

I

**Enfermedades causadas por microorganismos del suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) en las condiciones de la vereda Monte dentro del municipio Pamplona, como alternativas biológicas de control.**

**Trabajo de Grado – Modalidad Investigación**

**Joe Manuel Torrado Martínez**

**Universidad de Pamplona  
Facultad Ciencias Agrarias  
Programa de Ingeniería Agronómica  
Pamplona Norte de Santander  
2017**

**Enfermedad causada por microorganismos del suelo en el cultivo de arveja en las condiciones de la vereda Monte dentro del municipio Pamplona, como alternativas biológicas de control.**

**Joe Manuel Torrado Martínez**

**1094271880**

**Proyecto de investigación presentado como requisito para optar al título de Ingeniero**

**Agrónomo**

**Director**

**Leónides Castellanos González**

**Ingeniero Agrónomo**

**MSc. Ciencias Agrícolas**

**Ph D. Ciencias Agrícolas**

**TUTOR**

**Leónides Castellanos González**

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

**2017**

**Dedicatoria:**

Primero a Dios por darme vida y salud, por permitirme alcanzar esta meta, por ser mi guía  
y mi fortaleza.

A mis padres Carlos Torrado y Arcilia Martínez, por ser el motor que me impulsa a cumplir  
mis sueños y mis metas, por enseñarme a hacer el bien y andar por el buen camino.

A mi hermana, Xiomara Torrado y a mis primas Lizeth Barranco y Yesenia Barranco Por su  
apoyo.

A mis amigos con los que compartí esta vida estudiantil y los que siempre estuvieron  
conmigo.

**JOE MANUEL TORRADO MARTINEZ**

**Agradecimientos:**

Leónides Castellanos González: Ingeniero agrónomo PhD. Profesor de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Unipamplona

Néstor E. Céspedes: Ingeniero agroambiental. Director de la Granja Agrobiológica Sol Vida, Pamplona. Norte de Santander.

A los Jurados, Oscar Duran y Humberto Giraldo, docentes del Programa de Ingeniería Agronómica la Universidad de Pamplona.

A la Asociación de productores agropecuario en Pamplona (ASPAGRO).

A la Universidad de Pamplona, y a la Facultad de Ciencias Agrarias y el cuerpo de docentes.

Gracias por formar profesionales de cambio

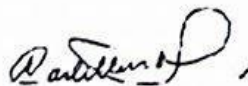
Pamplona, 18 de diciembre del 2017

Señores:  
Comité de Trabajo de grado  
Departamento de Agronomía  
Facultad Ciencias Agrarias  
Universidad de Pamplona  
Presentes

Yo, Leónides Castellanos, de profesión Ingeniero Agrónomo; MSc. Ciencias Agrícolas; Ph D. Ciencias Agrícolas, identificado con Cédula de Extranjería N° 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, se autoriza entregar el documento de tesis ya que se realizaron las correcciones sugeridas por el tribunal de defensa, **Enfermedades causadas por microorganismos del suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) en las condiciones de la vereda Monte dentro del municipio Pamplona, como alternativas biológicas de control de Joe Manuel Torrado Martínez, identificado con Cédula de Identidad N° 1094271880 de Pamplona Norte de Santander.**

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente,



Leónides Castellanos Gonzales

CE 612406

Celular: 3166993265

Email: lclcastell@gmail.com, leonides.castellanos@unipamplon.edu.co

## Tabla de Contenido

<b>Contenido</b>	
Capítulo 1 .....	8
Introducción .....	8
1. Planteamiento del Problema.....	13
1. Justificación .....	16
3. Objetivos .....	18
3.1 Objetivo General .....	18
3.2 Objetivos Específicos.....	18
3. Delimitación .....	19
3.1 Alcance académico y/o investigativo .....	19
Capítulo 2 .....	21
4. Antecedentes .....	21
5. Marco contextual .....	25
5.1 Departamento Norte de Santander .....	25
5.2 La Provincia de Pamplona .....	26
6. Marco teórico.....	28
6.1 Origen de la arveja .....	28
6.2 Clasificación Botánica.....	28
6.3 Importancia .....	29
6.4 Generalidades de la arveja.....	29
6.4.1 Descripción Botánica.....	30
6.4.2 Composición Química.....	32
6.4.3.1. Factores climáticos.....	32
6.4.4. Manejo Agronómico.....	35
6.4.6. Plagas y Enfermedades.....	38
6.4.6.1 Plagas.....	38
6.4.7. Enfermedades .....	39
7. Marco legal.....	51
7.1 Reglamento Estudiantil, Universidad de Pamplona. ACUERDO No.186 .....	51
7.2 ARTÍCULO 35 .....	51

	V
7.3 ARTÍCULO 36 .....	51
7.4 RESOLUCIÓN No. 3002 del 2005 .....	52
7.5 RESOLUCIÓN 000698 DE 2011(febrero 4) .....	52
7.6 RESOLUCIÓN 4754 DE 2011 .....	52
Capítulo 3 .....	53
8. Metodología .....	53
8.1. Cuantificación de los niveles de las enfermedades radiculares del cultivo de arveja en las condiciones de la vereda Monte dentro en el municipio de Pamplona.....	54
8.1.2. Aislamiento e identificación de patógenos .....	54
8.1.3. Muestreo para determinación de incidencia. ....	55
8.2 Determinación de la eficacia de diferentes biopreparado producidos por ASPAGRO en el control de las enfermedades radiculares del cultivo de la arveja con prácticas orgánicas de manejo .....	56
8.2.1. Experimento para el control del Complejo <i>Ascochyta</i> spp.....	58
8.2.2. Experimento para el control de la marchitez por <i>Fusarium</i> spp .....	60
Capítulo 4 .....	63
9. Resultados y Análisis .....	63
9.1. Cuantificación de los niveles de las enfermedades radiculares del cultivo de arveja en las condiciones de la vereda Monte dentro en el municipio de Pamplona.....	63
9.2. Determinación de la eficacia de diferentes biopreparados producidos por ASPAGRO en el control de las enfermedades radiculares del cultivo de la arveja con prácticas orgánicas de manejo ..	68
10. Conclusiones .....	78
11. Recomendaciones .....	79
12. Bibliografía .....	80
Anexo .....	86

## Listado de Figuras

Figura 1. Delimitación de los dos lotes de arveja en la finca la cruz.....	19
Figura 2. Localización del departamento Norte de Santander.....	25
Figura 3. Localización de Pamplona Norte de Santander.....	26
Figura 4. . Síntoma de <i>Fusarium</i> sp a); síntomas de <i>Fusarium</i> sp en el tallo b); Conidióforo y conidios de <i>Fusarium</i> sp c); macroconidios de <i>Fusarium</i> sp. d).....	63
Figura 5. . Síntoma de <i>Ascochyta</i> spp. a); síntomas de <i>Ascochyta</i> spp. En hoja b); picnidio de <i>Ascochyta</i> spp. c); conidio de <i>Ascochyta</i> spp. d).....	64
Figura 6. Dinámica de la incidencia del Complejo <i>Ascochyta</i> spp.en el experimento para el control de esta enfermedad en el cultivo de arveja .....	68
Figura 7. . Componentes del rendimiento en los diferentes tratamientos en el experimento de biopreparados contra del complejo <i>Ascochyta</i> spp.....	71
Figura 8. . Rendimiento en los diferentes tratamientos en el experimento de biopreparado contra del complejo <i>Ascochyta</i> spp. y porcentaje que representa respecto al químico. ....	72
Figura 9. Dinámica de la incidencia de la marchitez por <i>Fusarium</i> spp. en el experimento para el control de esta enfermedad en el cultivo de arveja.....	73
Figura 10. Componentes del rendimiento en los diferentes tratamientos en el experimento de biopreparado contra <i>Fusarium</i> spp.....	75
Figura 11. Rendimiento en los diferentes tratamientos en el experimento de biopreparado contra <i>Fusarium</i> spp. y porcentaje que representa respecto al químico.....	76



**Listado de Tablas**

Tabla 1. Cuadro Composición química .....	32
Tabla 2. Concentracion de los biopreparados.....	57
Tabla 3. . Dosis de aplicación y solución final .....	57
Tabla 4. Incidencia de enfermedades por fincas y vereda .....	65
Tabla 5. Incidencia de enfermedades por variedades de arveja y a nivel de vereda .....	66
Tabla 6. . Incidencia y ABCPE del complejo <i>Ascochyta</i> spp. en los tratamientos del experimento para el control de esta enfermedad en el cultivo de arveja.....	69
Tabla 7. Incidencia y ABCPE de la marchitez por <i>Fusarium</i> spp en los tratamientos del experimento para el control de esta enfermedad en el cultivo de arveja.....	74



## Resumen

En la presente investigación tuvo como objetivo general de evaluar las enfermedades causadas por microorganismos del suelo del cultivo de arveja en las condiciones de la vereda Monte dentro en el municipio de Pamplona – Norte de Santander. La investigación se desarrolló en los cultivos de arveja de la finca la Cruz de esta vereda y los laboratorios de microbiología y del Centro de Investigación de Sanidad Vegetal e Bioinsumos (CISVEB) de la Universidad de Pamplona en el periodo comprendido de marzo a diciembre de 2017. La toma de datos se realizó en diez fincas de la Vereda Monte dentro con altura 2520 y 2530 msnm. Se condujeron dos experimentos uno para el control de *Fusarium* spp. y otro para el del complejo *Ascochyta* spp. Se evaluaron seis tratamientos: dos biopreparado, MM y Caldo Rizófora, solos y combinados, *Trichoderma* y benomyl comparándolo con un testigo. Se empleó un diseño bloques al azar. El tamaño de cada parcela experimental fue de 20m<sup>2</sup>. La distancia entre plantas fue de 2 cm y entre surcos de 1m. Las enfermedades más importantes fueron la marchitez por *Fusarium* spp. y el complejo *Ascochyta* spp. que aunque presentaron diferencias estadísticas entre las fincas alcanzaron una incidencia superior al 30 % a nivel de vereda. La incidencia de la marchitez por *Fusarium* spp. no difirió entre las variedades, sin embargo, la variedad Santa Isabel presentó mayor incidencia por *Ascochyta* spp. que Rabo Gallo. El biopreparado Caldo Rizósfera de y *Trichoderma* logran reducir la incidencia y el ABCPE del complejo *Ascochyta* spp. en arveja de forma similar al control químico, manteniendo los niveles de rendimiento. El biopreparado Caldo Rizósfera y *Trichoderma* logran reducir la incidencia y el ABCPE de la marchitez por *Fusarium* spp. en arveja de forma similar al control químico, aunque se reducen ligeramente los rendimientos.

## Capítulo 1.

### Introducción

La arveja (*Pisum sativum* L.). Es una especie vegetal que ha sido utilizada desde épocas remotas para la alimentación humana y animal, es una planta herbácea de la familia de las leguminosas. Es un alimento muy apetecido dentro de los consumidores ya que tiene mucho aportes nutricionales y beneficios para la salud. (Pabón y Zapata, 2012).

De acuerdo a las condiciones agro-ecológicas y edáficas de esta zona, este cultivo puede representar un verdadero potencial en producción y calidad del producto, pero existe un desconocimiento por parte del agricultor en muchos factores relacionados con la producción como las variedades, ya que desconoce su procedencia, su adaptabilidad, el ciclo vegetativo, resistencia a enfermedades, y sus rendimientos; es por esta razón que los agricultores se ven obligados a realizar aplicaciones excesivas de pesticidas para de esta manera contrarrestar el daño ocasionado a cultivo, sin tomar en cuenta el deterioro que están haciendo en la textura y estructura del suelo, reduciendo las poblaciones de insectos tanto benéficos como dañinos, además provocando daño en la salud de las personas. Debido al uso irracional de los fertilizantes químicos y plaguicidas en general que han provocado un incremento en la contaminación del ambiente, se han abierto nuevas perspectivas en el empleo de productos biológicos para el manejo integrado de la agricultura, sobre todo en la protección de cultivos como fertilizantes que no afecten al medio ambiente. Se han iniciado investigaciones para encontrar métodos eficaces de fertilización, que a la vez reduzcan el costo de producción mejorando la fertilidad del suelo. Afortunadamente en el caso de las leguminosas se han logrado cumplir estos anhelos utilizando *Rhizobium* y Micorrizas, agentes bióticos que son capaces de establecer simbiosis en la planta aportando fuentes asimilables de nitrógeno y

fosforo. Esta investigación fue enfocada a reducir el uso indiscriminado de pesticidas y fertilizantes químicos en general, gracias a la utilización de microorganismos como es el caso de MM, Caldo Rizófora y *Trichoderma*, para de esta manera crear nuevas alternativas a los agricultores en la utilización de estos biofertilizantes y así alcanzan un producto sano que no produzca contaminación al ambiente. Los biofertilizantes son productos que promueven el desarrollo de los cultivos por que activan e intensifican los procesos fisiológicos, así como también ayudan a la mejor asimilación de nutrientes en la planta (Cáceres & Gelves, 2013).

El cultivo de arveja tiene una gran importancia económica, su siembra intensiva es fuente de trabajo y sustento para muchas familias, pues requiere una cantidad importante de mano de obra en. Colombia se estima que de este cultivo dependen más de 26.000 productores, generando alrededor de 2,3 millones de jornales y unos 15.000 empleos directos (Pabón y Zapata, 2012).

La arveja es considerada como uno de los productos básicos de la economía campesina de pequeños y medianos productores, ubicados especialmente en la zona andina. Su producción es muy sencilla y además muy provechosa (tan solo con 1 kilo de semilla sembrada se puede recoger 125 kilos de arveja fresca en vaina). La semilla es el principal aprovechamiento de este grupo de leguminosas, las cuales son cultivadas como alimento, forraje, en verde o heno, y juegan un papel importante como abono verde, enterrado al final de la cosecha para mejorar la fertilidad de los suelos. En Colombia la arveja es la leguminosa que ocupa el segundo lugar en orden de importancia después del fríjol, por el área cultivada y por ser fuente de proteína, (22% y 25%), constituyéndose en un alimento básico de la canasta familiar (Cáceres & Gelves, 2013).

La producción de arveja ocupa un lugar muy importante en la vereda Monteadentro, del municipio de Pamplona, ya que gran parte de sus habitantes tiene dedicada sus tierras a

la producción de este rubro el cual hace un aporte económico fundamental para la subsistencia de estos agricultores y el desarrollo económico y agrícola de la provincia de Pamplona. En esta vereda el cultivo de la arveja se constituye como una oportunidad para el desarrollo de la economía local, para la generación de empleos y el aumento en los ingresos para los dedicados a la explotación de este cultivo. La vereda cuenta con condiciones climáticas optimas (entre los 10 y 17°C), de suelo (la mayoría de los cuales contienen fosforo o potasio por lo tanto es innecesario el uso de químicos que contengan estos elementos lo que repercute en menores costos de producción) y además de buena disponibilidad de la mano de obra (la mayoría de los habitantes tiene entre 20 y 45 años, aunque no estén capacitados en cuanto al proceso precosecha, solo producción artesanal) que de alguna manera ha influido en el reconocimiento de la producción de dicho cultivo a nivel regional (Cáceres & Gelves,2013).

Los principales agentes causales de las enfermedades en el cultivo de arveja son hongos, virus y bacterias respectivamente, para las cuales la incidencia de las condiciones climáticas y de la predisposición genética de la variedad son fundamentales. Los fuertes regímenes de lluvias y alto porcentaje de humedad durante el estado de la plántula y durante el periodo de floración y formación de vaina, favorecen la inoculación e infección de diferentes patógenos, los cuales pueden afectar el establecimiento del cultivo, disminuir el rendimiento, dañar la calidad y presentación comercial de la semilla. En términos generales las enfermedades de la arveja no se han constituido hasta ahora en una limitante para el cultivo, normalmente las plantas pueden escapar al ataque de estos patógenos si no se producen condiciones favorables después de la siembra. Dentro de las enfermedades que atacan al cultivo tenemos las que lo hacen principalmente en el área foliar y afectan directamente el rendimiento del cultivo, para las cuales el único método de control se hace en forma química, generando un gran impacto ambiental, y con el uso repetitivo de moléculas y modos de acción

se les está confiriendo una resistencia a los patógenos causales de las enfermedades y por lo tanto se están aumentando los costos de producción debido al alto uso de estos productos químicos. La utilización de biopreparado dentro de los planes de manejo para las enfermedades ha generado muy buenos resultados, reduciendo el impacto ambiental, disminuyendo la residualidad en los productos y bajando los costos de producción (Guerrero, 1986).

El cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) tiene una gran importancia económica, su siembra intensiva es fuente de trabajo y sustento para muchas familias, pues requiere una cantidad importante de mano de obra, debido al número de labores culturales que se deben realizar para su producción. En Colombia se estima que de este cultivo dependen más de 26.000 productores, generando alrededor de 2,3 millones de jornales y unos 15.000 empleos directos (FENALCE, 2010); la mayor producción se concentra en los departamentos de Cundinamarca, Huila, Boyacá y Nariño, en donde en el año 2010 se produjeron el 23,4%, 19,2%, 18,4 y 18,4% del total nacional, respectivamente (Agronet, 2012).

