que son expulsadas al llegar a la madurez.

ETIOLOGÍA: estudio sobre las causas de las cosas o como objetivo la causa de las enfermedades.

FITOFAGO: organismo heterótrofo que se alimenta de sustancia vegetal.

HIFA: cada uno de los filamentos aislados que forman el cuerpo vegetativo de los hongos.

HONGO: nombre dado a las plantas talofitas sin clorofila que viven sobre materias orgánicas en descomposición o parásitos de animales o vegetales.

INFECCIÓN: proceso mediante el cuál los patógenos entran en contacto con las células o tejidos susceptibles de un hospedero y en que se producen nutrientes suficientes para ambos.

INOCULACIÓN: proceso mediante el cual un patógeno y su hospedero entran en contacto.

INÓCULO: es cualquier parte del patógeno que puede producir infección.

OSTIOLO: cada una de las aberturas regulables de los estomas epidérmicos de los vegetales.

PATOGENICIDAD: capacidad de un parásito para producir una determinada enfermedad.

PATÓGENO: algún tipo de elemento o medio que origina y desarrolla las enfermedades, (microorganismos capaces de producir una infección en el cuerpo de animales y plantas).

PICNIDIO: receptáculo especial de hongo uredineo y ascomiceto o de liquen que produce en su interior los conidioforos de los que se origina conidios muy pequeños.

SAPROFITOS: plantas que viven a expensas de sustancias orgánicas en descomposición o sobre plantas muertas (microbios que viven en el organismo a expensas de la materia en putrefacción y que dan lugar a enfermedades)

RESUMEN

El presente trabajo de investigación consistió en determinar el porcentaje de incidencia en cultivos de cebolla recién establecidos y cultivos de edad avanzada, se realizó en dos veredas: San Francisco y Alianza del municipio de Pasto ubicado a 2650 m.s.n.m, encontrando que no hubo diferencia en cuanto a los síntomas de amarillamiento para las dos zonas evaluadas, como para la edad del cultivo.

De cada zona se tomaron muestras para identificar los agentes causantes de dicho amarillamiento, encontrando que el hongo *Fusarium oxysporum* y el ácaro *Rhizoglyphus echinopus* fueron los causantes de atacar al cultivo de cebolla *Allium fistulosum* L.

El porcentaje de mortalidad fue mayor para los ensayos donde se evaluó conjuntamente el hongo *Fusarium oxysporum* y el ácaro *Rhizoglyphus echinopus*, a diferencia de hacer pruebas individuales de cada patógeno.

El ácaro *Rhizoglyphus echinopus* presentó mayor número de descendencias cuando fueron alimentados en colonias de *F. oxysporum*.

Palabras claves: *Allium fistulosum* L., *Fusarium oxysporum*, *Rhizoglyphus echinopus*, ácaro.

SUMMARY

The present investigation consisted on determining the percentage of incidence in recently established onion crops and others of advanced age, this work was carried out in two sidewalks San Francisco and La Alianza of the municipality of Pasto located at 2650 m.s.m.n, finding that there was not difference both for the symptoms of so much yellows for the two evaluated areas, like for the age of the cultivation.

Of each area they took samples to identify the causal agents of this yellows, finding that the mushroom *Fusarium oxysporum* and the acarus *Rhizoglyphus echinopus* were the causing ones of attacking to the cultivation of onion *Allium fistulosum* L.

The percentage of mortality was bigger for the assays where it was evaluated the mushroom *Fusarium oxysporum* and the mite *Rhizoglyphus echinopus* jointly, contrary to making individual tests of each pest.

The acarus *Rhizoglyphus echinopus* presented bigger number of descendants when they were fed in colonies of *F. oxysporum*.

Key words: *Allium fistulosum* L., *Fusarium oxysporum*, *Rhizoglyphus echinopus*, acarus.

INTRODUCCIÓN

Jaramillo y Hernández, manifiesta que:

La cebolla junca o de rama *Allium fistulosum* L, es un cultivo hortícola importante en la economía del municipio de Pasto, éste es el caso del corregimiento de Buesaquillo, en donde por las condiciones de clima y suelo, la planta se desarrolla adecuadamente, con rendimientos de 6 ton/ha/cosecha, las cuales alcanzan un precio en el mercado local de 12 millones de pesos (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2002. 39). La cebolla junca alcanza una vida productiva de hasta 10 años y puede ser cosechada tres a cuatro veces por año¹.

Pumalpa, afirma que:

No obstante, los productores de esta hortaliza, en su mayoría son minifundistas y realizan un manejo empírico de este cultivo en las diferentes etapas de crecimiento y producción, por carecer de conocimientos técnicos en las labores de selección de semilla, fertilización, deshierbas, manejo de plagas y enfermedades, muchas de las cuales son limitantes².

El problema fitosanitario más grave de la cebolla junca, principalmente en el sur del departamento de Nariño, es el secamiento de las plantas, debido a distintas pudriciones en la base del tallo, como del sistema radical; sin embargo hasta el momento no se conocen las bases para el manejo de la enfermedad por no tener un conocimiento exacto de las causas que la ocasionan, a pesar de existir evidencias de que se trata de un complejo de hongos y ácaros.

¹ JARAMILLO, Y HERNÁNDEZ, Raíz rosada de la cebolla de rama *Allium fistulosum* L. y su distribución en el departamento de Nariño. Pasto, Colombia, 1983, 42 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de ciencias Agrícolas.

² PUMALPA, J. Identificación de problemas fitopatológicos del cultivo de ajo (*Allium sativum* L.) su distribución e incidencia en el departamento de Nariño. Pasto, Colombia, 1983, 87 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de ciencias Agrícolas.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Caracterizar el complejo hongos - ácaros causante del secamiento de la cebolla junca *Allium fistulosum* L, en el corregimiento de Buesaquillo, municipio de Pasto - Nariño.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Evaluar la incidencia del secamiento de la cebolla de rama en el corregimiento de Buesaquillo, municipio de Pasto.

Aislar e identificar los diversos hongos y ácaros asociados con el secamiento de la cebolla junca *Allium fistulosum* L.

Establecer la etiología de la enfermedad mediante pruebas de patogenicidad para cada organismo.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 GENERALIDADES

El problema fitosanitario más frecuente del cultivo de la cebolla junca o de rama *Allium fistulosum* L., en muchas áreas productoras del municipio de Pasto es el secamiento de las plantas debido a una pudrición de raíz y pseudotallo, ocasionado por un complejo patológico de hongos y ácaros, sin conocerse hasta el momento el tipo de interacciones o relaciones existentes entre dichos microorganismos. Además, la enfermedad causa disminución en el rendimiento de la cebolla (4 – 5 ton/ ha/ cosecha), afectando la economía de los productores³.

2.2 AGENTES CAUSANTES DE LA PUDRICIÓN Y MARCHITAMIENTO DE LA CEBOLLA DE RAMA *Allium fistulosum* L.

2.2.1 Hongos fitoparásitos. para Jaramillo y Hernández, la enfermedad llamada raíz rosada la cual ataca a todas las especies del género *Allium* es ocasionada por el hongo *Pyrenochaeta terrestris* (Hansen)⁴.

“Este hongo es un habitante natural del suelo y afecta las raíces de muchas plantas; posee picnidios oscuros, ostiolados, casi globosos, con hifas simples que emergen cerca al ostiolo: presenta conidioforos simples o ramificados: conidias pequeñas, uniceldadas, hialinas, ovoides o elongadas; es parásito o saprofito”⁵.

Según Pumalpa, el hongo *Pyrenochaeta terrestris*, al invadir las raíces, ocasiona pudrición con una coloración rojiza inicialmente, la cual con el transcurso de la enfermedad se torna morada hasta llegar a marrón o negra. Las plantas presentan un desarrollo anormal, con posterior marchitamiento general⁶.

Jaramillo y Hernández, manifiestan: que el hongo fructifica en los tejidos vegetales en descomposición, liberando miles de esporas, las cuales son transportadas por

³ CIFUENTES, H. y ARCOS, E. Reconocimiento de ácaros, hongos y nematodos en el secamiento de la cebolla de rama *Allium fistulosum* L. en el departamento de Nariño. Pasto, 1.987, 31 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo), Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

⁴ JARAMILLO, M. y HERNÁNDEZ, F. Op cit., p. 12.

⁵ DICKINSON. C. Patología vegetal y patógenos de plantas. México. Limusa. 1987. p. 45.

⁶ PUMALPA, J. Op cit., p. 26

el agua o implementos de trabajo. Además, las temperaturas altas y la baja humedad en el suelo favorecen el desarrollo del ataque⁷.