En los últimos años, los rendimientos de este cultivo, se han visto afectados por la Pudrición de raíces causada por *Fusarium oxysporum*, un patógeno cuyo hábitat es el suelo, capaz de atacar plantas de arveja en cualquier estado de desarrollo; el hongo puede infectar las semillas, en cuyo caso se observan lesiones de color café-rojizo que cubren todo el grano o también puede presentarse durante los estados de pre y post emergencia, invadiendo las raíces sanas y gradualmente colonizando el tejido vascular; en general el daño se localiza en el xilema, lo que afecta la translocación de agua (Gutiérrez & Zapata, 2011),

Las plantas de arveja atacadas por el hongo y que logran emerger, inicialmente muestran lesiones necróticas de color café claro con bordes rojizos; cuando la lesión es severa, se observa en el interior del tallo masas miceliales de color amarillo-rosado o café; las plantas

presentan amarillamiento de las hojas inferiores, se marchitan y finalmente mueren (Cuca, 2008); el mayor problema es la capacidad del hongo de sobrevivir en los residuos vegetales y en el suelo a través de clamidosporas, hasta por 20 años (Estupiñán & Ossa, 2007), ocasionando pérdidas económicas a los agricultores del 50 al 100% si no se toman medidas preventivas (Tamayo, 2000; Buitrago et al., 2006) como usar semilla certificada, variedades resistentes, evitar heridas en las raíces durante las prácticas culturales, eliminar plantas enfermas con el fin de reducir el inóculo del hongo y rotar con cultivos no hospedantes del patógeno, como la lechuga y la acelga. Estas prácticas contribuyen a mantener la sanidad del cultivo y permiten un manejo más eficiente del hongo (González, 2006; Watson et al., 2009; Sideman, 2010).



## **1. Planteamiento del Problema.**

En el municipio de Pamplona se producen diversidad de cultivos, donde predominan las hortalizas. De los 58299 habitantes económicamente activos, el 41% se dedican a la agricultura. La producción agrícola representativa del municipio se compone de: algunas frutas., que se destinan para la exportación; mientras que, para el consumo local, se produce fresa, ajo, trigo, morón, maíz, fríjol, arveja, zanahoria, papa. Sin embargo, los sistemas productivos se ven afectados por un complejo de plagas y enfermedades de importancia económica; dentro de estos destaca los hongos del suelo. Dentro de las principales limitantes para la producción del cultivo de arveja en la vereda Monte dentro, encontramos diferentes daños radiculares ocasionados por plagas y enfermedades.

La creciente atención prestada a los aspectos de la horticultura relacionados con la vida de las verduras en etapas posteriores a la precosecha deriva de la constatación de que los malos manejos pueden acarrear pérdidas cuantiosas de productos cuya obtención ha requerido importantes inversiones de capital, maquinaria y mano de obra.

Otros problemas que se acarrear en la vereda Monte dentro es el momento de la compra de la semilla de arveja por medio de los productores ya que no compran semillas certificadas si no semillas introducidas e ilegal de cierta manera ya que vienen desde Venezuela siendo así un gran problema, por un lado esas semillas no tienen registro ICA, (ICA, 2015) Alderman, Arbustiva, Ica tomine y Santa Isabel, son semillas certificadas aquí en Colombia. Estas semillas que no son certificadas son una gran problemática ya que pueden traer problemas fitosanitarios, aumentado así el riesgo de infestación en nuestro país. Estas semillas son compradas en plaza de mercado y en algunas casas comerciales del municipio de Pamplona. Desde el momento de la siembra pueda que estas semillas lleven ciertos patógenos

que más adelante se verán reflejados en el cultivo y en el rendimiento de la producción de este cultivo.

El cultivo de arveja reviste cada día mayor importancia en muchas regiones de clima frío por su influencia en el mejoramiento del suelo, en la calidad de la dieta alimenticia de los campesinos y por ser una fuente económica para el agricultor. Estos aspectos permiten utilizar dicha planta en la rotación de cultivos de interés regional como zanahoria y papa, no obstante, en la actualidad el manejo precosecha de la arveja verde en el departamento se haya en un nivel bajo puesto a que no se cuenta con una asistencia técnica, y los productores no le dan el mejor manejo al cultivo pues ellos utilizan productos químicos sin supervisión de ninguna entidad causando así un desbalance en la salud humana por dichos residuos que son tóxicos .Por ende se busca una alternativa de usos de productos biológicos para reducir estos problemas que se acarrearán en Pamplona Norte de Santander (Cáceres & Gelves, 2013).

El cultivo de arveja es afectado por numerosos problemas fitosanitarios en las etapas de desarrollo y producción, La arveja es muy sensible a tres especies de hongos que pertenecen al género *Ascochyta* (*Ascochyta pisi*, *Ascochyta pinodes* y *Ascochyta pinodella*) llegando a ser la enfermedad más sobresaliente en el cultivo, por lo que es necesario establecer un manejo técnico adecuado, también es afectado por pudriciones radiculares: causadas por un complejo de hongos del suelo, adentro de los cuales se incluyen; *Fusarium* sp., *Rhizoctonia*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Pythium* sp y *Ascochyta* spp. (Valencia, Timaná & Checa, 2012).

Estas enfermedades se observan a la distancia en las elevaciones de las veredas de Pamplona en formas de manchones amarillos o focos necrosados por el marchitamiento y la vejez prematura de las plantas. Estas ocasionan afectaciones en el cuello y raíces de la planta,

las cuales se necrosan y pudren, lo que finalmente determina que la planta amarillez y marchitez general con mermas en los rendimientos.

## 1. Justificación

Uno de los problemas que afecta la producción del cultivo de arveja en la vereda Monte dentro es la presencia de los distintos agentes patógenos que causan enfermedades fungosas, los cuales disminuyen el rendimiento de la producción del cultivo, este cultivo es de gran importancia el municipio de Pamplona y la vereda Monte dentro, ya que en esta vereda la mayoría de sus habitantes ocupa sus tierras en este rubro. La Alta utilización de químico y la poca utilización de productos biológicos son aspectos que representan una problemática para el cultivo en la vereda, en algunas visitas que se realizó se ha notado la incidencia de distintas enfermedades en las raíces, que se observan en las diferentes muestras que se recolectó de los distintos lotes.

La reducción de productos químicos o la implementación de sistemas de producción orgánica beneficiaría la salud humana y la sostenibilidad del planeta a largo plazo.

Pamplona posee zonas que por su ubicación y características edafoclimáticas le confieren potencialidades para la producción de varias especies hortícolas. Esta potencialidad está reflejada por la diferencia que existe entre el rendimiento biológico y el potencial, por lo que la calidad podría mejorarse sustancialmente, si se mejoran las condiciones en precosecha. El área total cosechada de arveja fue de 466,00 y 480,00 hectáreas, año 2012 y 2013 respectivamente y el volumen total de producción fue de 1.000,47 y 841.08 toneladas, año 2012 y 2013 respectivamente.

Muchos de los cambios que se han observado en el medio ambiente son de largo plazo y lentos.

La agricultura orgánica toma en cuenta los efectos a mediano y a largo plazo de las intervenciones agrícolas en el agroecosistema. Se propone producir alimentos a la vez que se establece un equilibrio ecológico para proteger la fertilidad del suelo o evitar problemas de

plagas. La agricultura orgánica asume un planteamiento activo en vez de afrontar los problemas conforme se presenten.

La utilización incorrecta de los plaguicidas, debida principalmente a la sobredosificación y la aplicación inadecuada por parte de los agricultores, entre otros factores, puede ocasionar la presencia de residuos de plaguicidas en las frutas y las hortalizas. Ello origina riesgos para la salud humana y también afecta la comercialización en diferentes mercados mundiales.

A partir del presente proyecto se buscara identificar cuáles son los principales agentes patógenos causales de las distintas enfermedades radiculares en el cultivo de arveja, en Pamplona Norte de Santander, y con la evaluación de diferentes tratamientos biológicos y químicos poder establecer una alternativa para el control de estas enfermedades sin el uso de productos químicos, y de esta manera contribuir a mitigar el impacto ambiental y reducir los altos grados de residualidad en la producción, ya que se disminuirá el uso de producto químicos, y de esta manera los costos de producción serán menores, lo que favorecerá a los productores de esta vereda.

### **3. Objetivos**

#### **3.1 Objetivo General**

Evaluar las enfermedades causadas por microorganismos del suelo el cultivo de arveja en las condiciones de la vereda Monteadentro en el municipio de Pamplona – Norte de Santander.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Cuantificar los niveles de las enfermedades radiculares del cultivo de arveja en las condiciones de la vereda Monteadentro en el municipio de Pamplona.
- Determinar la eficacia de diferentes biopreparados producidos por ASPAGRO en el control de las enfermedades radiculares del cultivo de la arveja con prácticas orgánicas de manejo

### 3. Delimitación

La investigación se ejecutó en la época de alta precipitación, a mediados del primer trimestre anual, en la Universidad de Pamplona (CISVEB), cultivo de arveja en la Vereda Monte dentro con el objetivo de evaluar la eficacia de diferentes biopreparado producidos por ASPAGRO en el control de las enfermedades radiculares del cultivo de la arveja con prácticas orgánicas de manejo.



Figura 1. delimitación de los dos lotes de arveja en la finca la cruz

#### 3.1 Alcance académico y/o investigativo

Con el desarrollo del presente trabajo de investigación se buscó proporcionar al productor técnicas y herramientas para facilitar labores en el control de enfermedades fungosas con productos menos agresivos al medio ambiente, así como la integración de prácticas agronómicas que permitan aumentar la productividad del cultivo. También se ofrece al estudiante o investigador metodologías sencillas y aplicables en corto tiempo para fomentar

la investigación de aula y proyectos pequeños que permitan la integración y utilización de otras disciplinas que generen resultados veraces y útiles al sector productivo de la región.



## Capítulo 2

### 4. Antecedentes

La rizósfera de plantas sanas y de una cepa comercial, para este estudio se utilizó un diseño irrestrictamente al azar con 21 tratamientos (cepas), donde se evaluaron la altura de planta, longitud de raíces, materia seca de raíces y porcentaje de incidencia. En campo se usó un diseño de bloques al azar, para evaluar componentes de rendimiento, altura de la planta y longitud de raíz con las mejores cepas. Los resultados más significativos fueron las cepas C14 y C21 ya La producción de cultivo de arveja ocupa un lugar muy importante en la vereda Monteadentro, del municipio de Pamplona, ya que gran parte de sus habitantes tiene dedicada sus tierras a la producción de este cultivo. El aporte económico de este cultivo es primordial para su subsistencia y para el desarrollo económico y agrícola de la Provincia de Pamplona, cabe resaltar la importancia de la producción del cultivo de arveja en la vereda de Monteadentro, ya que aporta para el desarrollo de la economía local, la generación de empleo e ingresos. La vereda Monteadentro cuenta con condiciones climáticas óptimas para el cultivo de arveja, del suelo, la mayoría de los suelos de la vereda contienen fosforo o potasio por lo tanto es innecesario el uso de químicos que contengan estos elementos lo que ayuda reducir costos de producción) (Cáceres & Gelves, 2013).

El trabajo se realizó con en el objetivo de estudiar sobre las causas del amarillamiento de arveja (*Pisum sativum* L) causado por (*Fusarium* sp.), ya que es una de la enfermedad más limitante del cultivo de arveja. Este estudio se desarrolló en el laboratorio de fitopatología, invernadero y granja experimental Botana de la Universidad de Nariño; el objetivo fue evaluar la capacidad antagónica del hongo *Trichoderma* sobre *Fusarium* sp., se realizó a partir de

tejido enfermo; las cepas de *Trichoderma* se obtuvieron de que tienen capacidad antagónica consistente y pueden usarse en el manejo del hongo *Fusarium* sp. en arveja (Eraso, Acosta, Salazar & Betancourth, 2014)

En cultivos de arveja en la granja Tesorito de la Universidad de Caldas, se colectaron algunas plantas con síntomas de pudrición en raíces, con presencia de lesiones de color marrón en la zona de unión de la semilla con la radícula, clorosis, amarillamiento y quemazón en las hojas bajas, decoloración en la base del tallo, pudrición y sistema radical escaso. Esto se realizó con el fin de determinar el agente causal de la enfermedad, para esto se sembraron trozos de tejido afectado en papa-dextrosa-agar. Posteriormente, se realizaron pruebas de patogenicidad en plántulas y semillas de arveja de la variedad Santa Isabel. Se identificó a *Fusarium* sp. como agente causante de la enfermedad, encontrándose mayores similitudes con la especie *F. oxysporum*. como resultados final las pruebas de patogenicidad permitieron obtener una incidencia de la enfermedad del 90%, cuando la inoculación del hongo se hizo a través de heridas a las raíces, y del 73%, inoculándolo directamente a las semillas. (Gutiérrez & Zapata, 2011)

El objetivo de este estudio fue identificar los hongos y bacterias presentes en granos de arveja, variedad Santa Isabel, procedentes de vainas, almacén agrícola y plaza de mercado. Se sembraron cinco granos por caja Petri. Se empleó un diseño completamente al azar con cinco cajas y cinco réplicas, para un total 125 granos por fuente. Los granos se incubaron a 20-25°C durante 8 días y se realizaron observaciones cada 24 horas durante 30 días. Como resultados la arveja procedente de vaina y la certificada, presentaron los porcentajes más altos de germinación e incidencias bajas de microorganismos; en cuanto a la de plaza de mercado fue la que tuvo la germinación más baja y la más alta incidencia de hongos y bacterias; siendo

*Aspergillus* con una incidencia del 56%, seguido de *Rhizopus* sp. 13%, *Penicillium* sp., 10%, *Fusarium* sp. 9%. (Villalobos & Zapata, 2012).

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar diferentes alternativas de control fitosanitario, en tres variedades de arveja (*Pisum sativum* L) con el uso de biofertilizantes (*Rhizobium* y micorrizas), silicio y pesticidas La investigación se realizó en la provincia de carchi, cantón bolívar. El diseño de estudio de las parcelas fue de bloques completamente al azar con veinticuatro tratamientos y tres repeticiones. De los resultados obtenidos se concluyó que las variedades y las alternativas de control influyeron en la sanidad y producción del cultivo de arveja: el mejor rendimiento se obtuvo con la variedad quantum y la alternativa a7 (control químico 50 % + *Rhizobium* + micorrizas) (t7), tratamiento que produjo 13,77 ton/ha t/ha y 11,16 ton/ha t/ha en rendimiento cosecha y grano respectivamente. (Gabriel y Javier 2011)

En los últimos años, el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) se ha visto afectado por la Pudrición de raíces causada por el hongo *Fusarium* spp, El objetivo de este estudio es evaluar la eficacia de productos como benomil (Benlate® 50 WP), la mezcla de *Trichoderma harzianum* + *T. lignorum* + *T. viridae* + *T. koningii* (Trichoplant® WP) y mucílago de café, en el manejo de *Fusarium oxysporum*, se realizó un ensayo en un campo infestado naturalmente por el patógeno. Se empleó un diseño de bloques completos al azar, con ocho tratamientos y tres repeticiones, con 20 plantas útiles por repetición. Las variables evaluadas fueron: incidencia de la enfermedad, periodo de incubación del hongo y altura de plantas. Los resultados demostraron la efectividad de benomil, con una incidencia promedio de 11%, un periodo de incubación de 23 días y altura promedio de plantas de 36 cm, en comparación con

el testigo, lo que demuestra la eficacia de este fungicida para el manejo de la enfermedad (Villalobos & Zapata 2012).

## 5. Marco contextual

### 5.1 Departamento Norte de Santander

El Departamento Norte de Santander está ubicado en la zona nororiental del país sobre la frontera con Venezuela. Hace parte de la región Andina. Tiene 40 municipios agrupados en 6 subregiones, 2 Provincias y un Área Metropolitana y su capital es la ciudad de Cúcuta.

Tiene una superficie de 21.648 km<sup>2</sup> con una densidad de 66.8 hab/km. Limita al norte y al este con Venezuela, al sur con los departamentos de Boyacá y Santander, y al oeste con Santander y Cesar.



Figura 2. Localización del departamento Norte de Santander

*Nota: consultado en Alcaldía de Pamplona en agosto 2017. Disponible en <https://goo.gl/C1mnoj>*

## 5.2 La Provincia de Pamplona

La provincia de Pamplona la conforman los municipios de Chitagá, Cacota, Silos, Mutíscua, Pamplonita y Pamplona, siendo una región netamente agropecuaria y con predominio de lo rural sobre lo urbano, con poco desarrollo agroindustrial (Peñaranda, 2012)



Figura 3. Localización de Pamplona Norte de Santander

*Nota: consultado en Alcaldía de Pamplona en agosto 2017. Disponible en <https://goo.gl/C1mnoj>*

La Vereda Monte dentro limita al *Norte*: el Casco urbano con los predios de los señores Rosalba Parada y Sara Portilla, al *Sur*: la Vereda García por la divisoria de áreas de los señores; Jesús Leal, Antonio Cagua, Orlando Castro, Julio Flórez, con el Municipio de Cacota: predios de los señores Julio Flórez, Edmundo Cagua y Celiano Jaimes. Al *Oriente* con la Vereda El Totumo por divisorias (El Volcán Y Monte dentro), predios de los señores Hernando Jaimes, Sara Portilla, Víctor Portilla y Guillermo Portilla. Al Occidente: La Vereda Fontibon por el camino

real de la Corcova, predios de los señores: Celiano Jaimes, Misael Sandoval, Vereda Escorial, Miguel Mogollón, Francisco Jordán y Hernando Jaimes (Pamplona, P.B.O.T, 2015)

Según Censo Rural (2001) informa que en esta vereda existen 82 viviendas las cuales 45,1 son propias y los 54,9 restantes son en arriendo. Una de las mayores actividades que se desarrollan en la Vereda Monteadentro es la agricultura, donde el total de hectáreas cultivadas está en un promedio de 76,60 Ha, dentro de las cuales están el cultivo de la fresa (*Fragaria L.*) con 18 ha, arveja (*Pisum sativum L.*) con 10 Ha, Zanahoria (*Daucus carota L.*) con 6 Ha y papa criolla (*Solanum phureja- Juz et. Buk*) con 42,6 Ha Cultivadas.

## 6. Marco teórico

### 6.1 Origen de la arveja

Es desconocido el origen exacto de esta planta alimentaria, pero se cree que fue en Asia central, Asia menor, la cuenca del Mediterráneo o Etiopía. De alguno de estos lugares, o quizá de todos ellos, se fue difundiendo su cultivo a todos los países de la zona templada y a las regiones altas de los países ubicados en la zona tropical. El cultivo de la arveja es una de las cosechas alimenticias más tempranas. Su cultivo trajo estabilidad a las tribus que antes eran nómadas, y fue posible que los viajeros y exploradores trajeran las arvejas a los países mediterráneos, como también al Extremo Oriente. Actualmente, existe más de un millar de variedades de arvejas, tanto verdes como amarillas. Canadá, EE.UU., Europa, China, India, Rusia y Australia van a la cabeza de la producción de arvejas en el mundo. (Caizaguano & Janneth, 2016).

### 6.2 Clasificación Botánica.

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Rosidae

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae (Leguminosae)

Género: *Pisum*

Especie: *sativum*

Nombre científico: *Pisum sativum* L.

Sistema de clasificación APG III (2009) arveja *Pisum sativum* L.



### **6.3 Importancia**

El cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) en Colombia ha sido por varios años el regulador de la economía de pequeños y medianos productores de zonas andinas y su producción se concentra en Cundinamarca, Boyacá, Nariño y Tolima (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2012). La arveja se cultiva en minifundios localizados principalmente en zonas de ladera, con temperaturas promedio entre 12 y 18 °C (Nutrimon, 2007). Esta leguminosa se adapta a una gran variedad de suelos como los francos arenosos e incluso los francos arcillosos, siempre y cuando éstos presenten un buen drenaje (Cáceres & Gelves, 2013).

La importancia de la arveja radica fundamentalmente en los múltiples usos y fines: grano fresco en vaina, enlatado, congelado, grano seco entero o partido; harina de arveja, remojado, abono verde, etc. Constituye una excelente cabecera de rotación porque mejora la estructura del suelo, incorporando gran cantidad de nitrógeno atmosférico al suelo en simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*. También se le utiliza como forraje para consumo directo y después de la trilla para ensilado (a veces junto con avena) en fardos. Los residuos pajosos de la trilla pueden ser usados en la alimentación del ganado y para otros fines agrícolas e industriales (Subía, 2001)

### **6.4 Generalidades de la arveja**

La planta de arveja presenta raíces pivotantes y también raíces laterales que se ramifican. Esta tiene la capacidad de profundización de su sistema radicular no resulta tan acentuada como las de otras leguminosas, por lo que esta planta requiere bastante agua (Caizaguano, (2016) manifiestan que los tallos son angulosos de sección y parte variable. La

ramificación puede adoptar diversas formas que es interesante determinarlas, porque en cierta forma de ellas depende el rendimiento. En este último aspecto cabe indicar, que existen grupos varietales de arveja: variedades enanas, el tallo puede alcanzar entre 15 y 90 cm. de altura, variedades medio enrame cuyo tallo miden 90-150 cm. y variedades de enrame de tallos con una medida entre 150-300 cm. Se dice que la legumbre contiene de 5 a 12 granos por vaina. Los granos (semilla) de buena calidad pueden germinar entre 5 y 8 días después de la siembra en condiciones normales. En la sierra ecuatoriana la semilla germina dentro de un período de 10 a 18 días dependiendo de la humedad, profundidad de la siembra, sistema de labranza y cultivar. Las semillas pueden presentar una forma globosa o globosa angular y un diámetro de 3 a 5 mm. La testa es delgada, pudiendo ser incolora, verde, gris, café o violeta y la superficie puede ser lisa o rugosa (Núñez, 2013).

#### **6.4.1 Descripción Botánica**

La arveja es considerada como hortaliza o legumbre, herbácea, de hábito rastrero o trepador, cuyas características morfológicas lo hacen distinguible (Chachalo & Elías, 2017).

**Raíces:** La arveja presenta una raíz pivotante con numerosas raíces secundarias y terciarias, en las cuales se establecen los rizobios formando nódulos fijadores de nitrógeno atmosférico (Flores, 2009).

**- Hojas:** Las dos primeras son brácteas trifidas. Las hojas verdaderas son alternas, glaucas o variegadas, paripinnadas; las inferiores bifoliadas, característica que va progresando hacia los ápices de las ramas, donde llegan a presentar seis folíolos ovalados de margen entero o rara vez dentado, que se achican hacia el extremo del raquis, el que termina en un zarcillo simple o ramificado (Chachalo & Elías, 2017).

- **Tallos:** Son de color verde o glauco, son huecos, glabros, delgados en la base y progresivamente más gruesos hacia el ápice, con internudos angulados siguiendo un patrón de zig-zag (Flores, 2009).

**Flores:** Los racimos axilares agrupan 1, 2 o 3 flores, generalmente blancas (Krarup, et al., 1998) pueden variar de color hasta púrpura, consta de 5 sépalos siendo los dos superiores variables tanto en forma como en dimensión (Marcalla, & Patricio, 2011).

- **Frutos:** Son legumbres oblongas y polispermas de forma y color variable según las variedades (Venegas, 2011), alcanzan un tamaño de 4 a 12 cm de largo y 1 a 2 cm de ancho y contienen de 4 a 12 granos por vaina (Casaca, 2005).

- **Inflorescencia:** Es racimosa, con brácteas foliáceas que se inserta por medio un largo pedúnculo en la axila de las hojas (Marcalla, & Patricio, 2011).

- **Semillas:** En cada fruto de cada 4 a 9 casi siempre son esféricas lisas o rugosas, de 3 a 8 milímetros de diámetro, verdes o amarillas según la variedad (Venegas, 2011), y un peso medio de 0,20 gramos por unidad (Cuaical & Elisa, 2014).

- **Cosecha:** Para grano verde y seco se realiza en forma manual. Para grano verde las vainas se cosechan cuando están bien desarrolladas, y para grano seco se inicia cuando las plantas presentan amarillamiento (secamiento de vainas), luego se hace parvas para secar al sol y proceder a la trilla (Peralta, et al., 2013).

## 6.4.2 Composición Química.

Tabla 1. Cuadro Composición química

COMPONENTES	ESTADO	
	Verde %	Seco %
<b>Agua</b>	70 – 75	10 – 12
<b>Proteína</b>	5,0 – 7,0	20 – 23
<b>Carbohidratos</b>	14 – 18	61 – 63
<b>Grasa</b>	0,2 – 0,4	1,5 – 2,0
<b>Fibra</b>	2,0 – 3,0	5,0 – 7,0
<b>Cenizas</b>	0,5 – 1,0	2,5 – 3,0

Fuente: Terranova Enciclopedia Agropecuaria (2001)

## 6.4.3 Requerimientos del cultivo

### 6.4.3.1. Factores climáticos

La planta se comporta muy bien en clima templado y templado-frío, con buena adaptación a períodos de bajas temperaturas durante la germinación y primeros estados de la planta. Esto favorece su enraizamiento y macollaje. Su período crítico a bajas temperaturas 5 o 7°C, por lo general ocurre a partir de la floración de las vainas. En estas condiciones pueden ocurrir daños por heladas de cierta intensidad. El desarrollo vegetativo tiene su óptimo de crecimiento con temperaturas comprendidas entre 16 y 20 °C, estando el mínimo entre 6 y 10 °C y el máximo en más de 35 °C. Si la temperatura es muy elevada la planta se desarrolla bastante mal. Necesita ventilación y luminosidad para que desarrolle bien. En estas condiciones pueden ocurrir daños por heladas de cierta intensidad. En general, las variedades

de grano liso presentan mayor resistencia al frío que las rugosas. También, las de hojas verde oscuro tienen mayor tolerancia que las claras (Caizaguano & Janneth, 2016).

#### **6.4.3.2 Agua**

Se plantea que la arveja es un cultivo que requiere entre 300 a 400 mm de agua, bien distribuidos durante el ciclo de producción. Es muy sensible a la sequía, sobre todo durante el período de crecimiento y floración, de allí que es necesario asegurarse de la disponibilidad de agua para riegos complementarios, en caso de que exista déficit en la pluviosidad y de la selección de suelos con buena capacidad de retención de humedad. En términos generales la mayor superficie de siembra de arveja en el país se localiza en zonas en las cuales la pluviosidad varía de 600 a 1200 mm, en los ciclos climáticos considerados como normales (Núñez, 2013).

#### **6.4.3.3 Factores edafológicos**

La arveja es una especie que requiere suelos de buena estructura, profundos, bien drenados, ricos en nutrientes asimilables y de reacción levemente ácida a neutra. Los mejores resultados se logran en suelos con pH entre 6 – 7.5 y bien drenados, que aseguren una adecuada aireación, y, a su vez, tengan la suficiente capacidad de captación y almacenaje de agua para permitir su normal abastecimiento, en especial durante su fase crítica (período de floración y llenado de vainas). Un drenaje deficiente que favorezca el "encharcamiento", inclusive durante un breve período después de las lluvias o el riego, es determinante para provocar un escaso desarrollo y, en muchos casos, pérdidas por ataque de enfermedades (Prado, 2008).

Informa que la arveja es una planta anual herbácea, tiene la propiedad de asirse a los tutores que encuentran en su crecimiento. Sus tallos son trepadores y anguloso; y de acuerdo al desarrollo vegetativo se clasifican en variedades de crecimiento determinado y de crecimiento indeterminado, dando lugar a tres tipos de variedades: enanas, de medio enrame y de enrame. Las vainas tienen de 5 a 10 cm de largo y suelen tener de 4 a 10 semillas; son de forma y color variable, según la variedad. Las semillas tienen un peso de 0,20 g. por unidad: el poder germinativo es de 3 años como máximo, siendo aconsejable emplear para la siembra las de menos de 2 años desde su recolección. Las variedades de grano arrugado tienen menor poder de germinación. Desde que nacen las plantas hasta que se inicia la floración, cuando las temperaturas son óptimas, suelen transcurrir entre 90 y 140 días, según la variedad (Sánchez, 2004).

Menciona que el cultivo de arveja se desarrolla bien en climas fríos a medios, con temperaturas de entre 15 y 18 °C y alturas entre 1500 y 2800 m.s.n.m. La siembra se la hace directamente colocando de tres a cuatro semillas cada 10 o 15 cm, en hoyos de 4 a 5 cm de profundidad, en surcos separados 40 a 60 cm. Las semillas para la siembra deben ser mejoradas o por lo menos propias de la región, con vainas grandes y sanas que deben desinfectarse previamente. La arveja se puede empezar a recoger de 80 a 120 días después de sembrada, cuando ha terminado su ciclo vegetativo, verde está entre los 50 y 80 días después de la siembra, mientras que seco se encuentra entre los 80 y 120 días, dependiendo del clima y de la variedad sembrada. El grano verde se lo cosecha a mano mientras que la cosecha de grano seco se hace cortando la planta a ras del suelo (Torres 2002),

#### **6.4.4. Manejo Agronómico**

La preparación del suelo depende del cultivo anterior, en suelos que presentan buen drenaje se puede sembrar el cultivo en labranza cero (Cuaical & Elisa, 2014).

**6.4.4.1. Preparación de la semilla.** Un aspecto importante para la preparación de la semilla es la desinfección con productos como vitavax a una dosis de 2gr por cada kg de semilla para lo cual se espolvorea el producto en la semilla utilizando para este procedimiento un recipiente para que haya una mejor adhesión del producto que protege a la semilla contra el ataque de patógenos que se encuentran en el suelo (Marcalla & Patricio, 2011).

**6.4.4.2 Siembra y densidad de siembra.** Cantidad: 120 a 180 kg/ha (enanás). 120 a 140 kg/ha (decumbentes). Distancia entre surcos: 60 cm (enanás) y 80 cm (decumbentes). Distancia entre sitios: 25 a 30 cm. Semillas por sitio: 5 a 8 por golpe (Peralta, 2010).

**6.4.4.3. Fertilización.** El plan de fertilización del cultivo debe hacerse de acuerdo con los resultados del análisis del suelo y las recomendaciones sugeridas por el especialista. La arveja es una planta de ciclo corto, exigente en fósforo y potasio. Para asegurar un vigoroso desarrollo vegetativo, abundante floración, cuajamiento y formación de frutos sanos y robustos, que garanticen buenos rendimientos y calidad superior del producto, el agricultor debe realizar una fertilización oportuna y en dosis suficientes de estos elementos mayores que nutren a las plantas. (Marcalla, & Patricio, 2011).

En cuanto al nitrógeno, la arveja al igual que otras leguminosas, no requiere de mayores cantidades, puesto que la mayor parte de este nutriente lo fija del aire a través de los nódulos que forman en las raíces bajo acción de bacterias nitrificantes que muchas veces se encuentran en estado natural en el sustrato del suelo (Prado, 2008).

La incorporación de materia orgánica en el suelo destinado al cultivo de esta legumbre, es altamente beneficiosa tanto por el aporte de nutrientes como por el mejoramiento de la textura del suelo. Se recomienda mezclar el abono orgánico junto a las labores de preparación del terreno, para dar tiempo a las descomposiciones aeróbicas de la misma, y sea mejor aprovechado por el cultivo. Las dosis de aplicación, es de 3 a 4 toneladas métricas por hectárea. (Marcalla, & Patricio, 2011).

**6.4.4.4. Labores del cultivo.** Son todo tipo de labores que permiten la óptima germinación, plantación o sembrado, desarrollo y cosecha del producto final, tanto, así como la preparación del mismo para su comercialización. (Cuaical & Elisa. 2014).

**6.4.4.5. Surcado.** Se debe realizar un día antes de la siembra con el fin de mantener la humedad en el terreno. Una vez que el terreno ha sido arado, se comienza hacer el surcado para preparar el área donde se va a depositar la semilla. En esta operación, es donde se trazan los surcos de acuerdo con la separación, altura, etc., que requiera cada tipo de cultivo y la orientación que más facilite el riego. Este trabajo es muy importante ya que protege la planta y facilita el trabajo manual. (Peralta, 2010)

**6.4.4.6 Rascadillo** El rascadillo consiste en remover superficialmente el suelo, lograr el control oportuno de malezas y permitir que el suelo se airee. Esta labor se realiza a los 30 o 35 días después de la siembra, cuando las plantas tengan de 10 a 15 centímetros de altura. No obstante, el momento del rascadillo puede variar de acuerdo con la calidad de preparación del suelo y de la humedad reinante (Marcalla, & Patricio, 2011).



**6.4.4.7. Riego** La arveja es un cultivo tolerante a la sequedad y si se le da riego en tiempo seco, da mayor cantidad de frutos. La necesidad hídrica de este cultivo fluctúa entre 300-350 mm.de agua, durante su ciclo de vida, siendo la época más crítica la de crecimiento y floración luego de este tiempo es necesario la época seca (Prado, 2008).

**6.4.4.8. Deshierbas.** En términos generales la primera deshierba se requiere a la semana de germinación, a 15 o 20 días de la siembra. Las desyerbas suelen ser manuales o por medio de un herbicida. En las zonas de pendiente es importante dejar una cobertura vegetal para prevenir la erosión (Flores, 2013).

**6.4.4.9. Aporque** Su objetivo es crear una capa mayor de tierra suelta en la base de la planta para darles mayor consistencia y así conseguir que crezcan nuevas raíces para asegurar nutrición más completa de la planta y conservar la humedad durante más tiempo (Casaca, 2005).

**6.4.5. Cosecha** La recolección de arveja tierna para el mercado en verde se realiza en base a su propio juicio sobre el estado de maduración de la misma. Generalmente la recolección se realiza manualmente entre 2-3 pasadas en el transcurso de 15 a 24 días dependiendo de la zona o el estado del tiempo. La cosecha se hace siempre en forma manual unas veces escogiendo las vainas que estén en buen estado de maduración en el grano suave y dulce que es más aceptable en el mercado y otras arrancando, toda la planta para luego recolectar las vainas, los rendimientos que se obtienen en la producción de arveja tierna variando dependiendo de la zona, la variedad y las condiciones climáticas que se han dado durante el ciclo de producción (Flores, 2013)

## **6.4.6. Plagas y Enfermedades**

### **6.4.6.1 Plagas**

#### **6.4.6.2 Áfidos o Pulgones (*Aphis fabae*).**

Esta plaga es conocida también como pulgón negro del haba, su grado de incidencia es moderado y su localización está limitada a ciertas regiones (Chachalo & Elías, 2017).