“La podredumbre del pie o de la raíz de la cebolla es producida por el hongo *Fusarium oxysporum* f.sp, *cepae* (Hanz) Snider y Hansen”⁸

Gonzáles y Rosero, afirman que:

F. oxysporum, presenta tres tipos de esporas: macroconidias, microconidias y clamidosporas. Las macroconidias se disponen sobre conidioforos ramificados o sobre la superficie del esporodoquio y su forma puede ser curvada en forma de hoz o falcadas, con ápice atenuado; con la base en muchos casos pedicelada. Las macroconidias son septadas, con tres a siete celdas, siendo las de tres septas las más frecuentemente encontradas. Las microconidias no tienen septas y su forma es elíptica, reniforme a ovalada, también es posible hallar la forma oval - elipsoidal cilíndrica con las extremidades agudas⁹.

Booth¹⁰, menciona que las clamidosporas se forman individualmente o en pares, siendo generalmente del primer tipo y ocasionalmente formando una cadena.

En cuanto a los síntomas de la enfermedad, Leguizamón y Barriga, opinan que “el *Fusarium oxysporum* schlecht, ocasiona secamiento de las hojas en forma descendente con pudrición de raíces. *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae* (Hanz) Snider y Hansen pudre las raíces de la base del tallo y en la zona afectada se aprecia un moho blanquecino formado por el micelio y esporas del hongo”¹¹.

“El hongo *Fusarium oxysporum* habita en el suelo e infecta a las plantas a través de tejidos de la parte basal, la infección penetra por las heridas ocasionadas por larvas de insectos o ácaros, las cuales las producen al alimentarse.

“El hongo para su desarrollo prefiere temperaturas que oscilan entre 15 y 32 °C, siendo las óptimas de 28 a 32 °C. La enfermedad es más severa en

⁷ JARAMILLO, M. y HERNÁNDEZ, F., Ibid., p. 17

⁸ PEREZ, L. Patología vegetal. Medellín-Colombia: Lealon. 1994. p. 76

⁹ GONZALES, E. C. y ROSERO, H. E. Reconocimiento e identificación de las enfermedades causantes de marchitamientos vasculares en clavel *Dianthus Caryophyllus* L. en la sabana de Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. 1981. p. 87 Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo) Universidad Nacional de Colombia, facultad de Ciencias Agrícolas.

¹⁰ BOOTH, C. The genus *Fusarium*. Surrey, England: Commonwealth Mycological Institute, 1971. p. 5

¹¹ LEGUIZAMON, C. J. y BARRIGA, C. R. Enfermedades del ajo *Allium sativum* L. en Cundinamarca y Boyacá. En : Noticias fitopatológicas (Colombia) 3 (1): 4-19. 1981. p. 79

aquellas regiones donde el suelo alcanza altas temperaturas y cuando la planta llega a su periodo final de maduración; la pudrición continúa durante el almacenamiento, si la temperatura permanece alrededor de los 28 °C”¹².

Hood y Stewart demostraron que en el periodo transcurrido entre la inoculación y la iniciación de la enfermedad y sus síntomas, la infección decrece progresivamente con aumentos en las temperaturas del suelo y del aire, con un desarrollo mayor a temperaturas entre 26 y 32 °C¹³.

Al observar el efecto de la fertilización nitrogenada y potásica, Gonzáles y Rosero concluyeron que altos niveles de nitrógeno (150 a 200 ppm) pueden incrementar la severidad de la enfermedad¹⁴

Checa estima que:

en suelos muy arcillosos las plantas atacadas por *Fusarium oxysporum* presentan un crecimiento menor, aumentando la susceptibilidad al ataque del patógeno¹⁵.

En tanto que Sañudo, et al afirman que el desarrollo de especies de *Fusarium* se realiza mejor en suelos arenosos y ácidos, porque en los suelos arcillosos y alcalinos se tornan supresivos debido a la acción de bacterias competitivas, de las cuales algunas especies ocasionan lisis de los tubos germinativos del hongo¹⁶.

Dodge¹⁷ y Garibaldi¹⁸ “*Fusarium oxysporum*, es un habitante natural del suelo, viviendo como saprofito o en su estado clamidosporal permaneciendo por largos periodos de tiempo”.

¹² MEZA, H. y ZULUAGA. A. Evaluación de los principales daños económicos causados en el cultivo de cebolla *Allium fistulosum* L. y Ajo *Allium sativum* L. en el departamento de Boyacá, 1996, p. 18 - 22

¹³ HOOD, J. R. y STEWART, R. N. Factors affecting Symptom expression in Fusarium wilt of Dianthus. Phytopathology. England: 1957, N° 47: p. 173-178.

¹⁴ GONZALES, E. C. y ROSERO, H. E., Op cit., p. 18

¹⁵ CHECA, Oscar. Reacción de veinte selecciones individuales de frijol Mortiño al “amarillamiento” causado por *Fusarium oxysporum* Schelecht forma phaseoli Kendrick Snyder en el altiplano de Pasto- Nariño. 1982, p. 31

¹⁶ SAÑUDO, B. et al., Fundamentos de Micología Agrícola. Pasto. Editorial Universitaria. Universidad de Nariño, 2001. p. 36

¹⁷ DODGE, B. O., PASCAL, P. y RICKETT. W. Diseases and pest of ornamental plants. The Ronald Press CO. New York: 1960, p. 147

En cuanto a la distribución del patógeno dentro del hospedero y el suelo Holley y Baker mencionan que “el hongo no infecta a la planta más allá del tejido vascular antes de que aparezcan los síntomas, por lo tanto, la parte más alta de la planta puede estar libre del patógeno, mientras que la parte basal se halla atacada entre los 15 y 25 cm”¹⁹

De acuerdo con Walker, citado por Pumalpa, existen tres especies del género *Botrytis* que atacan la cebolla:

Botrytis allii Munn

Botrytis bissoidea

*Botrytis squamosa*²⁰

Walker explica que “*Botrytis allii* Munn, produce la podredumbre del cuello o moho gris; *Botrytis bissoidea* y *Botrytis squamosa* causan la podredumbre micelial la cual ataca principalmente las hojas”²¹.

¹⁸ GARIBALDI, A. Fungal and bacterial diseases of carnation and Berbera: proceedings of the Eucaripica meeting on Carnation and Berbera. Alassio. England: February 1978, p. 69-88

¹⁹ HOLLEY, W. D. y BAKER, R. Carnation production. Dubuque. Iowa, Brown C. 1963. p. 88

²⁰ PUMALPA, J. Op cit., p. 49

²¹ WALKER, J. Plant pathology (Mac Graw – Hill publication in the agricultura sciences). Segunda edición. Mac Graw – Hill. New York : 1957. p. 216

Pumalpa explica que:

la podredumbre del cuello ocasionada por *B. allii* Munn produce un marchitamiento general con decoloración total de las hojas, desde los cogollos extendiéndose luego a toda la planta; este hongo produce fructificaciones conídicas grises en la base del tallo y hojas; en el cuello de la raíz presenta esclerocios de forma irregular y de tamaño relativamente grande (2 mm a 5 mm). Así mismo, “En cuanto a *B. bissoidea* y *B. squamosa*, su incidencia solo se observa en cebolla de bulbo (*Allium allii* L.). Como en *B. allii* Munn se miran esclerocios adheridos a las túnicas de los bulbos atacados, pero a diferencia de *B. allii* Munn, estos esclerocios son más pequeños”²².

“El género *Sclerotium* presenta un conjunto de fructificaciones asexuales y carentes de esporas; anatómicamente son esclerocios cafés a negros, globosos e irregulares, compactos. El micelio es usualmente blanco y es un hongo parásito, principalmente de las partes subterráneas de las plantas”²³

“Las plantas que son afectadas por *Sclerotium sp.* se amarillan en pocos días, empezando por las hojas de la base, lo cual conlleva a marchitamiento generalizado, pudiendo arrancarse las plantas fácilmente debido a la destrucción del sistema radical. La base del cuello está cubierta por una costra negra y blanca, la cual corresponde a los esclerocios y micelio del hongo”²⁴

Leguizamon y Barriga afirman que “a enfermedad se presenta en las zonas frías de montaña, situadas por encima de los 2.700 m.s.n.m. Este hongo habita en el suelo, y persiste por mucho tiempo debido a los esclerocios que son sus estructuras de resistencia Así mismo, “El desarrollo de la enfermedad es mayor cuando la temperatura ambiental oscila entre 17 y 20 °C y la humedad del suelo es normal, por cuanto el hongo prospera, en los rangos que requiere el cultivo”²⁵.

2.2.2. Ácaros en cebolla. Los ácaros *Rhizoglyphus callae* Oudemans; *Rhizoglyphus robini* Claraparede y *Rhizoglyphus vincatus* Manson, son para Meza y Zuluaga argumentan que:

²² Ibid., p. 49 - 51

²³ MEDINA, J. Reconocimiento de las principales enfermedades del ajo *Allium sativum* L. en el departamento de Nariño. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo) Pasto, Colombia, 1973, p. 34 Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas

²⁴ MERCHAN, V. M. Pudrición blanca del ajo, (SC. Berk) enfermedad limitante en el departamento de Nariño. Noticias fitopatológicas. 1973, 6: (5 – 6),. p. 15

²⁵ LEGUIZAMON, C. J. y BARRIGA, C. R., Op cit., p. 18 - 29

Plagas frecuentes en los cultivos de cebolla junca (*Allium fistulosum* L.) y cebolla de bulbo (*Allium cepa* L.), Indican que el ácaro *Rhizoglyphus echinopus* (Foumouze y Robin), es un ácaro que tiene diversos hábitos como: detritófago, micófago, saprófago, parásito y forético.