#### **6.4.6.3 Barrenador de los brotes (*Epinotia aporema*)**

Es un lepidóptero que ataca preferentemente los brotes tiernos de las plantas. El grado de incidencia es moderado, y su existencia limitada únicamente a ciertas regiones. Se controla con Karate 300-400ml/100lt. (Velásquez, 2008).

#### **6.4.6.4 Trips (*Trisps tabaci* Lindeman).**

Perteneciente a la familia thripidae ataca así mismo a los brotes tiernos y hojas de las plantas, chupando los jugos celulares y provocando decoloración y deformaciones de las hojas. El grado de incidencia endémico y su presencia es registrada solo en ciertas zonas de producciones (Chachalo & Elías, 2017).

#### **6.4.6.5 Gusano de follaje y vaina (*Heliothis* sp.).**

Es lepidóptero cuyas larvas atacan a las hojas y vainas de la arveja causando a veces daños de consideración, aunque su presencia y el grado de ataque son esporádicos y de poca importancia económica (Chachalo & Elías, 2017).

#### **6.4.6.6 Minador de hoja (*Lyriomiza* sp).**

Este insecto es conocido también como larva de la mosca del guisante, es un Díptera cuyas larvas cavan galerías numerosas y largas en toda la superficie foliar, llegando a veces a destruir toda la hoja. Se controla con Thiodan 1,5-21t/ha. (Sauders, L. 1984).

#### **6.4.6.7 Gusano trozador (*Agrotis ipsilon*).**

Es un gusano blanco globular lo ponen de uno en uno en el suelo suelto húmedo o en el follaje la larva es de color café con marcas dorsales más pálidas cuando está pequeña, se alimenta de las hojas que están cercanas al suelo durante los dos primeros estadios; actúa como cortador durante los últimos tres. Es activa en la noche y se esconde en el suelo durante el día. Los daños que causan las larvas grandes atraviesan los tallos en la parte superior o por debajo del nivel del suelo. Generalmente es esporádica, pero puede ser localmente, especialmente durante periodos secos. (Ayala & Pilacuán, 2013). Para el control se realiza una preparación oportuna de la tierra y mantenimiento del campo libre de malezas por varias semanas antes de sembrar. El control químico se lo hace desinfectando el suelo a base de productos carbanatos (García, 2006).

#### **6.4.7. Enfermedades**

Las enfermedades de la arveja son causadas por hongos, virus y bacterias, en ese mismo orden de importancia. La incidencia de éstas depende de las condiciones climáticas y de la predisposición genética de la variedad. Las precipitaciones intensas y frecuentes y el rocío en el estado de plántula y durante el período de floración y formación de vainas, favorecen la inoculación e infección. Estos patógenos pueden afectar el establecimiento del cultivo, disminuir el rendimiento y dañar la calidad y presentación comercial de la semilla. En

términos generales, las enfermedades de la arveja no se han constituido hasta ahora en una limitante para el cultivo; normalmente las plantas pueden escapar al ataque de estos patógenos, si no se producen. Condiciones climáticas favorables después de la siembra (Guerrero & Mera 1989).

En Chile las enfermedades foliares de origen fungoso son prevalentes sobre todo en siembras tempranas (mayo-junio). Las siembras de primavera (agosto-septiembre) normalmente escapan al ataque, situación común en la IX Región. - Un grupo de las enfermedades de la arveja, tal vez las más importantes para el cultivo, están estrechamente vinculadas en su acción; comúnmente se les encuentra actuando en forma simultánea, lo que dificulta su diagnóstico. Entre éstas se incluyen la septoriosis (*Septoria pisi*), el complejo Ascochyta (*Ascochyta pisi*, *Mycosphaerella pinodes* y *Ascochyta pinodella*) y la antracnosis (*Colletotrichum pisi*). Otras enfermedades que se detectan en siembras de arvejas, pero hasta el momento de importancia relativamente secundaria, corresponden a mildiu (*Peronospora pisi*), oidio (*Erysiphe polygoni*), botritis (*Botrytis cinerea*) y roya (*Uromyces pisi*). (Latorre & bernardo.1992)

Las enfermedades asociadas a podredumbre de tallos y raíces en arveja como son la esclerotiniosis (*Sclerotinia sclerotiorum*) y fusariosis (*Fusarium* spp.), han sido frecuentes. Sólo una enfermedad bacteriana, causada por *Pseudomonas syringae* pv *syringae*, se ha descrito, para la arveja en Chile (informada para la VI 11 y IX Regiones, pero es probable también la presencia de *P. syringae* pv *psidi*). Síntomas asociados a virus han sido frecuentemente observados, no obstante, aún se carece de suficiente información respecto de cuáles son los virus presentes y la incidencia económica que tienen en nuestro país. Un aspecto de gran importancia lo constituye el hecho que la gran mayoría de los patógenos de la arveja son transmitidos por la semilla, y persisten en el suelo por largos periodos. Por lo tanto,

las medidas de control para estas enfermedades están dirigidas a una eficaz protección química de la semilla, complementada con el uso de semilla sana y rotación de cultivos.

Eventualmente, y en casos justificados, se puede recurrir a tratamientos fungicidas al follaje.

El uso de cultivares resistentes, cuando existen, es el mejor medio para el control de las enfermedades de la arveja. El tratamiento fungicida a la semilla de arveja, es una práctica que ha ido adquiriendo mayor importancia, ya que protege de hongos transmitidos en la semilla que provocan caída de plántulas de pre y post emergencia y podredumbre de raíces y tallo.

Además, esta práctica mejora el establecimiento del cultivo y ayuda a prevenir las infecciones secundarias. (Guerrero & Mera 1989).

#### **6.4.7.1. La Mancha Café (*Ascochyta pisi*).**

Causa lesiones en el follaje de color café, con los bordes oscuros, de tamaño y forma irregular, en los tallos son del mismo color, alargadas y deprimidas, en las vainas son circulares, más oscuras con anillos concéntricos y deprimidos, la semilla también es afectada. Se disemina principalmente por el viento y la semilla. El control de esta enfermedad

son a base de Antracol 70 PM, Baycor 300 EC, Cuprosan 311 Super D, Zineb 75% (Tamayo, 2000).

#### **6.4.7.2. El Marchitamiento (*Fusarium solani*).**

Causado por *Fusarium solani* patógeno que puede destruir las semillas antes y después de germinar en cuyo caso las partes afectadas presentan lesiones de color café rojizo que cubre todo el grano. Las plantas que logran emerger muestran los cotiledones afectados por manchas similares. Inicialmente se observan lesiones necróticas de color café claro con los bordes rojizos. Los haces vasculares son afectados y cuando la lesión es severa, se observa en el

interior del tallo masas miceliales de color amarillo - rosado o café. Las plantas atacadas se marchitan empezando por un amarillamiento de las hojas inferiores para luego secarse unilateralmente y morir. El control de esta enfermedad es en base al uso de variedades resistentes al ataque de este patógeno, se recomienda además el tratamiento de la semilla con Thican, buen drenaje y de presentarse rotación de cultivo por un lapso de 5 a 6 años (Buriticá, 1999).

#### **6.4.7. Esclerotiniosis**

Es causada por el hongo *Sclerotinia sclerotiorum*. El hongo es extremadamente polífago o prácticamente se ha detectado atacando a todas las especies de leguminosas. Se ha detectado principalmente en suelos húmedos, pero su presencia en arveja ha sido ocasional. Los síntomas se caracterizan por una marchitez y muerte prematura de la planta. En la base del tallo se desarrollan una pudrición de consistencias blanda, en la cual se forma micelio blanco del aspecto algodonoso. Posteriormente, el micelio aglutina para formar los esclerocios o cuerpos de resistencias del hongo, los que son pequeños y de color negro, y se presentan en el interior o en la superficie del tejido lesionado. Condiciones de ambiente húmedos y el cultivo con abundante follaje son propicias para que la enfermedad se presente e. el hongo sobrevive en el suelo a la forma esclerocios o también parasitando otros hospederos. El control incluye el uso de semillas limpias o libres de esclerocios, rotación de cultivos evitando otras leguminosas y fertilizaciones balanceadas y evitar siembras muy densas. Los tratamientos fungicidas sugeridos son: benomilo (Polyben 50WP, Benlate), carbendazima (Bavistin, Derosal 50 WP), metil tiofanato (Cercobin M) (Gutiérrez & Zapata, 2011).

#### **6.4. 7.4 Mildiu:**

Enfermedad causada por el hongo *Peronospora pisi*. Los síntomas pueden ser sistémicos o locales. Los primeros producen los efectos, más severos en la planta ya que causan clorosis, deformación de brotes detención del crecimiento. Los síntomas locales se caracterizan por manchas necróticas rodeadas de un halo clorótico en el haz de los folíolos, junto a un abundante desarrollo de micelio aterciopelado en el envés. Estos síntomas son iniciados en la parte inferior del follaje y progresan hacia arriba cuando existen condiciones húmedas y frescas. Periodos de alta humedad relativa pueden determinar el desarrollo de síntomas en las vainas, los cuales pueden aparecer en ausencia de síntomas en el follaje. El hongo sobrevive como zoospora en el suelo y en residuos de plantas enfermas. La diseminación ocurre principalmente por el viento y posiblemente a través de la semilla. Las medidas de control incluyen destrucción de los residuos, rotación de cultivos, uso de cultivares resistente y empleo de semillas sanas. Control químico, semilla: metalaxilo (Metalaxil 25PM, Apron 25 SD). Follaje: (cimoxanilo, metalaxilo) (Buriticá, 1999).

#### **6.4.7.5 Oídio:**

Causado por el hongo *Erysiphe polygoni* DC. La enfermedad se caracteriza por que inicialmente se producen manchas cloróticas difusas las cuales se presentan en los folíolos de las hojas basales. Posteriormente se forma el micelio de aspecto ceniciento. Sobre los tejidos afectados se desarrollan numerosas claiostotecios de color negro. La infección puede ocurrir en hojas, tallos, vainas y semillas. El hongo sobrevive en residuos de plantas enfermas y en otras leguminosas. La diseminación ocurre por medio de semillas infectadas y por las conidias que son transportadas por el viento. El control comprende uso de variedades resistentes. Otras

medidas complementarias son la rotación de cultivos y la eliminación de residuos de cosecha.

Control químico: aplicaciones foliares desde el momento de la aparición de los primeros signos con azufre mojable benomilo, bupirimato y propiconazol (Tamayo, 2000).

#### **6.4.7.6. Roya o polvillo:**

Producidas por los hongos *Uromyces pisis* y *Uromyces fabae*, las plantas afectadas presentan en las hojas pústulas uredosoricas de color anaranjada y pústulas teleutosoricas, negras en plantas envejecidas. La diseminación de las esporas se produce por viento. El control incluye uso de variedades resistentes. La rotación de cultivos y la eliminación de residuos de cultivos enfermos son medidas complementarias. Fungicidas sugeridos, bitertanol, clorotaonilo, flutriafol, penconazol (Agrios, 2006).

#### **6.4.7.7 Septoriosis.**

Enfermedad causada por el hongo *Septoria pisi*. Los síntomas se caracterizan por la formación de manchas necróticas de forma y tamaño variable en hojas, tallos y vainas. En el tejido afectado se desarrollan los picnidios o cuerpos frutales asexuales de color negro. La enfermedad aparece primeramente en las porciones bajas o senescentes de la planta. Puede llegar a producir una desecación completa del tejido. Condiciones de humedad relativa altas por 24 horas o más y temperaturas moderadas favorecen el desarrollo de la enfermedad. El patógeno sobrevive en residuos de plantas enfermas. Los conidios son diseminados por el salpicado de arrastre producido por las aguas lluvias. La diseminación por semilla ocurre pero no se considera importante. El control vía de rotación de cultivo se considera la medida más efectiva. En forma complementaria, la eliminación de residuos y el uso de semillas sana ayuda



a reducir la incidencia. El control químico se sugiere benomil, propiconazol, triadimenol (Agrios, 2006).

#### **6.4.7.8 Mancha café o tizón foliar:**

Enfermedad bacteriana causada por *Pseudomonas syringae*. Los síntomas iniciales corresponden a manchas acuosas en las hojas, vainas y tallo, las cuales posteriormente se necrosen y adquieren una coloración café. La enfermedad se va favorecida bajo condiciones de humedad y de temperaturas templadas. Se disemina por el salpicado producido por las lluvias. Sobreviven asociada a otros hospederos y en semilla de arveja infectada. También en el suelo asociado a residuos de plantas enfermas. El control incluye básicamente el empleo de semillas sana el empleo de cultivares resistentes. Como tratamiento a la semilla, se recomienda el empleo de hipoclorito de sodio al 2% o el empleo de antibióticos como estreptomina. (Gutiérrez, & Zapata, 2011).

#### **6.4.7.8. *Fusarium* sp.**

Nos manifiesta que los hongos del género *Fusarium* son cosmopolitas y muy abundantes en las zonas tropicales y templadas del mundo. Es una de las más importantes especies del género *Fusarium*, debido a las pérdidas económicas que causa en los cultivos comerciales. Está entre las especies más abundantes, cosmopolitas y complejas pues tiene más de 100 formas especiales caracterizadas por su alta especificidad en las plantas hospedantes que afecta. Este hongo se caracteriza por producir tres tipos de esporas: las microconidios, macroconidios y clamidosporas, estas últimas tienen paredes muy gruesas, lo cual las hace muy resistentes a condiciones ambientales desfavorables y a la ausencia de hospedantes. Distintas formas especiales de *Fusarium oxysporium* pueden sobrevivir en un estado de reposo

en el suelo durante muchos años (son viables después de 40 años). Una vez establecido este fitopatógeno no es posible erradicarlo (Pullupaxi & Manuel, 2016).

### **Daños y síntomas**

Los síntomas de la enfermedad causada por *Fusarium* sp. generalmente se observan en etapas cercanas a la floración; las plantas son raquílicas, con un amarillamiento blanquecino ascendente, con posterior marchitamiento. En los tejidos internos de las raíces y de la base del tallo, se observa una pudrición seca de coloración rojiza (Sanudo 2007), causada por las toxinas producidas por el hongo, ya que el xilema es obstruido causando la muerte de la planta (Booth, 1971; Nelson, 1983). La baja eficiencia de productos químicos para el control de esta enfermedad promueve la búsqueda de otras alternativas como el control biológico. Una respuesta positiva es la utilización de microorganismos antagónicos competitivos para proteger los cultivos de patógenos del suelo; en particular especies del género *Trichoderma* han merecido la atención máxima como agente de biocontrol (Rosero, 2008).

Se manifiesta que la marchitez por fusarium es la enfermedad más importante causada por *Fusarium*. En general la marchitez aparecen por primera vez como la limpieza de la vena leve en la parte exterior de las hojas más jóvenes, seguido por epinastia de las hojas más viejas. En la etapa de plántula, las plantas infectadas por *Fusarium oxysporum* pueden marchitarse y morir poco después de que aparezcan los síntomas. En las plantas más viejas, la limpieza y la vena de la hoja suelen ir seguidas de retraso del crecimiento, amarillamiento de las hojas inferiores, la formación de raíces adventicias, marchitez de las hojas y tallos jóvenes, defoliación, necrosis marginal de las hojas restantes y, finalmente, la muerte de toda la planta. Además, en las plantas más viejas, los síntomas generalmente se hacen más evidentes durante el período comprendido entre floración y maduración de la fruta (Pullupaxi & Manuel, 2016).

## **Epidemiología**

La primera fase del ciclo de la enfermedad el patógeno sobrevive a situaciones adversas, como la ausencia del hospedero y/o condiciones climáticas desfavorables. Las estrategias de sobrevivencia del inóculo pueden ser agrupadas en cuatro grupos: estructuras especializadas de resistencia, actividades saprofitas, plantas hospederas y vectores. Al presentarse las condiciones favorables, los propagulos (Inoculo) son liberados desde la fuente de inóculo, transportados y depositados sobre el cultivo sano para que la infección ocurra. Este proceso se denomina dispersión. Este inoculo es depositado sobre el tejido sano y susceptible y necesita condiciones específicas de ambiente para poder infectar iniciándose así el proceso de infección que incluye: pre-penetración, penetración y se completa con el establecimiento de las relaciones parasitarias estables entre el patógeno y el hospedante. Luego que se completa la infección el patógeno se desarrolla en el hospedero interfiriendo en su fisiología correspondiendo esta fase a la colonización. Posteriormente, durante la fase de reproducción, el patógeno se multiplica y estas estructuras reproductivas serán diseminadas, que alcanzarán nuevos sitios de infección iniciándose un nuevo ciclo de infección correspondiente al ciclo secundario (Rosero, 2008).