Por otra parte, manifiestan que El ácaro *Rhizoglyphus echinopus* (Foumouze y Robin), puede tener múltiples relaciones con el hospedero y los hongos causantes de la enfermedad y de una manera directa puede intervenir en el desarrollo y propagación de las mismas y de los patógenos fungosos, principalmente transportando esporas y estructuras reproductivas de los hongos²⁶.

Pumalpa argumenta que :

Dichos ácaros al practicar heridas en las plantas permiten la entrada de los patógenos. Los síntomas aéreos, son malformaciones y enrollamiento en las hojas con bandas amarillas que dan la impresión de que la planta presenta una enfermedad virosa.

“El género *Rhizoglyphus* no solo ataca la cebolla de rama, también es plaga de cultivos de ajo, causando descomposiciones húmedas de los bulbos en el campo²⁷.

Doreste dice que:

Las subfamilias de ácaros vinculadas al marchitamiento de la cebolla, son la *Rhizoglyphinae* y la *Acarinae*, las cuales están adaptadas a ambientes húmedos y secos respectivamente.

Así mismo, Los adultos de *Rhizoglyphus echinopus* (Foumouze y Robin), presentan dimensiones de 0,5 a 1 mm de longitud; son transparentes con patas de color marrón - amarillento, setas dorsales cortas y cuatro pares de setas caudales. A temperaturas de 20 a 25 °C, su ciclo biológico es de 10 a 12 días²⁸.

²⁶ MEZA, H. y ZULUAGA. A. Op cit., p. 23 , 25

²⁷ PUMALPA, J. Op cit., p. 54 - 56

²⁸ DORESTE, E. Acarología. Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura. San José, Costa Rica: 1983, p. 91 - 92

3. DISEÑO METODOLOGICO

3.1 PROCEDENCIA DEL MATERIAL VEGETAL

La recolección del material vegetal, se realizó en el corregimiento de Buesaquillo, en las veredas Alianza y San Francisco, municipio de Pasto, “ubicado a 2.650 m.s.n.m, con una temperatura y precipitación promedio de 12 °C y 1.100 mm anuales”²⁹. Se recogieron plantas de cebolla junca (*Allium fistulosum* L.) que presentaron sintomatología de pudrición de raíz, pseudotallo y plantas con secamiento de hojas.

3.2 MANEJO DE CEBOLLA *Allium fistulosum* L.

La primera etapa del trabajo consistió en recolectar cebolla *A. fistulosum* L. con sintomatología de la enfermedad (pudrición de raíz, pseudotallo y secamiento de hojas), se empacó en bolsas de polietileno negro, las cuales fueron rotuladas con el nombre de la vereda, la finca, nombre del propietario, altitud, temperatura y precipitación promedio del lugar.

3.3 DESCRIPCIÓN DE SÍNTOMAS Y PORCENTAJE DE INCIDENCIA EN EL CAMPO

En las veredas, San Francisco y La Alianza de Buesaquillo se evaluaron plantas de cebollas sanas y plantas que presentaron síntomas de amarillamientos y crecimiento anormal, determinando los cambios en el sistema radical, en el disco basal y en los pseudotallos, con la descripción e ilustración de los síntomas en cada caso.

Se evaluaron cinco fincas por vereda, en cada finca se realizó un recorrido en forma de X por el lote, donde se contabilizó el número de plantas sanas, plantas enfermas y el número total de plantas, luego se determinó el porcentaje de incidencia, usando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ INCIDENCIA} = \left(\frac{\text{Número de plantas enfermas}}{\text{Total de plantas}} \right) \times 100\% \quad ^{30}$$

²⁹ INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. Información meteorológica. Pasto: IDEAM. 2002. 45 p.10

³⁰ PEREZ, J. Efecto del encalamiento y aplicación de algunos funguicidas en el control de la roña de la papa *Spongospora subterranea* Wallr, en el municipio de Túquerres - Nariño. 1994. p. 32 Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

Los datos obtenidos para las dos veredas fueron comparados con la prueba de “t” y se realizaron los respectivos y análisis.

3.4 COLECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE ÁCAROS

De las plantas de cebolla *A. fistulosum* L. colectadas en el campo con síntomas de secamiento, se tomaron trozos de tallo con pudriciones suaves y presencia de ácaros, con la ayuda de un estereoscopio se separó ninfas y adultos, con los cuales se estableció las primeras colonias que fueron criadas en cajas de petri, en cada caja se colocó en el fondo un papel filtro impregnado con 1 ml de agua destilada y sobre éste se depositó trozos sanos de pseudotallo, para favorecer la multiplicación de los ácaros. Tanto los ácaros como el pseudotallo fueron desinfectados con hipoclorito de sodio al 3% durante dos minutos.

Para la clasificación de los ácaros se tomaron especímenes presentes en las pudriciones de la cebolla y se colocaron en un recipiente que contenía una solución de alcohol y agua, posteriormente se rotularon y fueron enviados a la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional, Palmira, donde se realizó la respectiva clasificación.

3.5 COLECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE HONGOS

Se tomaron raíces, discos basales y pseudotallos que presentaron necrosis, de los cuales se cortaron en pequeños trozos, teniendo en cuenta de dejar parte de tejido sano y porción muerta, luego fueron desinfectados con hipoclorito de sodio al 3% durante dos minutos y se los depositó en cajas de petri con agar - peptona – glucosa acidificado. Una vez hubo formación de las colonias, con la ayuda de una espátula desinfectada se tomó parte de la colonia, la cual fue transferida a tubos de ensayo inclinados, los cuales contenían agar - peptona – glucosa.

Booth manifiesta que “De las diferentes colonias de hongos, se tomaron muestras y fueron identificadas en el laboratorio de Microbiología de la Universidad de Nariño, teniendo en cuenta los criterios de Booth”³¹.

3.6 SIEMBRA DEL MATERIAL VEGETAL EMPLEADO EN LOS ENSAYOS

Para los ensayos se utilizó plantas de cebolla *Allium fistulosum* L., que fueron sembradas en bolsas de polietileno, cada bolsa fue llenada con un kilogramo de sustrato compuesto por tres partes de suelo y una parte de arena, para evitar la presencia de hongos y plagas el sustrato se esterilizó con formol al 3%. Las plantas empleadas en los ensayos tuvieron una edad de 65 días.

³¹ BOOTH, C. Op cit., p. 13

3.7 PRUEBA DE PATOGENICIDAD DE ÁCAROS

En este ensayo se utilizó un total de 90 plantas de cebolla, las cuales se agruparon en un diseño de bloques irrestrictamente al azar con tres repeticiones por tratamiento y cada tratamiento estuvo constituido por diez plantas de cebolla, se descubrió el área radical y se colocó en la base 20 ácaros por planta, tapando nuevamente el área descubierta con tierra. Las evaluaciones se hicieron hasta que las plantas manifestaron síntomas de marchitamiento, se hicieron observaciones sobre el progreso de los síntomas aéreos y también se determinó los efectos del ataque de ácaros en la porción subterránea de las plantas. La variable evaluada fue porcentaje de plantas afectadas.

Tratamientos empleados:

T1 = *Rhizoglyphus echinopus*

T2 = *Rhizoglyphus vincatus*

T3 = Testigo (Plantas libres de ácaros)

3.8 PRUEBA DE PATOGENICIDAD DE HONGOS

De los diferentes hongos aislados, se tomó parte de micelio el cual se depositó en un recipiente de vidrio (botella de aguardiente), las cuales se sometieron a esterilización fraccionada, que consistió en esterilizar a una presión de 15 lb, durante 15 minutos a una temperatura de 70 °C, posteriormente se cortó 1 disco de agar con crecimiento micelial de 1 cm de diámetro el cual se recortó con un sacabocados estéril y se mezcló con 450 ml de agua destilada, luego se agregaron 150 gramos de trigo y se agitó durante dos minutos y cada tratamiento se inoculó con tres gramos de trigo Cifuentes y Arcos.³²

En cada tratamientos se hicieron tres repeticiones y cada repetición estuvo constituida por diez plantas de cebolla, las cuales fueron agrupadas en un diseño de bloques irrestrictamente al azar. La variable evaluada fue porcentaje de plantas afectadas.

▪ **Tratamientos empleados:**

T1 = *Fusarium oxysporum*

T2 = *Phoma sp.*

³² CIFUENTES, H. y ARCOS, E. Op cit., p. 17

T3 = *Botrytis* sp.

T4 = *Gliocladium* sp.

T5 = *F. oxysporum* + *Phoma* sp.

T6 = *F. oxysporum* + *Botrytis* sp.

T7 = *F. oxysporum* + *Gliocladium* sp.