## **Ciclo de la enfermedad**

*Fusarium* es un patógeno activo y saprófito en el suelo y materia orgánica abundante, con algunas formas específicas que son patógenos de plantas (Smith, 1988). Su capacidad saprofita le permite sobrevivir en el suelo entre los ciclos de cultivo en restos de plantas infectadas. El hongo puede sobrevivir, ya sea como micelio, o como cualquiera de sus tres tipos diferentes de esporas. Las plantas sanas pueden ser infectadas por *Fusarium oxysporum*

si el suelo en que crecen está contaminado con el hongo. El hongo puede invadir una planta, ya sea con su tubo germinativo, esporangios o micelio invadiendo las raíces de la planta. Las raíces pueden ser infectadas directamente a través de las puntas de la raíz, a través de heridas en las raíces, o en el punto de formación de raíces laterales. Una vez dentro de la planta, el micelio crece a través de la intercelular corteza de la raíz. Cuando el micelio alcanza el xilema, que invade los vasos del xilema a través de los poros. En este punto, el micelio permanece en los vasos, donde por lo general avanza hacia arriba, hacia la madre y la corona de la planta (Agrios, 2006).

### **Control químico**

Mediante la aplicación de Folicur (tebuconazole - triazol) se puede mitigar en gran parte el ataque de *Fusarium*, por su acción sistémica puede ser aplicado en conjunto con los fertilizantes foliares tradicionales, dicha aplicación se puede ejecutar mediante atomización o en tipo drench. (Aguirre, Monica, 2000).

El manejo preventivo con el uso del control biológico con *Trichoderma* es una alternativa importante para el control del amarillamiento causado por *F. oxysporum*, ya que una vez se hayan manifestado los síntomas de esta enfermedad ni siquiera el control químico es eficiente (González et al., 2005).

#### 6.4.7.9. *Ascochyta ssp*

Esta enfermedad es causada por un complejo de hongos dentro de las cuales se incluyen *Ascochyta pisi*, *Ascochyta pinodeas*, *Micospharella pinodes*, *Phoma medicagini*. Estrictamente vinculadas, las cuales pueden actuar separadas o colectivamente desde la preemergencia hasta la maduración de la planta, Afecta o compromete las hojas, tallos y raíces. Además, puede producir decoloración en cotiledones, hipocotilo y raíces. *A pisi* produce manchas necróticas hendidas, esféricas y delimitadas por un halo oscuro. Las lesiones son circulares y alargadas en hojas y vainas, e alargadas en los tallos. Asociadas a las lesiones se forman numerosos picnidios. Afecta fundamentalmente la parte aérea de la planta. *M pinodes*, produce manchas pequeñas, negras e irregulares en hojas y tallos y vainas. Los síntomas producidos por *M pinodes* y *P. medicaginis* son similares. Sin embargo, este último se presenta afectando estructuras de la planta bajo el nivel de suelo, llegando a producir destrucción e de raíces, con lo que puede afectar el crecimiento y causar diversos rivaes de clorosis. La diseminación ocurre vía semilla o por el salpicado producido por las aguas lluvias. Las ascosporas de *M. pinodes* pueden ser transportadas por el viento. La sobrevivencia se produce en residuos de plantas enfermas por varios años en semillas infectadas. Estos hongos pueden ser transmitidos a través de las semillas y permanecer en el suelo por varios años, por lo tanto, las medidas de control están orientadas al uso de semillas sanas, mantener una rotación de cultivo prolongada y eliminación de residuos de plantas enfermas son medidas complementarias. Los tratamientos fungicidas sugerido son; semilla, Pillarben (Benomil 500 g/k) a una dosis de 0.5 g litros de agua, captan, thiuran y pomarsol. Follaje; Pillarben (Benomil 500 g/k) a una dosis de 0.5 g litros de agua, clorotalonilo, procimidone (Agrios, 2006).

El complejo *Ascochyta* como se denomina en Colombia puede permanecer dentro de la semilla ya sea en su parte intema o externa y en los desechos de cosecha', los tres patógenos

producen picnidios en el hospedero y en el cultivo como tal; las picnidiosporas, son todas hialinas y bicelulares' pero de diferente tamaño y forma, como ocurre con los conidios de *A. Pisi* y *A. pinodes*' son similares en la forma, pero se diferencian porque los de *A. pisi* son más angostos y largos (Florez, 1986).

Ciclo biológico del patógeno. En los tejidos de las plantas enfermas se presentan clamidosporas y por medio de estas estructuras el hongo puede durar Mucho más tiempo, sobre esos tejidos se forman los picnidios y los peritecios de *M. pinodes* (agrios, 1996).

Para *A. pisi* las lesiones primarias aparecen en las primeras hojas mientras que para *A. pinodella* y *M pinodes*, los micelios invaden las semillas y cuando estas germinan comienza a necrosarse la base del tallo y algunas veces se llega hasta causar la muerte. Cuando el cultivo ya se encuentra afectado por el complejo *Ascochyta*' las lesiones secundarias son causadas por las esporas, las cuales se producen en los picnidios y peritecios durante el cultivo, la entrada del patógeno a la planta se hace por medio de la epidermis más no por las estomas (Agrios, 1996). Las condiciones ambientales para el establecimiento del hongo. Uno de los Factores más relevantes para que se presente el patógeno' es la presencia de agua para que sedé la liberación y diseminación de las esporas en el cultivo por esta razón; es que se presenta mayor incidencia cuando hay lluvias y roció' puesto que salen de los picnidios los conidios reunidos y con el salpique de la gota de agua facilita la separación y por ende la diseminación (Florez, 1986).

## **7. Marco legal**

El proyecto se registrará 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 proyecto de investigación

### **7.1 Reglamento Estudiantil, Universidad de Pamplona. ACUERDO No.186**

Por el cual compila y actualiza el Reglamento Académico Estudiantil de Pregrado de la Universidad de Pamplona. CAPÍTULO VI. TRABAJO DE GRADO.

**7.2 ARTÍCULO 35.** Definición de Trabajo de Grado: 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.

**7.3 ARTÍCULO 36.** Acuerdo No.004 de 12 de enero de 2007. Modalidades de Trabajo de Grado: El Trabajo de Grado, puede desarrollarse en: 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. Para los estudiantes que se acojan a esta modalidad, deberá presentar al Director de Departamento el

anteproyecto que debe contener: propuesta para la participación en una línea de investigación reconocida por la Universidad, tutor responsable del Trabajo de Grado y cronograma, previo estudio y aprobación de la misma, del respectivo Grupo de Investigación

#### **7.4 RESOLUCIÓN No. 3002 del 2005: NORMAS DEL ICA EN MATERIA DE INSUMOS AGRICOLAS**

Por la cual se dictan disposiciones sobre la modificación al etiquetado de los insumos agrícolas (plaguicidas químicos de uso agrícola, reguladores fisiológicos de plantas, coadyuvantes, fertilizantes y acondicionadores de suelos, bioinsumos agrícolas y extractos vegetales).

**7.5 RESOLUCIÓN 000698 DE 2011(febrero 4):** Por medio de la cual se establecen los requisitos para el registro de departamentos técnicos de ensayos de eficacia, productores e importadores de bioinsumos de uso agrícola y se dictan otras disposiciones.

**7.6 RESOLUCIÓN 4754 DE 2011:** Por medio de la cual se establecen los requisitos para la ampliación de uso de bioinsumos y plaguicidas químicos de uso agrícola en los cultivos menores y se dictan otras disposiciones.

**7.7 RESOLUCIÓN 3168 DE 2015:** Por medio de la cual se reglamenta y controla la producción, importación y exportación de semillas producto del mejoramiento genético para la comercialización y siembra en el país, así como el registro de las unidades de evaluación agronómica y/o unidades de investigación en fitomejoramiento y se dictan otras disposiciones”

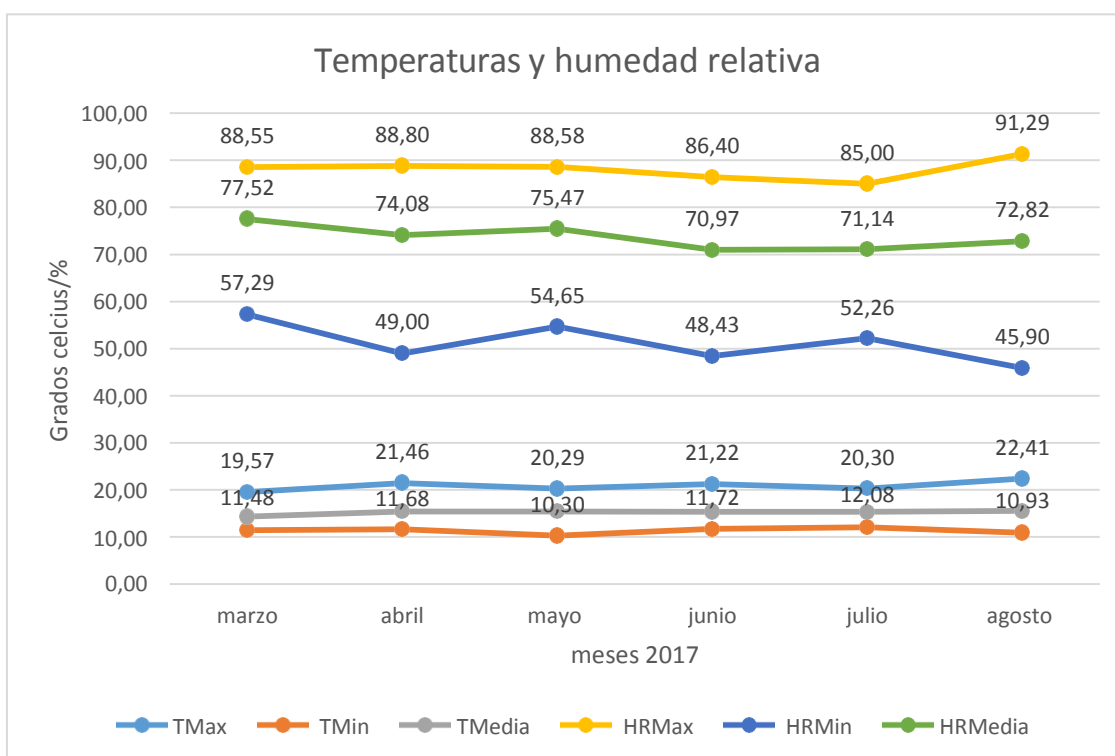
**Artículo 2º. Campo de aplicación.** La presente resolución se aplica a las personas naturales y/o jurídicas que se dediquen a realizar ensayos de eficacia, produzcan, produzcan por contrato e importen bioinsumos de uso agrícola para su comercialización o uso directo.



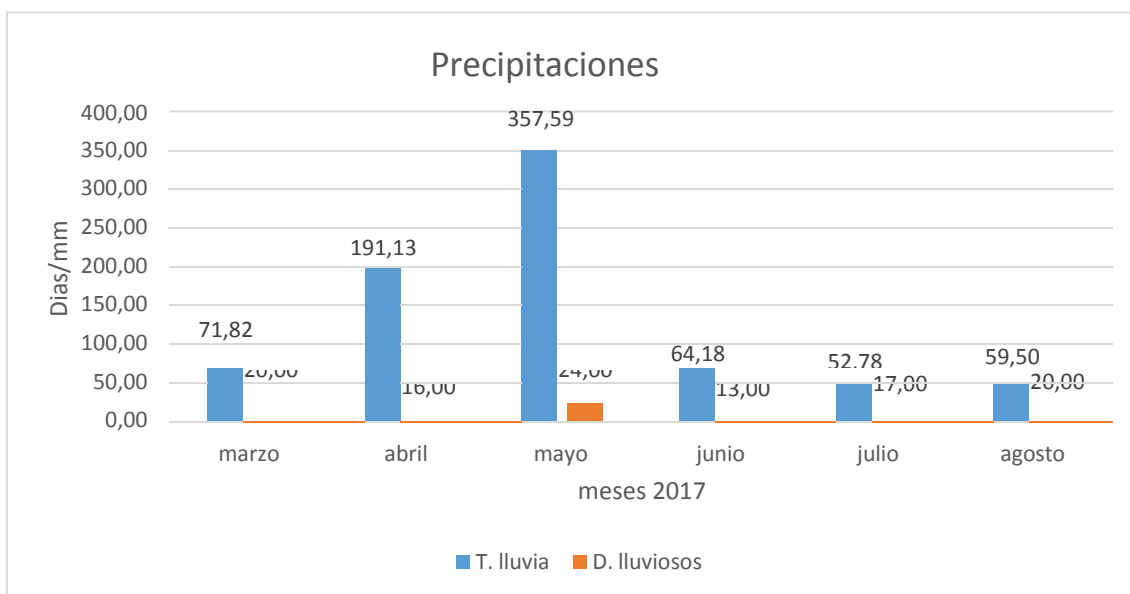
### Capítulo 3.

#### 8. Metodología

La investigación se desarrolló en los cultivos de arveja de la Vereda Monte dentro del Municipio Pamplona, la finca La Cruz de esta vereda y los laboratorios de microbiología y del Centro de Investigación de Sanidad Vegetal e Bioinsumos (CISVEB) de la Universidad de Pamplona en el periodo comprendido de marzo a diciembre de 2017. La fase de campo se desarrolló desde marzo de 2017 hasta agosto de 2017 donde concurrieron las siguientes condiciones meteorológicas de temperatura, humedad relativa y lluvia:



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de la Estación del CISVEB



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de la Estación del CISVEB

### **8.1. Cuantificación de los niveles de las enfermedades radiculares del cultivo de arveja en las condiciones de la vereda Monte dentro en el municipio de Pamplona.**

La toma de datos de las enfermedades fúngicas del suelo del cultivo de arveja, se realizó en diez fincas de la Vereda Monte dentro ubicada en el municipio de Pamplona en Norte de Santander entre 2520 y 2654msnm.

#### **8.1.2. Aislamiento e identificación de patógenos**

Para la identificación de patógenos se inició con el muestreo de plantas de arveja con enfermedades del suelo, así como la descripción de síntomas en el campo. Posteriormente las muestras fueron trasladadas a los laboratorios de microbiología y del Centro de Investigación de Sanidad Vegetal de Bioinsumos (CISVEB) de la Universidad de Pamplona, donde se desinfectaron con NaClO<sub>3</sub> al 5 % por 2 minutos y posteriormente se incubaron en cámara húmeda y/o medio de cultivo artificial PDA (Papa Dextrosa-Agar) utilizado como medio general para el crecimiento de hongos.

La identificación de microorganismos se realizó con el microscopio óptico y la ayuda de literatura especializada (APS, 1998; Barnett y Hunter, 1998; Toledo y Aguirre, 1999).

En algunos casos la identificación de hongos patógenos se realizó extrayendo del material infectado (tallos y raíces) estructuras reproductivas que se tiñeron con lacto fenol azul y se observaron al microscopio compuesto con lente 40 x para su identificación el microscopio óptico.

### **8.1.3. Muestreo para determinación de incidencia.**

En cada una de las 10 fincas se anotó nombre del propietario, nombre de la finca, nombre de la vereda, variedad del cultivo de arveja, área del lote, los síntomas de cada enfermedad. En cada lote de cultivo se realizó un muestreo mínimo de 100 plantas en doble diagonal y al azar, en zigzag, siempre escogiendo el centro del cultivo, es decir sin monitorear plantas de los bordes.

Se evaluaron fundamentalmente los síntomas de las enfermedades más importantes que afectan la raíz o la base del tallo de la arveja (Toledo y Aguirre, 1999):

- *Fusarium* spp
- *Sclerotinia sclerotiorum*
- *Rhizoctonia solani*
- *Pythium* sp.
- Complejo *Ascochyta* spp.

Con la información obtenida en los muestreos se determinó el Porcentaje de Incidencia o Distribución por campo o lote usando la siguiente fórmula:

$$\frac{(\quad)}{(\quad)}$$

Para la determinación de la incidencia media ponderada a nivel de vereda Monteadentro y variedad se empleó la siguiente fórmula:

$$\sum \frac{\quad}{\quad}$$

Donde:

A: área.

I: severidad.

Se realizó un análisis de proporciones muestrales entre los porcentajes de incidencia y severidad en cada una de las veredas y las variedades por la prueba de Z. Para ello se utilizó el paquete estadístico STATISTIX versión 4.

## **8.2 Determinación de la eficacia de diferentes biopreparado producidos por ASPAGRO en el control de las enfermedades radiculares del cultivo de la arveja con prácticas orgánicas de manejo.**

Para evaluar la eficacia de los biopreparado producidos por ASPAGRO se condujeron dos experimentos uno dirigido al control del complejo *Ascochyta* y otro para el control de la marchitez por *Fusarium*, teniendo en cuenta que estas fueron las enfermedades con mayor incidencia en la Vereda Monteadentro en el epígrafe anterior.