T8 = Testigo (Plantas sin inoculación de hongo)

Para las observaciones de los síntomas y reaislamiento de patógenos se aplicaron los postulados de Koch descritos por Agrios así:

- El patógeno debe hallarse asociado con la enfermedad en todos los individuos examinados.
- Cuando el patógeno es un parásito no obligado, debe ser aislado en cultivo puro, en un medio nutritivo y ahí describir sus características.
- Si el patógeno es parásito obligado, debe ser inoculado en un huésped susceptible y ahí registrar su apariencia y los efectos que causa.
- El patógeno de cultivo puro debe ser inoculado en individuos sanos de la misma especie y variedad, donde se observó la enfermedad en un principio, y deben producirse los mismos síntomas de enfermedad en estos individuos inoculados.
- El patógeno debe ser aislado de estas plantas y sus características deben ser exactamente iguales a las observadas en la etapa dos³³.
- Teniendo en cuenta lo anterior, los síntomas de campo, se compararon con aquellos producidos por cada uno de los microorganismos aislados, mediante las inoculaciones artificiales en invernadero.

3.9 PRUEBA DE PATOGENICIDAD DE LA INTERACCIÓN ÁCARO – HONGO

Para probar la interacción del daño causado por los ácaros y el hongo, se realizó un ensayo, en donde a plantas de cebolla se colocó en forma individual los ácaros, el hongo y conjuntamente ácaros y hongo, se hicieron tres repeticiones por

³³ AGRIOS, G. N. Plant pathology. 3th. ed. New York: Academic press, Inc. 1988. 803 p. 34

tratamiento y cada tratamiento estuvo conformada por diez plantas, las cuales se agruparon en un diseño de bloques irrestrictamente al azar. La variable evaluada fue porcentaje de plantas afectadas.

▪ **Tratamientos empleados:**

T1 = *Rhizoglyphus echinopus*

T2 = *Fusarium oxysporum*

T3 = *Rhizoglyphus echinopus* + *F. oxysporum*

T4 = Testigo (Plantas sin inoculación)

3.10 REPRODUCCIÓN DE *Rhizoglyphus echinopus*

Para determinar cual era el medio en el que prosperaban los ácaros *R. echinopus*, se colocaron en cajas de petrí partes de raíz de cebolla y pseudotallo, sobre los cuales se depositó un total de 20 ácaros adultos, el mismo número de ácaros fue depositado en cada caja de petrí que contenía las colonias de hongos, se realizaron cinco repeticiones por tratamiento. Los tratamientos fueron agrupados en un diseño irrestrictamente al azar y después de 72 horas se contabilizó el número de individuos.

▪ **Tratamientos empleados:**

T1 = *Fusarium oxysporum*

T2 = *Phoma sp.*

T3 = *Botrytis sp.*

T4 = *Gliocladium sp.*

T5 = Raíces de cebolla

T6 = Pseudotallo

3.11 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para todos los ensayos se realizó análisis de varianza, en el caso de encontrar diferencias entre los tratamientos, se efectuó la prueba de comparación de rangos múltiples de Tukey al 95%.

Los promedios en porcentaje fueron normalizados con la fórmula $Y = \text{Arcoseno } \sqrt{X}$, para el número de descendencias los promedios fueron normalizados con la fórmula $\sqrt{X + 0.5}$ Steell y Torrie³⁴.

³⁴ STEELL, R y TORRIE, J. Bioestadística, principios y procedimientos. México: Mac Graw-Hill. Segunda edición. 1996, p. 226,229.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DESCRIPCIÓN DE SÍNTOMAS Y PORCENTAJE DE INCIDENCIA

En los lotes evaluados se encontraron parches de plantas afectadas y se observó que la enfermedad progresa rápidamente a partir de focos iniciales de infección. Los síntomas que diagnosticaron la presencia de la enfermedad fueron: amarillamiento, plantas de menor tamaño con hojas delgadas, de color verde pálido y un secamiento progresivo a partir de los extremos apicales (**Figura 1**).

Las plantas con ataques avanzados presentaron menor altura, pocas hojas, las cuales al inicio eran flácidas y luego se secaron, la parte subterránea manifestó una deshidratación completa de los tejidos, con secamiento total de las membranas externas. También ocurre secamiento de raíces, necrosis de la corteza y pudrición húmeda de los tallos.

Como signo característico se percibe un olor a fermento, masas miceliales de diferentes tonalidades y abundantes poblaciones de ácaros en diferentes estados de desarrollo, huevos, estados juveniles y adultos. Estos síntomas son muy similares a los reportados por Cifuentes y Arcos, al hacer un reconocimiento de ácaros, hongos y nematodos en el secamiento de la cebolla de rama en los municipios de Pasto, Potosí, Córdoba, Tuquerres e Ipiales³⁵.

Por otra parte, afirma que:

Más plántulas adultas pueden marchitarse y morir repentinamente en caso de que la infección sea severa y el clima sea favorable para el patógeno. Sin embargo es más frecuente que en las plántulas adultas ocurra amarillamiento de las hojas inferiores, formación ocasional de raíces adventicias, marchitamiento de hojas y tallos jóvenes, defoliación, necrosis marginal y finalmente la muerte³⁶.

³⁵ CIFUENTES, H. y ARCOS, E. Op cit., p. 17

³⁶ Ibid., p. 373

Figura 1. Cultivo de cebolla con síntomas de amarillamiento y marchitez, causados por la presencia del hongo *Fusarium oxysporum* y el ácaro *Rhizoglyphus echinopus*.



Smith, argumenta que “Con frecuencia los síntomas aparecen solo en uno de los costados del tallo y avanzan hacia la parte superior de la planta, hasta que destruyen el follaje y por último causa la muerte de la planta”³⁷

En la **Tabla 1** se puede observar que el porcentaje de incidencia causado por el ataque del complejo ácaro - hongo en el cultivo joven de cebolla *Allium fistulosum* L., no presenta diferencias significativas para las dos veredas, encontrándose porcentajes similares con 11 y 14.20% de incidencia para la vereda La Alianza y San Francisco respectivamente.

Al realizar las evaluaciones para el cultivo de cebolla en estado maduro, el mayor porcentaje de incidencia se dio para la vereda San Francisco con 43.80%, sin presentar diferencias significativas con la vereda La Alianza la cual tuvo una incidencia de 38.40% (**Tabla 1**)

³⁷ SMITH, I. M. et al. European handbook of plant diseases. Blackwell Scientific Publications. Oxford: 1988. p. 198

En esta tabla también se observa que el porcentaje de incidencia incrementó en los cultivos maduros de cebolla.

Al respecto Meza y Zuluaga, reportan que “La incidencia es mayor en aquellas regiones donde el suelo alcanza altas temperaturas y cuando la planta llega a su período final de maduración”³⁸

Las causas posibles por las cuales no se encontró diferencias en las dos zonas evaluadas, en cuanto al porcentaje de incidencia tanto en cultivos recién establecidos como en cultivos maduros se deben a que los agricultores de las zonas evaluadas, realizan prácticas de cultivo muy similares, como: no practican la desinfección de semilla, utilizan semilla proveniente de cosechas anteriores, empleo de herramientas como el azadón que puede causar heridas al momento de la deshierba, no rotan los cultivos y la falta de asistencia técnica.

Pumalpa afirma: que “La mayor parte de los productores de cebolla en el departamento de Nariño, son minifundistas y realizan un manejo empírico del cultivo en las diferentes etapas de crecimiento y producción, carecen de conocimientos técnicos en labores de selección de semilla, fertilización, deshierbas, manejo de plagas y enfermedades”³⁹.

Tabla 1. Promedios para porcentaje de incidencia del ataque de ácaros y hongos, en cultivos de cebolla *Allium fistulosum* L. en dos veredas de Buesaquillo, Pasto – Nariño.

| Estado del cultivo | Porcentaje de Incidencia por Vereda | | “t” | P |
|--------------------|-------------------------------------|---------------|-----------|--------|
| | Alianza | San Francisco | | |
| Jóven | 11.00 | 14.20 | 0.37 n. s | 0.5608 |
| Viejo | 38.40 | 43.40 | 0.47 n. s | 0.5134 |

n.s Diferencias no significativas (“t” P < 0.05)

Según Smith et al, manifiestan que:

La interacción en un ambiente adecuado, entre una planta y un agente patógeno agresivo determinan el desarrollo de una enfermedad. Esa interacción se conoce por el nombre de patosistema vegetal, cuyo estado depende de factores como la abundancia de unidades del agente infeccioso, la virulencia de las razas de éste, la naturaleza genética del hospedante (resistente, tolerante o susceptible a la

³⁸ MEZA, H y ZULUAGA. A. Op cit., p. 24.

³⁹ PUMALPA, J. Op cit., p. 39.

enfermedad), la edad de los tejidos de la planta al momento de producirse la infección y las condiciones del medio, por ejemplo, temperatura y humedad, que afectan tanto al hospedante como al organismo patógeno⁴⁰.