Se evaluaron dos biopreparado de ASPAGRO aplicados por separados y en combinación. Los biopreparado fueron Microorganismos de Montaña (MM) y Caldo rizósfera (CR). Los ingredientes de los mismos, tipo de fermentación, recomendación de uso y concentración aparecen en la siguiente tabla:

Tabla 2. Concentracion de los biopreparados

Biopreparados comerciales	Ingredientes	Tipo de fermentación	Uso propuesto
MM	ME, melaza y salvado de arroz ( <i>Oriza sativa</i> L.)	aeróbica	Biofertilizante con B.S.F. y antagonista 1,72x10 <sup>6</sup> UFC/MI
Caldo rizósfera	Raíces de plantas: ortiga ( <i>Urtica dioica</i> L.), borraja ( <i>Borago officinalis</i> L.), kikuyo ( <i>Pennisetum clandestinum</i> Hochts ex Chiov) trébol blanco ( <i>Trifolium repens</i> L.) conseguidas en la granja, yogurt, melaza, agua oxigenada y harina de frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	aeróbica	Biofertilizante con B.S.F. y antagonista 1,24x10 <sup>6</sup> UFC/MI

En los dos experimentos se evaluaron seis tratamientos: tres con dos biopreparados de ASPAGRO solos o combinados, un tratamiento químico con benomyl, uno biológico con un biopreparado comercial de *Trichoderma* y un testigo sin tratamiento. Las dosis de aplicación y solución final de cada tratamiento se relacionan a continuación:

Tabla 3. . Dosis de aplicación y solución final

Producto	Dosis	Solución final
<b>MM</b>	1 L/20L	400 L/ha
<b>Caldo rizósfera</b>	1 L/20L	400 L/ha
<b>MM + Caldo rizósfera</b>	1 L/20L + 1 L/20L	400 L/ha
<b>Biopreparado <i>Trichoderma</i> 5x 10<sup>8</sup> UFC/mL</b>	0,8g/20L	400 L/ha
<b>Químico Benomil</b>	0,5 g/20L (250 - 500 g/ha)	400 L/ha

Los tratamientos se realizaron cada 14 días dirigidos al suelo y a la parte inferior de las plantas en horas de la tarde. Estos realizaron con una bomba manual de espalda de 20 L litros de capacidad. Se realizaron los tratamientos con una asperjadora manual de espalda

### **8.2.1. Experimento para el control del Complejo *Ascochyta* spp**

El montaje del experimento se efectuó en la finca La Cruz, en un lote donde el mes anterior se había observado una fuerte afectación por el complejo *Ascochyta* en la base del tallo en un cultivo de arveja.

Se realizaron labores de preparación del suelo y se programó una fertilización antes de la siembra incorporando 1 kg de urea, 1 kg de cloruro de potasio y 5 kg de 10-30-10; se empleó la variedad “Rabo Gallo” (variedad que no se encuentra autorizada por el Registro del ICA) (ICA, 2015), sembrada directamente en el campo en surcos separados entre sí a una distancia de 120 cm y 2 cm entre surcos y plantas, respectivamente. El sistema de tutorado se estableció 20 días después de la siembra (dds) y un segundo tutor se colocó cuando las plantas tenían una altura promedio de 30 cm.

Se empleó un diseño bloques al azar con cuatro réplicas con un arreglo infactorial 6x4 (6 tratamientos con 4 réplicas), o sea, 24 unidades experimentales (parcelas). El tamaño de cada parcela experimental fue de 5 metros de largo por 4 metros de ancho con un área de 20m<sup>2</sup>. La distancia entre plantas fue de 2 cm y entre surcos de 1m.

Para determinación de la incidencia del complejo *Ascochyta* y el comportamiento de los tratamientos en el control de la enfermedad, se tomaron 20 plantas al azar por cada una de las parcelas, en los surcos centrados tres días después de cada aplicación evaluándose las

plantas enfermas por *Ascochyta* sobre el total evaluadas, cada 15 días. Con esta información se calculó la incidencia por la formula descrita anteriormente.

Se tomaron muestras de las plantas enfermas y se llevaron al laboratorio de microbiología para confirmar el agente presente en los principales síntomas que se observaban.

Al final del experimento se determinó el Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE) de cada parcela según el método de Campbell y Madden (1990), para lo cual se utilizó la siguiente formula:

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

**Donde:**

*X<sub>i</sub>* = distribución o intensidad de la enfermedad en el muestreo *i*

*X<sub>i+1</sub>* = distribución o intensidad de la enfermedad en el muestreo *i+1*

*T<sub>i</sub>* = tiempo 1

*T<sub>i+1</sub>* = tiempo 2

Al final del experimento se evaluaron los indicadores de rendimiento el rendimiento de cada parcela. Los indicadores del rendimiento evaluados vainas por planta en la cosecha (en 20 plantas por parcela), granos por vaina (100 vainas por parcela) y peso de las vainas. Para esta última variable se pesaron 100 vainas por parcela para sacar el promedio. Se estimó el peso de la producción por parcela a partir del peso promedio de las vainas el número de vaina por parcela y el número de plantas por parcela. A partir de la producción y el área se estimó el rendimiento. Se compararon los rendimientos contra el testigo.

Se realizó un análisis de varianza a todas las variables (excepto las productivas) usando el paquete estadístico SPSS. Se compararon las medias por la prueba de Tukey, con un 5% probabilidad de error.

### **8.2.2. Experimento para el control de la marchitez por *Fusarium* spp.**

Para el montaje del experimento se contó con un área de 144 m<sup>2</sup> (15 x 9,6 m), en un área más baja de la finca La Cruz donde se había observado alta incidencia de marchitez por *Fusarium* spp. en un cultivo de arveja existente anteriormente.

Se realizaron labores de preparación del suelo y se programó una fertilización antes de la siembra incorporando 1 kg de urea, 1 kg de cloruro de potasio y 5 kg de 10-30-10; se empleó la variedad “Rabo Gallo”, sembrada directamente en el campo en surcos separados entre sí a una distancia de 120 cm y 2 cm entre surcos y plantas, respectivamente. El sistema de tutorado se estableció 20 días después de la siembra (dds) y un segundo tutor se colocó cuando las plantas tenían una altura promedio de 30 cm.

Se empleó un diseño bloques al azar con cuatro réplicas con un arreglo infactorial 6x4 (6 tratamientos con 4 réplicas), o sea, 24 unidades experimentales (parcelas).

El tamaño de cada parcela experimental fue de 5 metros de largo por 4 metros de ancho. Cada parcela contó de 4 surcos de arveja, con un área de 20m<sup>2</sup>. La distancia entre plantas fue de 2 cm y entre surcos de 1m.

En los dos experimentos se evaluaron seis tratamientos: tres con dos biopreparados de ASPAGRO solos o combinados, un tratamiento químico con benomyl, uno biológico con un biopreparado comercial de *Trichoderma* y un testigo sin tratamiento.



Los tratamientos se realizaron cada 14 días dirigidos al suelo y a la parte inferior de las plantas en horas de la tarde. Estos realizaron con una bomba manual de espalda de 20 L litros de capacidad. Se realizaron los tratamientos con una asperjadora manual de espalda

Para determinación de la incidencia de la marchitez por *Fusarium* spp. y el comportamiento de los tratamientos en el control de la misma, se tomaron 20 plantas al azar por cada una de las parcelas, en los surcos centrados tres días después de cada aplicación evaluándose las plantas enfermas por sobre el total evaluadas, cada 15 días. Con esta información se calculó la incidencia por la fórmula descrita anteriormente.

Se tomaron muestras de las plantas enfermas y se llevaron al laboratorio de microbiología para confirmar el agente presente en los principales síntomas que se observaban.

Finalmente se realizó un análisis de varianza a todas las variables (excepto las económicas) usando el paquete estadístico SPSS. Se compararon las medias por la prueba de Tukey, con una 5% probabilidad de error.

Al final del experimento se determinó el Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE) de cada parcela según el método de Campbell y Madden (1990), para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

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

**Donde:**

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

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

$T_j$  = tiempo 1

$T_{j+1}$  = tiempo 2

Al final del experimento se evaluaron los indicadores de rendimiento el rendimiento de cada parcela. Los indicadores del rendimiento evaluados vainas por planta en la cosecha (en 20 plantas por parcela), granos por vaina (100 vainas por parcela) y peso de las vainas. Para esta última variable se pesaron 100 vainas por parcela para sacar el promedio. Se estimó el peso de la producción por parcela a partir del peso promedio de las vainas el número de vaina por parcela y el número de plantas por parcela. A partir de la producción y el área se estimó el rendimiento. Se compararon los rendimientos contra el testigo.

Se realizó un análisis de varianza a todas las variables (excepto las productivas) usando el paquete estadístico SPSS. Se compararon las medias por la prueba de Tukey, con un 5% probabilidad de error.

## Capítulo 4

### 9. Resultados y Análisis

#### 9.1. Cuantificación de los niveles de las enfermedades radiculares del cultivo de arveja en las condiciones de la vereda Monte dentro en el municipio de Pamplona.

En los muestreos en las 10 fincas de la vereda Monte dentro solo se encontraron a *Fusarium* sp. y el complejo *Ascochyta* como enfermedades radiculares de la arveja. Los síntomas de la enfermedad causada por *Fusarium* sp. generalmente se observaban en etapas cercanas a la floración; las plantas son raquílicas, con un amarillamiento blanquecino ascendente, con posterior marchitamiento (Figura 4a). En los tejidos internos de las raíces y de la base del tallo, se observa una pudrición seca de coloración rojiza (Figura 4b), causada por las toxinas producidas por el hongo, ya que el xilema es obstruido causando la muerte de la planta. Con la ayuda del microscopio se pueden observar conidióforos y conidios todos unidos listos para dividirse en la (Figura 4c), después de la división o separación de estos conidióforos se van formando microconidios en la (Figura 4d) (Gutiérrez & Zapata, 2011).

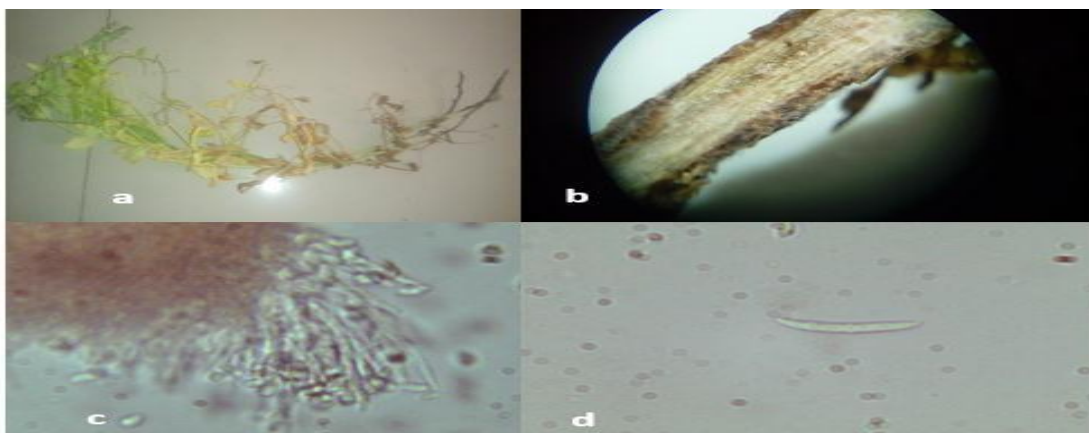


Figura 4. . Síntoma de *Fusarium* sp a); síntomas de *Fusarium* sp en el tallo b); Conidióforo y conidios de *Fusarium* sp c); macroconidios de *Fusarium* sp. d)

Los síntomas que se colectaron tenían presencia de pudrición en raíces, caracterizada por la presencia de lesiones color marrón en la zona de unión de la semilla con la radícula y traqueomicosis, clorosis, amarillamiento y quemazón en las hojas bajas, decoloración en la base del tallo, acompañados de pudrición y sistema radical escaso arrojaron la presencia de *Fusarium* spp. lo cual coincide con la sintomatología y la etiología informada para la arveja en este cultivo por (Gutiérrez & Zapata, 2011).

### ***Ascochyta* ssp**

El complejo de hongos *Ascochyta* se encontró que afecta las raíces, los tallos y las hojas. Además, puede producir decoloración en cotiledones y raíces (Figura 5a). Las lesiones son circulares y alargadas en hojas y vainas, e alargadas en los tallos (Figura 5b). Asociadas a las lesiones se forman numerosos picnidios (Figura 5c). Al final se desprenden los conidios (Figura 5d).

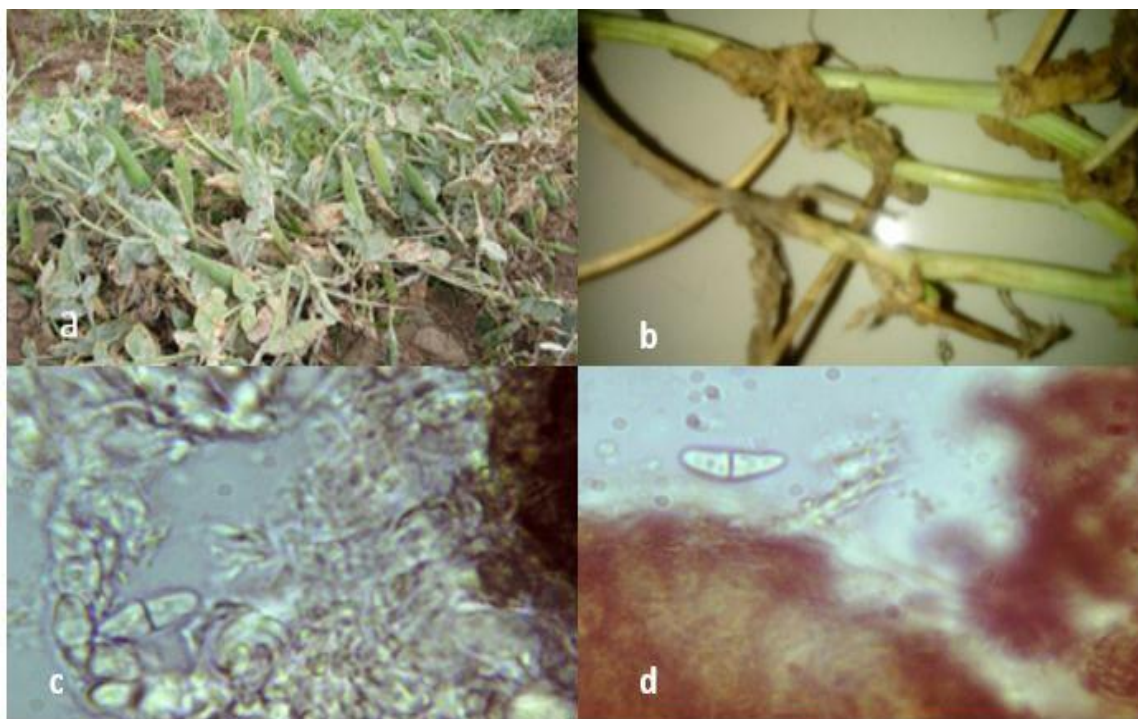


Figura 5. . Síntoma de *Ascochyta* ssp. a); síntomas de *Ascochyta* ssp. En hoja b); picnidio de *Ascochyta* ssp. c); conidio de *Ascochyta* ssp. d)

Estos resultados se relacionan con los de Wallen (1975), quien señala que el patógeno ataca diferentes órganos de la planta como hojas y vainas con manchas redondeadas, pálidas en el centro y rojizo oscuro en el borde. En las vainas las lesiones pueden profundizar hasta alcanzar las semillas. En los tallos, el ataque es más severo debido a que la mancha presenta mayor tamaño >1 cm, alargadas, y en la parte basal del tallo justo debajo del suelo se produce una coloración negra, que va necrosando completamente el tejido hasta llegar a provocar la muerte total de la planta. En ataques graves las hojas se secan, las vainas se cubren de canchales y las semillas se arrugan y oscurecen.

La incidencia de la marchitez por *Fusarium* spp. en arveja en las Fincas de la vereda Monte dentro varió entre 11 y 46 %. Las fincas Gabriel García, Enrique Mantilla y Darío Cagua presentaron los valores más bajos de incidencia de la enfermedad y las de mayor nivel fueron las de Rafael Portilla, Vicente Portilla, Álvaro Vieira y Germán Gamboa (Tabla 4).

Tabla 4. Incidencia de enfermedades por fincas y vereda

Finca	<i>Fusarium</i> spp Incidencia (%)	<i>Ascochyta</i> spp. Incidencia (%)
1. Rafael Portilla	46 a	53 bc
2. Álvaro Portilla	34 b	65 a
3. Luis Portilla	30 bc	63 ab
4. Hugo Portilla	32 bc	43 cd
5. Álvaro Vieira	43 ab	59 ab
6. Gabriel García	11 d	18 ef
7. Enrique Mantilla	12 d	10 f
8. Darío Cagua	18 d	22 e
9. Vicente Portilla	37 abc	40 d
10. Germán Gamboa	43 ab	38 d
Vereda (Incidencia ponderada)	30,4	39,64

Proporciones con letras desiguales en las columnas difieren por la prueba de Z ( $P \leq 0,05$ )  
 Datos tomados en fincas de la vereda Monte dentro (Fuente: Elaboración propia)

La incidencia de la mancha por *Ascochyta* spp. En las Fincas de la vereda Monteadentro varió entre 10 y 65 %. Las fincas de Enrique Mantilla y Gabriel García presentaron los valores más bajos de incidencia de la enfermedad, aunque la de Darío Cagua no se diferenció de la última, y la de mayor nivel de incidencia fue la de Álvaro Portilla, aunque las de Luis Portilla, Vicente Portilla con incidencias entre 65 y 59 %.

El complejo de *Ascochyta* es bastante alto en la vereda por motivos de que la semilla que se utiliza no son certificadas si no que son sacadas de la mismo cultivo, *Ascochyta* en la esta resulta de corresponder en la de (fenalce 2006), quienes dicen que la variedad santa Isabel es susceptible a la mancha por acochyta (*Ascochyta pisi*).

Se evidencia un alto y bajo porcentaje de incidencias en algunas fincas, esto es debido a que algunos productores ponen en prácticas el manejo agronómico del cultivo y también aplican productos químicos que las casas comerciales les indican para el control de estos patógenos, esto ayuda a reducir la incidencia de esta enfermedad. Pero, en Monteadentro no todos los productores se encuentran capacitados y esto es una problemática muy grande y por lo tanto no desconocen mucho el potencial que puede ofrecerle un producto biológico al control de esta enfermedad en el cultivo de arveja.

La incidencia de la marchitez por *Fusarium* spp. varió entre 28,74 y 35,66 % sin diferencia entre las variedades, sin embargo, en relación a la mancha por *Ascochyta* spp. La incidencia fue mayor para la variedad Santa Isabel (55,33 %) con relación a Rabo Gallo (Tabla 5)

Tabla 5. Incidencia de enfermedades por variedades de arveja y a nivel de vereda

	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Ascochyta</i>
Variedades	Incidencia (%)	Incidencia (%)
1. Rabo Gallo	28,74 a	34,68 b
2. Santa Isabel	35,66 a	55,33 a
Vereda (Incidencia ponderada)	30,4	39,64

\* Proporciones con letras desiguales en las columnas difieren por la prueba de Z ( $P \leq 0,05$ )  
Datos tomados en fincas de la vereda Monte dentro (Fuente: Elaboración propia)

*Fusarium* sp. Estos resultados se refieren a una página (Pabón & Zapata, 2012).

Quiénes de material tienen un umbral de marchitez por *Fusarium* en arveja, M biopreparado, trichoderma tienen una gran ventaja al encontrarse un biopreparado de ASPAGRO, además el Caldo Rizosfera es efectivo para controlar la enfermedad, el cual es que es producido localmente.

Los actinomicetos controlan hongos y bacterias patogénicas y también aumentan la resistencia de las plantas, mediante un mecanismo de producción de antibióticos que provocan inhibición de patógenos del suelo y benefician el crecimiento y la actividad de Azotobacter y de las micorrizas (Coutinho, 2011). El problema de marchitez por *Fusarium* sp. en la vereda Monte dentro es algo de mucha importancia ya que es una de las enfermedades que más afecta al cultivo de arveja y es complicada de controlar cuando se practica el monocultivo y la plantación está en floración ya en su fase terminal y se causan pérdidas económicas muy altas. Como se pudo observar en la vereda Monte dentro es de gran importancia puesto a que de 10 fincas muestreadas todas salieron con problemas de *Fusarium* algunas con índice más bajo que otras, pero todas con presencia de este patógeno esto da a indicar que los productores no están tomando medidas para el control de este como se debería.

Resulta de gran importancia profundizar en las especies bacterias del Caldo rizósfera, biopreparado donde este grupo tuvo las más altas poblaciones. Dentro de las bacterias que han demostrado tener eficiencia en la solubilización de fosfatos en Colombia se encuentran varios géneros destacándose *Burkholderia cepacia*, *Pseudomonas* sp., *Aeromonas hydrophila*, *Pseudomonas luteola*, *Pseudomonas putida*, *Enterobacter sakasaki*, *Pantoea* sp. y *Enterobacter cloacae* (Lara, Esquivel y Negrete, 2011).

Algunos actinomicetos han sido descritos como agentes de biocontrol por la capacidad de producir enzimas biodegradativas como quitinasas, glucanasas, peroxidasas y otras (Tokata et al., 2002; Arasu et al., 2016).

## 9.2. Determinación de la eficacia de diferentes biopreparados producidos por ASPAGRO en el control de las enfermedades radiculares del cultivo de la arveja con prácticas orgánicas de manejo

### 9.2.1. Experimento para el control del Complejo *Ascochyta* spp.

El complejo por *Ascochyta* se detectó en el experimento en el quinto muestreo, a partir de ese momento la incidencia se mantuvo en incremento creciente. La curva de la dinámica del testigo estuvo siempre por encima del resto de los tratamientos. Se destacaron los tratamientos con *Trichoderma* y el control químico como los de curvas con valores relativos más bajos y dentro de los biopreparados el que presentó la curva con valores relativos más bajos fue el Caldo Rizósfera (Figura 6).

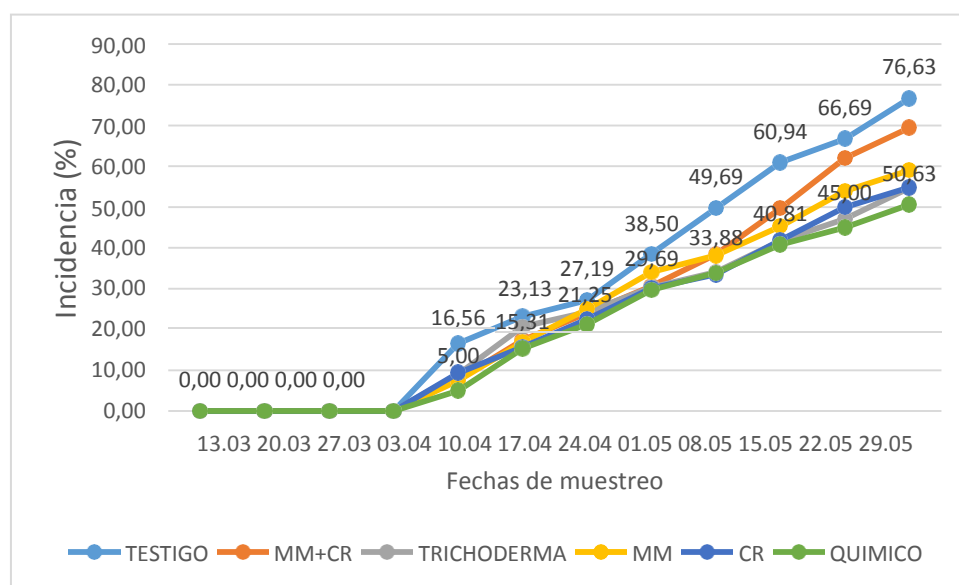


Figura 6. Dinámica de la incidencia del Complejo *Ascochyta* spp. en el experimento para el control de esta enfermedad en el cultivo de arveja.



El análisis de la ANOVA mostró diferencia estadística entre los tratamientos para el muestreo realizado el 17/04 el valor de incidencia mayor para el testigo (23,13%), con diferencia estadística con MM, CR, quedando *Trichoderma* y MM+CR intermedios desde el punto de vista estadístico, sin embargo en el muestreo del 01/05 aunque el testigo tenía el mayor nivel de incidencia, los tratamientos CR, *Trichoderma* y MM+CR de este se diferenciaban de este y no MM (Tabla 6).

Tabla 6. . Incidencia y ABCPE del complejo *Ascochyta* spp. en los tratamientos del experimento para el control de esta enfermedad en el cultivo de arveja

Tratamientos	Incidencia (%) / Fechas				ABCPE
	17-04	01-05	15-05	29.05	
<b>Testigo</b>				76,62	4494,00 a
	23,13 a	38,50 a	60,94 a	a	
<b>MM + Caldo rizósfera</b>				69,43	3705,18 b
<i>Trichoderma</i>	7,38 ab	30,63 b	49,69 b	a	
	0,63 ab	30,31 b	41,75c	b	3282,56 cd
<b>MM</b>				59,00	3503,50
	16,88 b	34,06 ab	45,31bc	b	bc
<b>Caldo rizósfera</b>				54,81	3227,43
	15,69 b	30,13 b	41,94 c	b	cd
<b>Químico</b>				50,25	3027,50 d
	15,31 b	29,69 b	40,81 c	b	
<b>C.V. (%)</b>	4,7	3,9	3,8	5,2	5,0
<b>Error Típico*</b>	0,03	0,03	0,03	0,05	90,24

\* Medias con letras desiguales en las columnas difieren por la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

En el muestreo del 15/05 el testigo mostró el mayor nivel de incidencia, todos los tratamientos se diferenciaban de este, sin embargo el control químico, *trichoderma*, CR y MM no se diferenciaban entre sí, pero sí de MM +CR, con excepción de MM. En el último muestreo del 29/05, los tratamientos de mayor incidencia del complejo *Ascochyta* en la base

del tallo fueron el testigo con 76,62% y MM +CR con diferencia estadística con el resto de los tratamientos.

El ABCPE resultó mayor desde el punto de vista estadístico para el testigo, todos los tratamientos se diferenciaban de este, sin embargo, el control químico, *Trichoderma* y CR no se diferenciaban entre sí. El ABCPE MM y MM + CR no se diferenció desde el punto de vista estadístico, pero MM se diferenció del químico y no de MM y CR.

La baja eficiencia de productos químicos para el control de esta enfermedad promueve la búsqueda de otras alternativas como el control biológico.

Los controles que se llevan a cabo en los cultivos de hoy en día se están volviendo algo de gran importancia puesto a que se buscan medidas de control que ayuden a mitigar las enfermedades primarias de los cultivos, las casas comerciales ofrecen productos químicos que ayudan a contrarrestar esas enfermedades pero en realidad lo que hacen es posponer el desarrollo de estos patógenos y que más adelante vuelvan y ataquen con mayor rigor puesto a que se vuelven resistente a estos productos comerciales. Entonces las nuevas alternativas que se buscan es el control biológico pero los productores no toman esta alternativa porque creen que son insuficiente para el control de enfermedades, pero se sabe que los productos biológicos no solo actúan para el control de enfermedades, además que aportan beneficios nutricionales a plantas y suelo que se verán reflejados a lo largo del tiempo.

Con relación a los componentes del rendimiento los granos/vaina variaron entre 8 y 9 para los tratamientos biológicos solos y el químico, pero disminuyó a 7 y 6,2 para la mezcla MM +CR y el testigo respectivamente, mientras que las vainas/plantas variaron entre 17 y 18 para el tratamiento químico y los biológicos solos, y bajo a 13 para MM +CR y a 10,45 en el

testigo y de forma similar se comportó la variable peso de las vainas g/vaina con valores muy similares y relativamente más altos para para los tratamientos biológicos solos y el químico, intermedio para MM + CR y menor para el testigo (Figura 7) ..

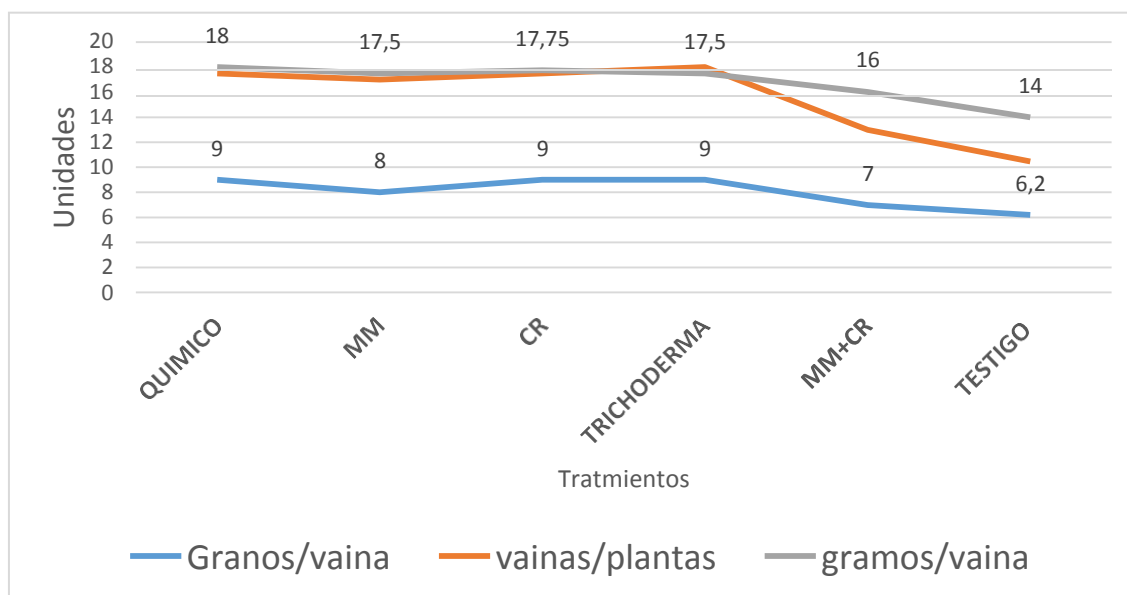


Figura 7. . Componentes del rendimiento en los diferentes tratamientos en el experimento de biopreparados contra del complejo *Ascochyta spp.*

Los rendimientos solo alcanzaron 3,75 t/ha en el testigo y 5,2 t/ha en el tratamiento MM + CR, mientras que en el resto oscilaron entre 7,43 y 7,76 t/ha. Los mayores rendimientos relativos se obtuvieron en el control químico y *Trichoderma* (7,76 t/ha), aunque MM y CR alcanzaron más del 94% de este valor, sin embargo, el tratamiento de MM + CR solo alcanzó el 66,3 % de ese valor y el testigo 46,44% (Figura 8).

Una respuesta positiva es la utilización de microorganismos antagónicos competitivos para proteger los cultivos de patógenos del suelo; en particular especies del genero *Trichoderma* han merecido la atención máxima como agente de biocontrol (Rosero, 2008).

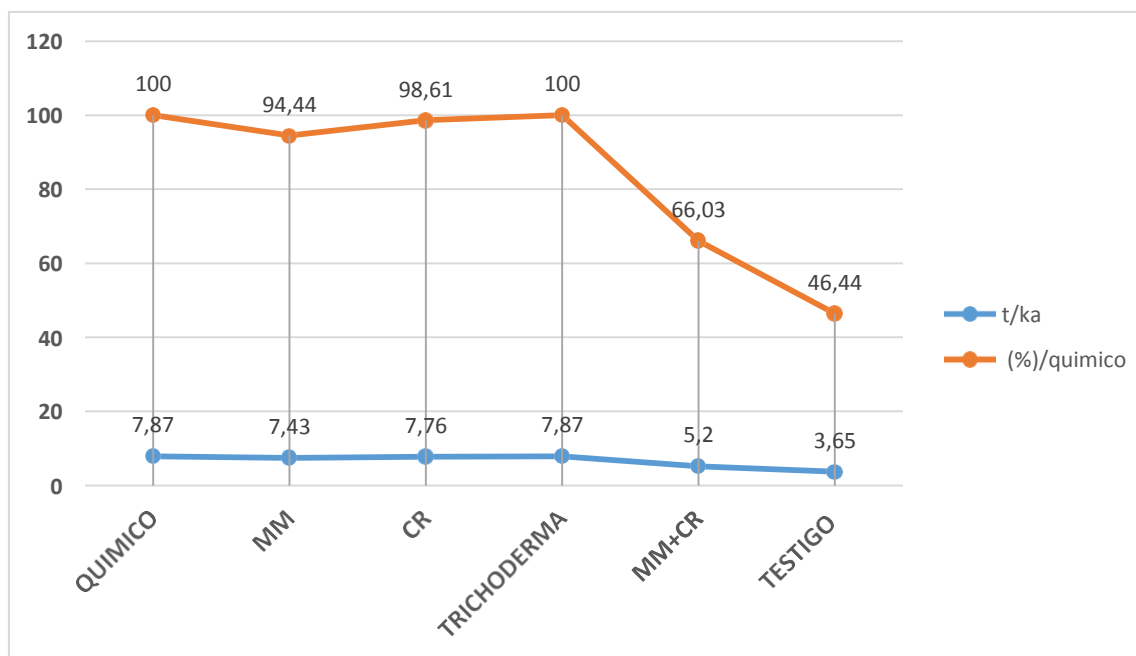


Figura 8. . Rendimiento en los diferentes tratamientos en el experimento de biopreparado contra del complejo *Ascochyta* spp. y porcentaje que representa respecto al químico.

Estos resultados en los rendimientos se corroboran con los niveles de control obtenidos anteriormente para el complejo *Ascochyta* por el fungicida químico, el biopreparado comercial *Trichoderma* y los dos biopreparado de ASPAGRO aplicados por separado (MM y CR).

### 9.2.2. Experimento para el control de la marchitez por *Fusarium* spp.

La marchitez por *Fusarium* spp. se detectó en el experimento en el tercer muestreo, a partir de ese momento la incidencia se mantuvo en incremento creciente sobre todo en el testigo, ya que la curva de la dinámica de este tratamiento estuvo siempre por encima del resto. Se destacaron los tratamientos con *Trichoderma* y el control químico como los de curvas

con valores relativos más bajos. Los dos biopreparado ASPAGRO aplicados solos presentaron la curva con valores relativos más bajos que la mezcla MM + Caldo Rizósfera. (Figura 9).