4.2 IDENTIFICACIÓN DE ÁCAROS

Los ácaros fueron clasificados por parte del Doctor Iván Zuluaga de la Universidad Nacional de Palmira como: *Rhizoglyphus echinopus* (Figura 2) y *Rhizoglyphus vincatus* (Acariforme: Acaridae). La posición taxonómica de acuerdo a Flecman⁴¹ es la siguiente:

Orden: Acariforme.

Suborden: Astigmata.

Familia: Acaridae.

Subfamilia: Rhizoglyphinae.

Genero: Rhizoglyphus.

Especie: Rhizoglyphus sp.*

Según Doreste, manifiesta que:

La familia *Acaridae* presenta las siguientes características: presenta una uña empodial que va unida al pretarso por un par de condilóforos (barras esclerotizadas), los machos poseen ventosas anales y tarsales. El cuerpo está dividido por una sutura transversal en propodosoma e histerosoma. Los quelíceros son bien desarrollados y quelatados. El ciclo de vida está compuesto por las fases de huevo, larva, protoninfa, tritoninfa y adulto. La subfamilia *Rhizoglyphinae* se encuentra adaptada a condiciones de humedad.

Así mismo, el ácaro *Rhizoglyphus sp.* (Acariforme: Acaridae), tiene las siguientes características: Un tamaño aproximado entre 0.5 y 1 mm de longitud, son de color blanquecinos y traslucidos, las patas poseen un

⁴⁰ SMITH, I. M. et al. Op cit., p. 29

⁴¹ FLECMAN, C. Ácaros de importancia agrícola. Sao Paulo: Livravia Nobel, S.A. 1972. p. 70

* Facultad de Agronomía, Universidad Nacional, Palmira: comunicación personal.

color amarillento. Las setas dorsales son cortas y poseen cuatro pares de setas caudales. *Rhizoglyphus echinopus* tiene las patas de color más intenso y con cuatro pares de setas caudales y un punto negro en el cefalotórax, *Rhizoglyphus vinacatus* es más cremoso con setas caudales⁴².

4.3 IDENTIFICACIÓN DE HONGOS

El hongo identificado fue *Fusarium oxysporum*, el cual en medio del cultivo presentó micelio claro, algo denso, que luego tiende a rosado blanquecino, a veces tiñendo el medio con tonalidad purpúrea (**Figura 3.**)

F. oxysporum produce macroconidias falcadas, delgadas con un extremo ligeramente punteado y el otro en forma de pie, son hialinas con 2 a 6 septas. Las microconidias son hialinas, aceptadas, delgadas, ovoides ó elipsoides. Las clamidiosporas son intercalares en las hifas y más frecuentes en tejidos viejos, individuales ó en pares, globosas, hialinas, unicelulares y con pared gruesa **Figura 4 y Figura 5**. Las clamidiosporas con paredes gruesas son las formas del hongo que sobreviven por largo tiempo en el suelo⁴³.

4.4 PRUEBA DE PATOGENICIDAD DE ÁCAROS

En el anexo A se puede observar que para esta variable hay diferencias altamente significativas para los tratamientos.

Con base en lo anterior y la prueba de comparación de medias de Tukey, se encontró que cuando se inoculó las plantas de cebolla con el ácaro *Rhizoglyphus echinopus* se dio el mayor porcentaje de mortalidad con 56.67%, presentando diferencias significativas con respecto al tratamiento donde se inoculó *Rhizoglyphus vincatus* y al testigo (**Figura 6**), los cuales tuvieron 16.67 y 0 % de plantas muertas respectivamente, *R. vincatus* y el testigo no presentan diferencias significativas entre sí. (**Tabla 2**)

En estudios realizados por Jepson encontró que el cultivo de cebolla era afectada por el ácaro *Rhizoglyphus robini*, la cual es una especie cosmopolita que ha logrado el rango de plaga en países tan diferentes como Israel, Japón y los Estados Unidos. Su amplio rango de hospederos incluye cebolla, ajo, lirios, cereales y muchos otros cultivos. También se alimenta de materia orgánica en el

⁴² FLECMAN, C. Ibid., p. 91

⁴³ DORESTE, E. Op cit., p. 91

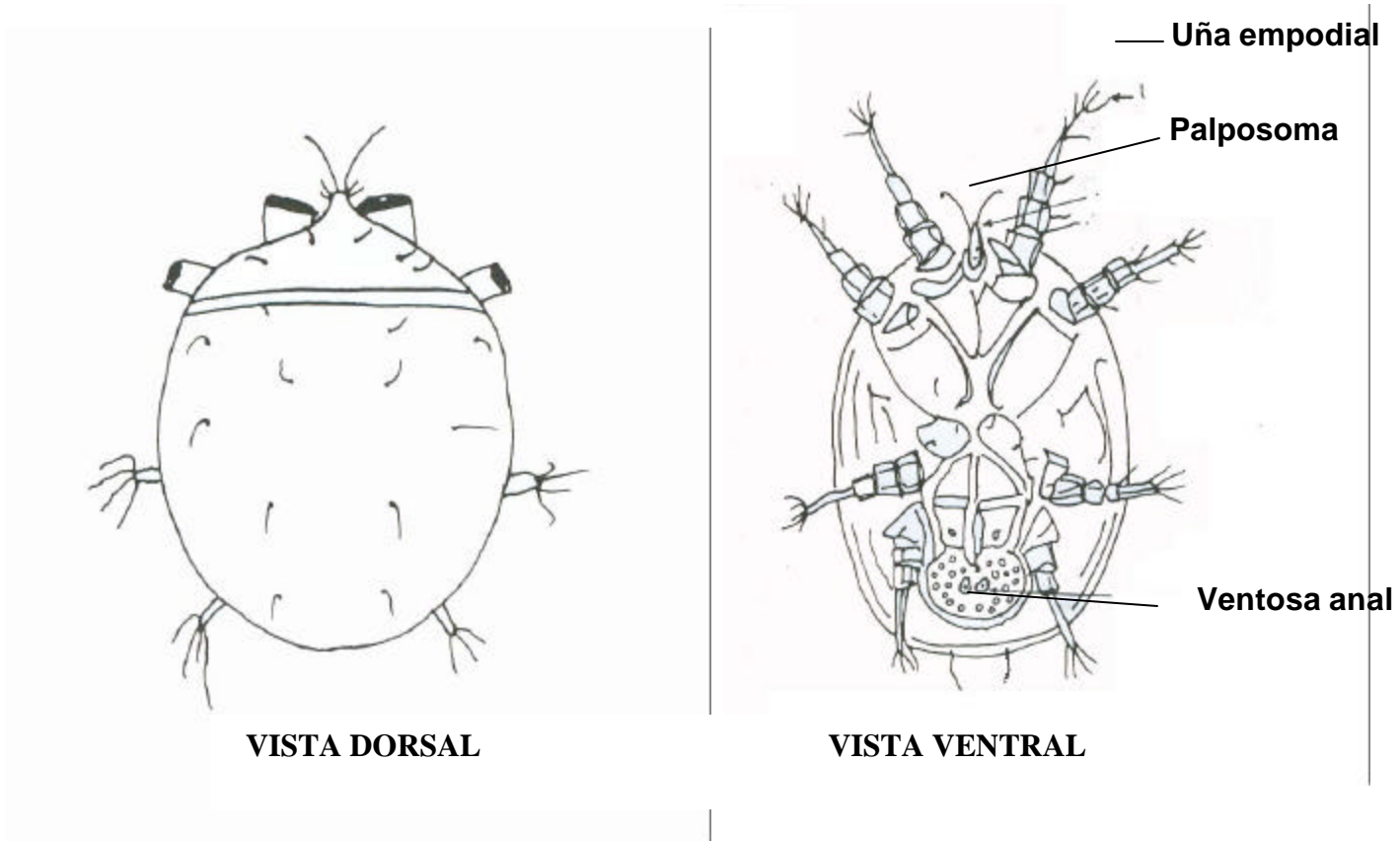
suelo, la mayor parte del daño causado por el ácaro del bulbo ocurre en las raíces y la placa basal⁴⁴.

“El daño del ácaro es más grave en las plántulas de cebolla, las plantas severamente dañadas eventualmente pierden sus raíces y se vuelcan. El daño también se manifiesta en infecciones de patógenos fúngicos y bacteriales que pueden entrar por las heridas abiertas por los ácaros”⁴⁵

⁴⁴ BOOTH, C. Op cit., p. 18

⁴⁵ JEPSON, L. Mites injurious to economic plants. EUA: University of California press. 1985, p. 76.

Figura 2. Morfología del ácaro *Rhizoglyphus echinopus* causante de la pudrición húmeda y del secamiento de la cebolla de rama (*Allium fistulosum* L.).



Fuente: Cifuentes y Arcos (1987)

Figura 3. Crecimiento micelial de *Fusarium oxysporum* en agar-peptona-glucosa acidificada.

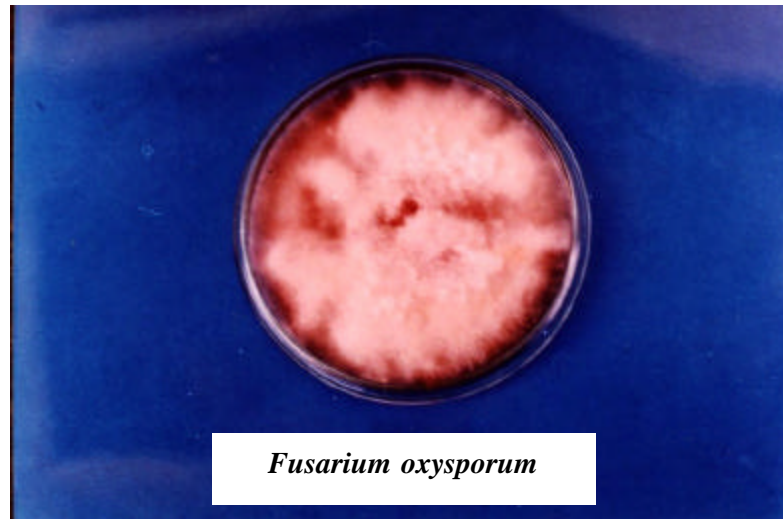
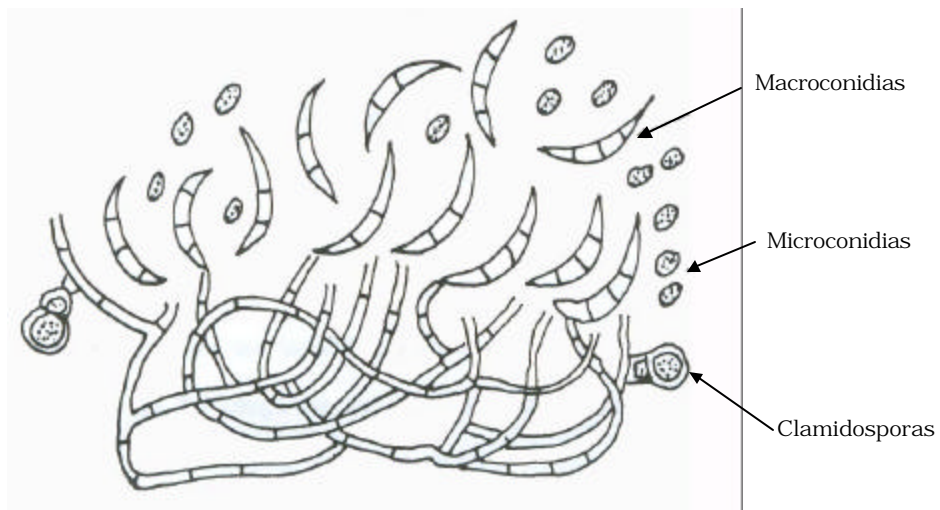


Figura 4. Estructuras reproductivas de *Fusarium oxysporum* Schlecht, causante de las pudriciones en las raíces de la cebolla de rama *Allium fistulosum* L.



Fuente: Cifuentes y Arcos (1987)

Figura 5. Micrografía de *Fusarium oxysporum* Schlecht, causante de las pudriciones en las raíces de la cebolla de rama *Allium fistulosum* L. (40 x 10x).



Tabla 2. Promedios para porcentaje de plantas afectadas con la inoculación a plantas de cebolla *Allium fistulosum* L. con dos tipos de ácaros

| TRATAMIENTO | Porcentaje de plantas afectadas |
|-------------------------------|---------------------------------|
| <i>Rhizoglyphus echinopus</i> | 56.67 A |
| <i>Rhizoglyphus vincatus</i> | 16.67 B |
| Testigo | 0.00 B |

* Valores con la misma letra no presentan diferencias significativas entre sí (Tukey P < 0.05)

El ácaro del bulbo está extremadamente bien adaptado a su hábitat del suelo: prefiere alimentarse de tejido fresco, pero puede sobrevivir en muchos materiales orgánicos incluyendo plantas muertas, insectos muertos y estiércol; puede sobrevivir hasta cinco semanas sumergido bajo agua; es capaz de escapar a condiciones adversas, tales como sequía y frío extremo, moviéndose más profundo dentro del suelo. El segundo estado ninfal, puede usar su especializada placa de succión para adherirse a animales rastroso o voladores, o a equipos agrícolas, y de esta manera se dispersa a otros lugares⁴⁶.

⁴⁶ BAKER, E. An introduction to acarology. New York: Macmillan co. 1.982. p. 89

Figura 6. Planta de cebolla inoculada con el ácaro *Rhizoglyphus echinopus* y planta testigo sin presencia de patógenos.



4.5 PRUEBA DE PATOGENICIDAD DE HONGOS

El análisis de varianza para esta variable presenta diferencias altamente significativas para los tratamientos (**Anexo B**)

En la Tabla 3, se puede observar que cuando se inoculó las plantas de cebolla con los hongos *F. oxysporum*, *F. oxysporum* más *Phoma sp.* y *F. oxysporum* más *Botrytis sp.* se obtuvo los mayores porcentajes de mortalidad con 43.33, 40 y 30% de plantas muertas respectivamente, sin presentar diferencias significativas entre sí. Pero si hay diferencias significativas con respecto a la inoculación con los hongos *Botrytis sp.*, *F. oxysporum* más *Gliocladium sp.*, *Phoma sp.* y *Gliocladium sp.* los cuales presentaron porcentajes de mortalidad de 6.66, 3.33, 3.33 y 0% respectivamente, los anteriores tratamientos no tienen diferencias significativas entre sí.

Tabla 3. Promedios para porcentaje de plantas afectadas con la inoculación a plantas de cebolla *Allium fistulosum* L. con cuatro tipos de hongos.

| TRATAMIENTO | Porcentaje de plantas afectadas |
|--|---------------------------------|
| <i>Fusarium oxysporum</i> | 43.33 A |
| <i>F. oxysporum</i> + <i>Phoma</i> sp. | 40.00 A |
| <i>F. oxysporum</i> + <i>Botrytis</i> sp. | 30.00 AB |
| <i>Botrytis</i> sp. | 6.66 B |
| <i>F. oxysporum</i> + <i>Gliocladium</i> sp. | 3.33 B |
| <i>Phoma</i> sp. | 3.33 B |
| <i>Gliocladium</i> sp. | 0.00 B |

* Valores con la misma letra no presentan diferencias significativas entre sí (Tukey P < 0.05)

El mayor porcentaje de plantas muertas se dio para *Fusarium oxysporum* (**Figura 7**), posiblemente por la capacidad de este hongo para desdoblar polímeros químicamente complejos como la lignina y la queratina.

Garret, describe a *Fusarium* sp. como “Parte de los hongos celulocíticos, los cuales realizan la mayor parte de la descomposición, utilizando la celulosa y la hemicelulosa (polimeros mezclados de xilosa, glucosa, arabinosa, etc.) estos dos tipos de material comprenden hasta el 70% de la pared celular de la planta”⁴⁷.

Las interacciones de *Fusarium oxysporum* con *Phoma* sp y *Botrytis* sp, también presentan mortalidades altas, debido posiblemente a que estos hongos no presentaron interferencia en su desarrollo. Al respecto Hudson⁴⁸ menciona que “Toda especie de hongo difiere de otra al menos en algún aspecto de su comportamiento, de tal manera que las diferentes especies puedan coexistir”.

4.6 PRUEBA DE PATOGENICIDAD DE ÁCAROS Y HONGOS

En el análisis de varianza para esta variable se observa que hay diferencias altamente significativas entre tratamientos (**Anexo C**)

Cuando las plantas de cebolla se inocularon con el ácaro *R. echinopus* más *F. oxysporum* (**Figura 8**), se obtuvo el mayor porcentaje de plantas muertas con 80%, sin presentar diferencias significativas con respecto a las inoculaciones individuales del hongo *F. oxysporum* y el ácaro *R. echinopus* los cuales tuvieron

⁴⁷ GARRET, F. L. Microbiología. Traducción por Antonio Capella Bustos. México: Segunda edición. Mc Graw – Hill, 1982 p. 66

⁴⁸ HUDSON, H. J. The ecology of fungi of plant remains above the soil. New Phytologist. 67. 1988. p. 637

un porcentaje de mortalidad del 60 y 53.33% respectivamente. Estos tratamientos presentan diferencias significativas con respecto al testigo, en el cual no hubo mortalidad de plantas (**Tabla 4**).

Tabla 4. Promedios para porcentaje de plantas afectadas con la inoculación a plantas de cebolla *Allium fistulosum* L. con el ácaro *R. echinopus* y el hongo *F. oxysporum*

| TRATAMIENTO | Porcentaje de plantas afectadas |
|---|---------------------------------|
| <i>R. echinopus</i> + <i>F. oxysporum</i> | 80.00 A |
| <i>Fusarium oxysporum</i> | 60.00 A |
| <i>Rhizoglyphus echinopus</i> | 53.33 A |
| Testigo | 0.00 B |

* Valores con la misma letra no presentan diferencias significativas entre sí (Tukey P < 0.05)

Figura 7. Planta de cebolla inoculada con *Fusarium oxysporum* y planta testigo sin presencia del hongo.



Figura 8. Planta de cebolla inoculada con el ácaro *Rhizoglyphus echinopus* más el hongo *Fusarium oxysporum* y planta testigo sin presencia de patógenos.



Callow reporta que "*Fusarium oxysporum* es un saprófito del suelo y dada sus condiciones ataca los sistemas radicales, aprovechando daños mecánicos y el ataque de algunos insectos, en muchos casos se presenta en las plantas como síntomas externos del ataque de estos organismos"⁴⁹

La interacción *R. echinopus* más *F. oxysporum* presenta el mayor porcentaje de plantas muertas debido posiblemente a que el ácaro facilita la entrada del hongo, haciendo que los compuestos de lignina presentes en la planta sean más asimilables para el hongo.

⁴⁹ CALLOW, J. Recognition, resistance and the role of plant lectins in host-parasite interactions. In : Advances in botanical research 4. 1992. p. 23

Mace reporta que:

“Dado a que las enzimas producidas por algunas especies de *Fusarium* sp. no llegan a afectar los compuestos de “protección” de la planta como la celulosa, estos organismos se valen de animales que ingieren parte del material original, en especial si este contiene hifas de hongos, y lo depositan en sus heces. Al hacerlo, los animales trituran el material, haciéndolo más accesible a los microorganismos⁵⁰.

Park, manifiesta que:

Casi todos los microorganismos resultan afectados en alguna etapa de su vida por las actividades de otros microorganismos, por esta razón es de esperarse encontrar una variedad casi infinita de interacciones. Algunas son indirectas, como cuando un organismo hace que un sustrato quede fácilmente disponible para⁵¹

4.7 REPRODUCCIÓN DE *Rhizoglyphus echinophus*

El análisis de varianza para esta variable presenta diferencias altamente significativas entre tratamientos (**Anexo D**).

Teniendo en cuenta lo anterior y la prueba de comparación de medias de Tukey, se encontró que el mayor número de descendencias de los ácaros se dio para el medio que contenía el hongo *F. oxysporum* con 78 individuos y no hay diferencias significativas con los tratamientos que contenían *Botrytis* sp., *Phoma* sp., pseudotallo y *Gliocladium* sp., los cuales tuvieron 52, 36.37, 26.67 y 19.67 individuos respectivamente. El tratamiento en el cual se colocó como medio la raíz de cebolla, fue el de menor promedio con 2.67 individuos, presentándose diferencias significativas con el tratamiento en el cual se utilizó como alimento *F. oxysporum* (**Tabla 5**).

⁵⁰ MACE, M. Fungal wilt diseases of plants. New York . Academic press. 1980, p. 45

⁵¹ PARK, D. Atagonism. the background to soil fungi. En : the Ecology of Soil Fungi. Liverpool: University press. 1987. p. 76

TABLA 5. Promedios para número de individuos de *R. echinopus* con la utilización de seis substratos

| TRATAMIENTO | Número de individuos |
|---------------------------|-----------------------------|
| <i>Fusarium oxysporum</i> | 78.00 A |
| <i>Botrytis sp.</i> | 52.00 AB |
| <i>Phoma sp.</i> | 36.67 AB |
| Pseudotallo de cebolla | 26.67 AB |
| <i>Gliocladium sp.</i> | 19.67 AB |
| Raíz de cebolla | 2.67 B |

* Valores con la misma letra no presentan diferencias significativas entre sí (Tukey P < 0.05)

5. CONCLUSIONES

Los ácaros causantes de daño en el cultivo de cebolla fueron *Rhizoglyphus vincatus* y *Rhizoglyphus echinopus*, siendo este último el que presentó mayor porcentaje de mortalidad de plantas en condiciones de invernadero.

Los hongos encontrados causando daño al cultivo de cebolla (*A. fistulosum* L.) fueron *Phoma* sp., *Botrytis* sp. y *F. oxysporum*. El mayor porcentaje de plantas muertas de cebolla en condiciones de invernadero se presentó con el hongo *F. oxysporum* y el complejo *F. oxysporum* más *Phoma* sp.

La asociación del ácaro *R. echinopus* y el hongo *F. oxysporum*, produjo el mayor porcentaje de mortalidad de plantas de *A. fistulosum*, siendo el medio de cultivo con *F. oxysporum* donde se presentó el mayor número de descendencias de *R. echinopus*.

6. RECOMENDACIONES

Realizar evaluaciones de la incidencia del complejo acaro - hongo en distintas zonas productoras de cebolla en el departamento de Nariño.

Efectuar evaluaciones con la aplicación de productos químicos para el control del complejo, en condiciones de laboratorio, invernadero y campo.

Evaluar el efecto de la materia orgánica y si hay relación directa con el menor o mayor grado de incidencia del complejo ácaro – hongo en el cultivo de cebolla.

BIBLIOGRAFÍA

- AGRIOS, G. Plant pathology. Academic press, Inc. New York: 3th. ed. 1988, . 803 p.
- ALBORNOZ, R., et al. Descripción de algunos hongos de importancia agrícola en Colombia. Pasto, Colombia: 1969. 393 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Instituto Técnico Agrícola. (Mecanografiado).
- BAKER, E. W. An introduction to acarology. New York: Macmillan co. 1982. 465 p.
- BARNETT, L. y HUNTER B. Illustrated genera of imperfect fungi. Minneapolis, Minnesota: 3rd Edition. Burges Publishing Company. 1972, 237 p.
- BOOTH, C. The genus *Fusarium*. Surrey. England: Commonwealth Mycological Institute, 1971. 18 p.
- CALLOW, J. A. Recognition, resistance and the role of plant lectins in host-parasite interactions. In : Advances in botanical research. 4. 1992. 99 p.
- CHECA, Oscar. Reacción de veinte selecciones individuales de frijol Mortiño al "amarillamiento" causado por *Fusarium oxysporum* Schelecht forma phaseoli Kendrick Snyder en el altiplano de Pasto-Nariño. 1.ed. Pág 52. 1982.
- CIFUENTES, H. y ARCOS, E. Reconocimiento de ácaros, hongos y nemátodos en el secamiento de la cebolla de rama *Allium fistulosum* L. en el Departamento de Nariño. Pasto, Colombia, 1987. 62 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas
- DICKINSON. C. patología vegetal y patógenos de plantas. México: Limusa. 1987, 312 p.
- DODGE, O., PASCAL, P. y RICKETT. W. Diseases and pest of ornamental plants. New York: The Ronald Press Co., 1960, 775 p.
- DORESTE, E. Acarología. Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura. San José, Costa Rica. 1983, 410 p.
- FLECMAN, C. Ácaros de importancia agrícola. Sao Paulo: Livravia Nobel, S.A. 1972. 150 p.

GARRET, L. Microbiología. México: Segunda edición. Mc Graw – Hill, 1982, 826 p.

GARIBALDI, A. Fungal and bacterial diseases of carnation and Berbera: proceedings of the Eucaripica meeting on Carnation and Berbera. Alassio (England): February 1978, p. 69-88.

GASIORKIGWICZ, E. C. Influence of nitrogen and Potassium nutrition levels of the development of Fusarium Systemic wilt of carnations. Phitopathology England: 1960. N° 50: 636 p.

GONZALES, E.C. y ROSERO, H. E. Reconocimiento e identificación de las enfermedades causantes de marchitamientos vasculares en clavel *Dianthus Cariophyllus* L. en la sabana de Bogotá. 1981. 142 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo), Universidad Nacional de Colombia., facultad de Ciencias Agrícolas.

HOLLEY, W. D. y BAKER, R. Carnation production. Dubuque Iowa: Brown C. 1963. 142 p.

HOOD, J. R. y STEWART, R. N. Factors affecting Symptom expression in Fusarium wilt of Dianthus. Phytopathology England : 1957. N° 47: 173-178 p.

HUDSON, H. J. The ecology of fungi of plant remains above the soil. In : New Phytologist. 67. 1988. 900 p.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, Meteorología y estudios ambientales. Información meteorológica. Pasto: IDEAM, 2002. 45 p.

JARAMILLO, M. y HERNÁNDEZ, F. Raíz rosada de la cebolla de rama *Allium fistulosum* L. y su distribución en el departamento de Nariño. Pasto, Colombia, 1983. 42 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de ciencias Agrícolas. (Mecanografiado).

JEPSON, L. Mites injurious to economic plants. EUA: 1985, 614 p. University of California press.

LEGUIZAMON, C. J. y BARRIGA, C. R. Enfermedades del ajo *Allium sativum* L. en Cundinamarca y Boyacá. En : Noticias fitopatológicas Colombia : 1981. 3 (1): 4-19.

MACE, M. E. Fungal wilt diseases of plants. New York: Academic press. 1981. 230 p.

MEDINA, J. Reconocimiento de las principales enfermedades del ajo *Allium sativum* L. en el departamento de Nariño. Pasto, Colombia, 1973, 62 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas, (Mecanografiada).

MERCHAN, V. M. Pudrición blanca del ajo, (SC. Berk) enfermedad limitante en el departamento de Nariño. En : Noticias fitopatológicas 1973, 6: (5 – 6). .

MEZA, H. y ZULUAGA A. Evaluación de los principales daños económicos causados en el cultivo de cebolla *Allium fistulosum* L. y ajo *Allium sativum* L. en el departamento de Boyacá. Cundinamarca. 1996, 114 p. Produmedios.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Consolidado Agropecuario, Acuícola y Pesquero. Gobernación de Nariño. Secretaría de Agricultura y Medio Ambiente. 2002, 76 p.

PARK, D. Atagonism-the background to soil fungi. En the Ecology of Soil Fungi. Liverpool: University press. 1987, 233 p.

PEREZ, J. Efecto del encalamiento y aplicación de algunos funguicidas en el control de la roña de la papa *Spongospora subterranea* Wallr, en el municipio de Túquerres - Nariño. 1994, 117 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo) Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

PEREZ, L. Patología vegetal. Medellín - Colombia: Lealon. 1994. 156 p.

PUMALPA, J. Identificación de problemas fitopatológicos del cultivo del ajo (*Allium sativum* L.) su distribución e incidencia en el departamento de Nariño. 1983. 87 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo), Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

SAÑUDO, B. CASTILLO. G. Papel de los microorganismos en el control biológico de plagas. Universidad de Nariño. 1994. 120 p.

SAÑUDO, B. et al., Fundamentos de Micología Agrícola. Editorial Universitaria. Universidad de Nariño, Pasto. 2001. 201 p.

SMITH, I. M. et al. European handbook of plant diseases. Oxford. Blackwell Scientific Publications. 1988. 583 p.

STEELL, R y TORRIE, J. Bioestadística, principios y procedimientos. México : Mac Graw – Hill. Segunda edición. p. 226-229.

WALKER, J. Plant pathology (Mac Graw – Hill publication in the agricultura sciences). New York. Segunda edición. Mac Graw – Hill. 1957. 707 p.

ANEXOS

Anexo A. Análisis de varianza para la variable porcentaje de plantas afectadas con la utilización de dos tipos de ácaros.

| F.V | G.L | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F.C | Pr >F |
|-------------|------------|--------------------------|-------------------------|------------|-----------------|
| Tratamiento | 2 | 3623.38 | 1811.69 | 21.53 ** | 0.0018 |
| Error | 6 | 504.87 | 84.14 | | |
| Total | 8 | 4128.25 | | | |
| C.V (%) | | | 22.33 | | |

** Diferencias significativas ($P < 0.01$)

Anexo B. Análisis de varianza para la variable porcentaje de plantas afectadas con la utilización de cuatro tipos de hongos.

| F.V | G.L | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F.C | Pr >F |
|-------------|------------|--------------------------|-------------------------|------------|-----------------|
| Tratamiento | 6 | 5586.93 | 931.15 | 8.65 ** | 0.0005 |
| Error | 6 | 1506.86 | 107.63 | | |
| Total | 8 | 7093.80 | | | |
| C.V (%) | | | 24.23 | | |

** Diferencias significativas (P < 0.01)

Anexo C. Análisis de varianza para la variable porcentaje de plantas afectadas con la utilización de tres tratamientos.

| F.V | G.L | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F.C | Pr >F |
|-------------|------------|--------------------------|-------------------------|------------|-----------------|
| Tratamiento | 2 | 7143.47 | 2381.15 | 18.22 ** | 0.0006 |
| Error | 6 | 1045.70 | 130.71 | | |
| Total | 8 | 8189.18 | | | |
| C.V (%) | | | 23.05 | | |

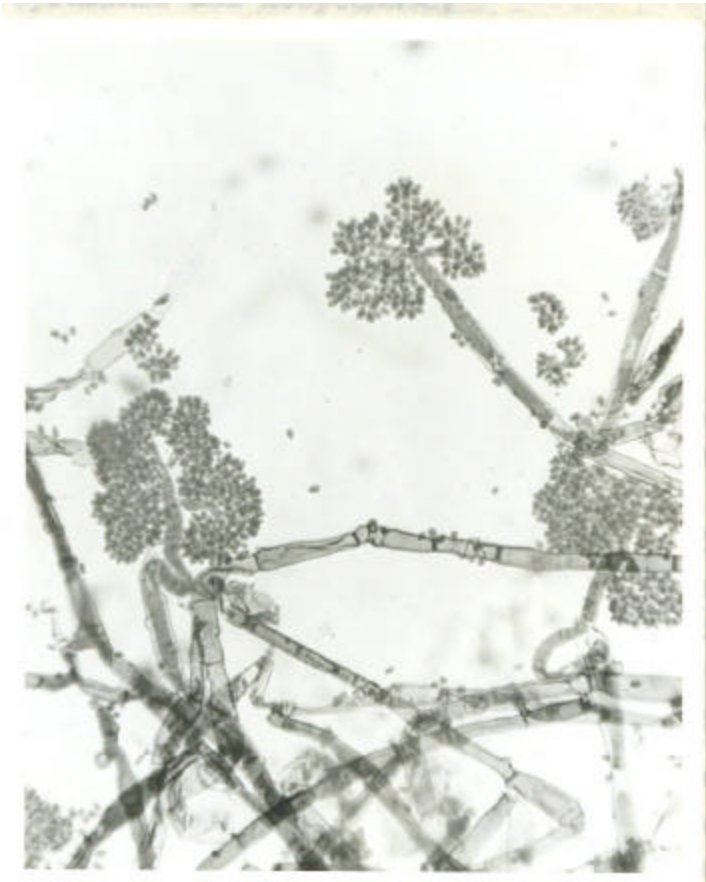
** Diferencias significativas ($P < 0.01$)

Anexo D. Análisis de varianza para la variable reproducción del ácaro *R. echinopus* con la utilización de seis sustratos.

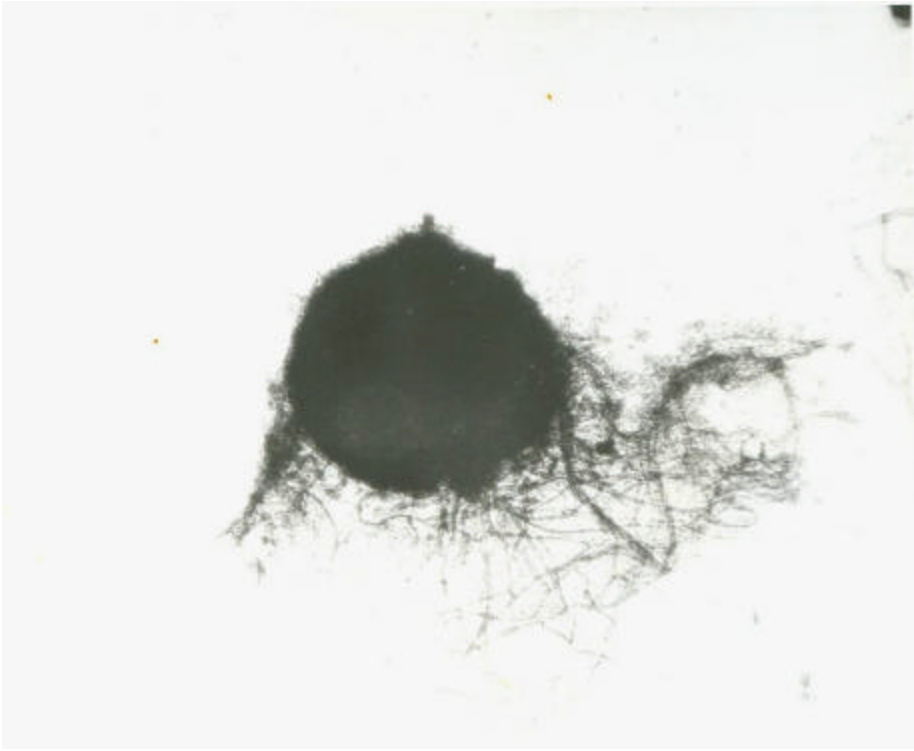
| F.V | G.L | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F.C | Pr >F |
|-------------|------------|--------------------------|-------------------------|------------|-----------------|
| Tratamiento | 2 | 84.96 | 16.99 | 6.57 ** | 0.0036 |
| Error | 6 | 31.03 | 2.58 | | |
| Total | 8 | 115.99 | | | |
| C.V (%) | | | 24.48 | | |

** Diferencias significativas ($P < 0.01$)

Anexo E. Micrografía de *Botrytis sp.* (40 x 10x)



Anexo F. Micrografía de *Phoma* sp. (10 x 10x)



Anexo G. Micrografía de *Gliocladium* sp. (40 x 10x).