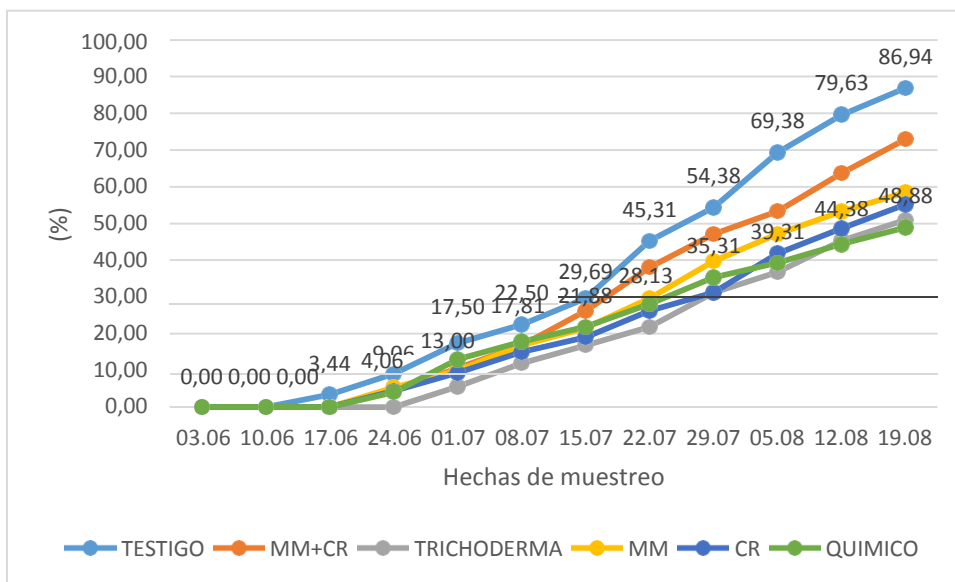


Figura 9. Dinámica de la incidencia de la marchitez por *Fusarium spp.* en el experimento para el control de esta enfermedad en el cultivo de arveja

El análisis de la ANOVA mostró diferencia estadística entre los tratamientos para el muestreo realizado el 08/07 el valor de incidencia mayor para el testigo (22,50%), aunque el control químico, MM y MM + CR no se diferenciaron de este. Los tratamientos donde se aplicó *Trichoderma* y CR fueron los de menor incidencia con diferencia estadística con el testigo, aunque MM y MM + CR no se diferenciaron de estos, sin embargo en el muestreo del 22/07 el testigo y MM+CR manifestaron los mayores niveles y el menor *Trichoderma*, aunque CR y el control químico no se diferenciaban de este (Tabla 9).

Tabla 7. Incidencia y ABCPE de la marchitez por *Fusarium spp* en los tratamientos del experimento para el control de esta enfermedad en el cultivo de arveja.

Tratamientos	Incidencia (%) / Fechas				ABCPE
	08-07	22-07	05-08	19.08	
<b>Testigo</b>	22,50 a	45,31 a	69,38 a	86,93 a	5240,81a
<b>MM + Caldo rizósfera</b>	16,88 abc	38,13 a	53,38 b	73,00 b	4158,87b
<b>Trichoderma</b>	12,00 c	21,88 c	36,81 d	52,00 c	2734,37 d
<b>MM</b>	16,88 abc	29,63 b	47,19 bc	55,18 c	3539,37c
<b>Caldo rizósfera</b>	15,00 bc	26,25bc	41,88 cd	58,50 c	3127,68 cd
<b>Químico</b>	17,81 ab	28,13 bc	39,31 d	46,00 c	3196,37 cd
<b>C.V. (%)</b>	9,7	5,8	4,5	5,9	7,1
<b>Error Típico*</b>	0,04	0,035	0,035	0,054	131,8

\* Medias con letras desiguales en las columnas difieren por la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ )

En el muestreo del 05/08 el testigo mostró el mayor nivel de incidencia, todos los tratamientos se diferenciaban de este, sin embargo, el control químico, *Trichoderma*, CR y MM no se diferenciaban entre sí, pero sí de MM +CR, con excepción de MM. En el último muestreo del 19/08, los tratamientos de mayor incidencia de la marchitez por *Fusarium* fue el testigo con 86,93 %, mientras que MM +CR presento diferencia con este y también con el resto de los tratamientos que presentaron incidencias de la enfermedad por debajo del 60%.

El ABCPE resultó mayor desde el punto de vista estadístico para el testigo, todos los tratamientos se diferenciaban de este, sin embargo el control químico, *Trichoderma* y CR no

se diferenciaban entre sí. El ABCPE de MM no se diferenció desde el punto de vista estadístico del control químico y CR, pero sí de MM +CR, siendo superado solo por *Trichoderma*.

Con relación a los componentes del rendimiento los granos/vaina variaron entre 8 y 9 para los tratamientos biológicos solos y el químico, pero disminuyó a 6 y 5 para la mezcla MM +CR y el testigo respectivamente, mientras que las vainas/plantas variaron entre 13,75 y 16,25 para el tratamiento químico y los biológicos solos, y disminuyó a 9,5 para MM +CR y a 7,5 en el testigo y de forma similar se comportó la variable peso de las vainas (g/vaina) con valores entre 12,5 y 15 (relativamente más altos) para para los tratamientos biológicos solos y el químico, intermedio (9,5) para MM + CR y menor (7,5) para el testigo (Figura 10).

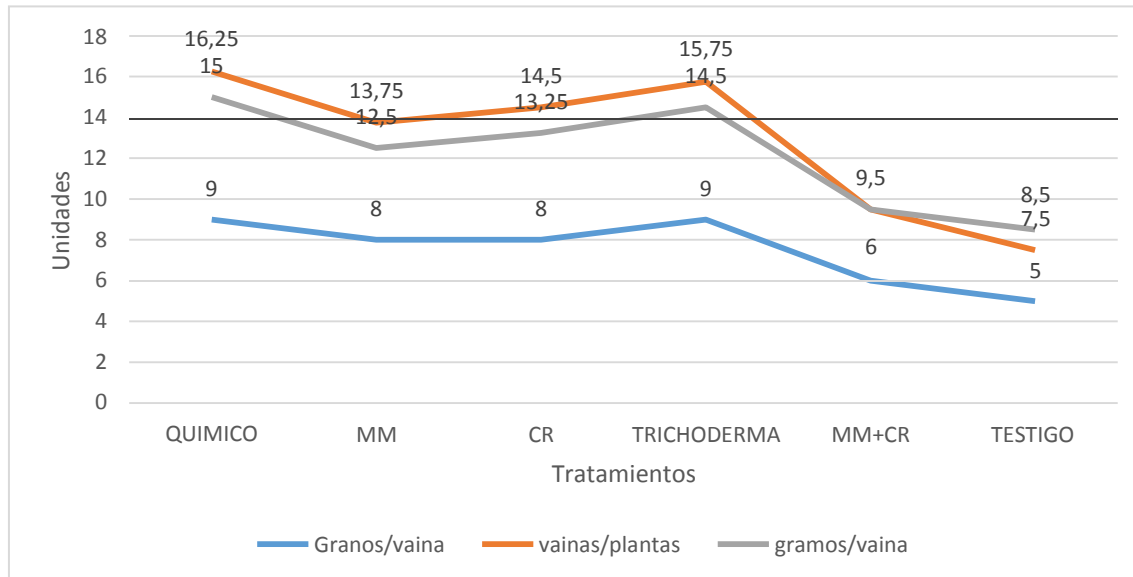


Figura 10. Componentes del rendimiento en los diferentes tratamientos en el experimento de biopreparado contra *Fusarium spp.*

Se pone de manifiesto el efecto que hace la enfermedad sobre los componentes del rendimiento cuando no se hace un control eficaz. Por otra parte, en todos los tratamientos estos indicadores presentaron valores relativos inferiores a los mostrados en el experimento para el control del complejo *Ascochyta*.

Los rendimientos solo alcanzaron valores muy bajos, 1,59 t/ha en el testigo, 2,25 en el tratamiento MM + CR, mientras que en el resto oscilaron entre 4,29 y 6,69 t/ha. El mayor valor de rendimiento relativo se obtuvo en el control químico (6,69 t/ha). MM solo alcanza el 70,51% y CR el 78,82 % de este valor. El sin embargo el tratamiento de MM + CR solo alcanzó el 37 % de ese valor (Figura 11).

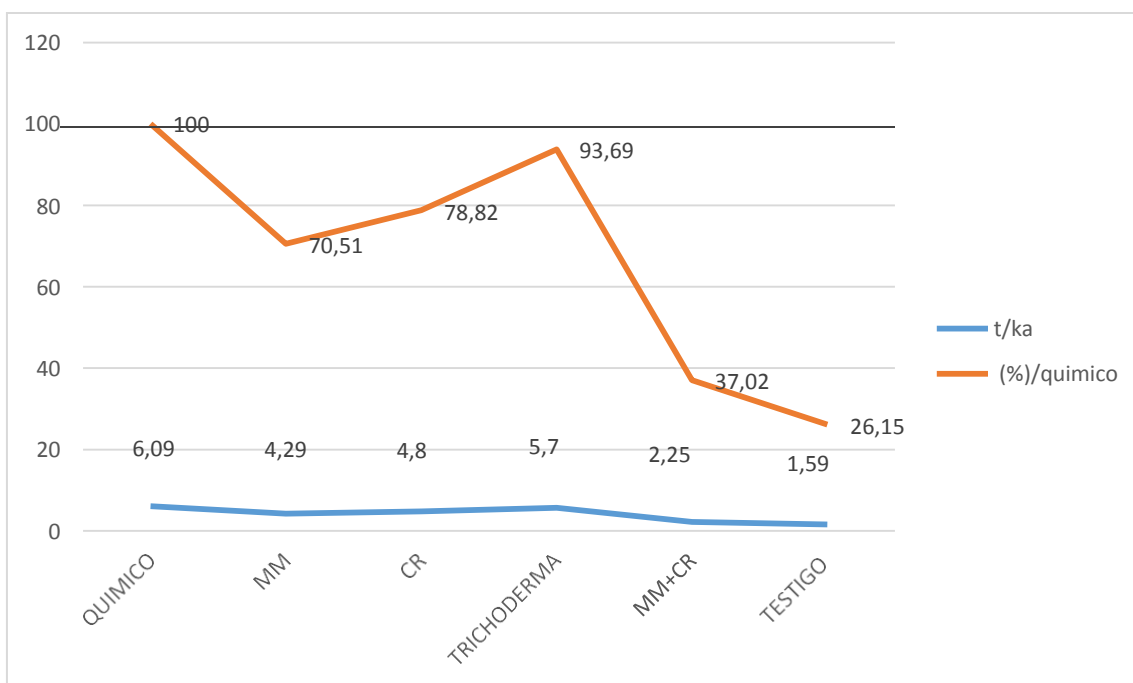


Figura 11. Rendimiento en los diferentes tratamientos en el experimento de biopreparado contra *Fusarium spp.* y porcentaje que representa respecto al químico.



Se verifica la importancia *Fusarium* spp. en el cultivo de la arveja ya que en el testigo casi hubo una reducción de las tres cuartas partes del rendimiento lo cual coincide con Eraso et al., (2014).

Los tres productos biológicos pueden constituir alternativas para el control de la marchitez por *Fusarium* bajo las condiciones de Pamplona, evitando el uso indiscriminado de químicos y la selección de razas resistentes a los fungicidas de alta efectividad como el benomilo, pero que actúan solo sobre un punto del metabolismo del hongo.

En ensayos de control usando *Trichoderma* se obtuvieron para los tratamientos biológicos en la variedad Santa Isabel 6,50 y 7,45 granos por vaina Eraso et al. (2014), lo cual se corresponde con los resultados del presente trabajo.

Los presentes resultados con los tratamientos químicos con Benomil apoyan los resultados de Pabón-Villalobos y Castaño-Zapata (2012) quienes obtuvieron reducción de la incidencia de *Fusarium* spp en arveja con este fungicida en relación al testigo. De igual forma estos investigadores comprobaron la reducción de diferentes cepas de *Trichoderma* para el control de la marchitez por *Fusarium* en este cultivo.

## 10. Conclusiones

1. Las enfermedades más importantes en la raíz y la base de tallo de la arveja en la Vereda Monte dentro en Pamplona fueron la marchitez por *Fusarium* spp. y el complejo de hongos denominada complejo *Ascochyta* spp. que, aunque presentaron diferencias estadísticas entre las fincas alcanzaron una incidencia superior al 30 % a nivel de vereda.
2. La incidencia de la marchitez por *Fusarium* spp. no manifestó diferencia entre las variedades en la Vereda Monte dentro en Pamplona, sin embargo, la variedad Santa Isabel presentó mayor incidencia por *Ascochyta* spp. que Rabo Gallo.
3. El biopreparado Caldo Rizósfera de ASPAGRO y el biopreparado comercial a base de *Trichoderma* logran reducir la incidencia y el ABCPE del complejo *Ascochyta* spp. en arveja de forma similar al control químico, manteniendo los niveles de rendimiento.
4. El biopreparado Caldo Rizósfera de ASPAGRO y el biopreparado comercial a base de *Trichoderma* logran reducir la incidencia y el ABCPE de la marchitez por *Fusarium* spp. en arveja de forma similar al control químico, aunque se reducen ligeramente los rendimientos.

## 11. Recomendaciones

1. Validar en otras plantaciones de arveja el Biopreparado Caldo Rizósfera de ASPAGRO para el control de enfermedades radiculares de este cultivo bajo las condiciones del Municipio Pamplona.
2. Divulgar los presentes resultados en eventos científicos, talleres con agricultores días de campo y otras actividades de extensionismo.
3. Continuar evaluando tanto el Caldo Rizósfera como los demás biopreparado de ASPAGRO en aras de buscar alternativas para obtener producciones más limpias en el Municipio de Pamplona.

## 12. Bibliografía

- APS (American Phytopathological Society). (1998). Compendium of Strawberry Diseases. Second Edition. J. L. Maas. Beltsville, Maryland. 98 p.
- Agrios G. 2006. Plant disease. New York. American Phytopathology Society. Vol. 98, no 6, p. 1117-1128.
- Aguirre, R. Monica. 2000. Control químico de *Fusarium* en arveja *Pisum sativum*.
- Agronet. 2012. Área cosechada, producción y rendimiento de Arveja, 1997-2010. Consultado 23 octubre. Disponible en. <http://www.agronet.gov.co/www/htm3b/ReportesAjax/VerReporte.aspx>.
- Barnett, H.L. y Hunter, B.B. 1998. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Fourth edition. St. Paul Minnesota U.S.A. 218p.
- Buriticá, P. 1999. Directorio de patógenos y enfermedades de las plantas de importancia económica en Colombia. Instituto Colombiana Agropecuario, ICA – Universidad Nacional de Colombia, Medellín. Promedios, Santafé de Bogotá. 329 p.
- Campbell, C.L. y Madden, L.V. (1990). Introduction to Plant Disease Epidemiology. Wiley, New York, USA.
- Cáceres, G. P., & Gelves, D. Y. M. (2013). La producción de arveja *Pisum sativum* en la vereda Monteadentro, provincia de Pamplona, Norte de Santander. Face: Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, 11(2).

- Caizaguano, I., & Janneth, M. (2016). Estudio de radiosensibilidad en la germinación y crecimiento de la arveja *Pisum Sativum* L, con semillas expuestas a radiación gamma utilizando un irradiador de Co-60 (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).p23-24
- Camarena, F (2003) Comportamiento del cultivo de arveja frente a ediciones de espaldera Universidad Nacional Agraria la Molina Editorial Edigraf SRL. Lima – Perú2003. Pp22
- Carapaz Ayala, N. M., & Román Pilacuán, N. D. (2013). Respuesta de tres variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) a cuatro aplicaciones de biofertilizantes en Bolívar provincia del Carchi (Bachelor's thesis).
- Casaca, Á. D. (2005). El Cultivo de la Arveja *Pisum sativum* 2 Guías Tecnológicas de Frutas y Vegetales. Costa Rica: Promosta-Dicta.p11-15
- Cevallos Barros, E. I. (2015). Caracterización agronómica de dos cultivares de guisantes (*Pisum sativum* L.) en diferentes distanciamientos de siembra en la zona de Pueblo viejo, provincia de Los Ríos” (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2015).61p.
- Chachalo, C., & Elías, V. (2017). Análisis de riesgo de plagas de granos de arveja (*Pisum sativum* L.) para consumo, originarios de Argentina (Bachelor's thesis, Quito: UCE).14-20p.
- Cuaical, T., & Elisa, C. (2014). Evaluación de tratamientos químicos más Fosfito de calcio para el control de antracnosis (*Ascochyta pisi*) en cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.), en el Cantón Huaca (Bachelor's thesis).11-14p.
- Coutinho, F.M. (2011). Programa de extensão “Divulgação das Plantas Mediciniais, da Homeopatia e da Produção de Alimentos Orgânicos”. En Cuaderno los Microorganismos Eficientes (EM). Instruções práticas sobre uso Ecológico e social do EM. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa.
- Eduardo Peralta, Á. M. (2010). Manual Agrícola de Fréjol y otras Leguminosas. Quito, Ecuador: Iniap-Pronaleg-Ga.pp13-14

- Elósegui, O. (2006). Métodos artesanales de producción de bioplaguicidas a partir de hongos entomopatógenos y antagonistas, Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV). *Ciudad de la Habana, Cuba, 61pp.*
- Eraso , C., Acosta, J., Salazar, C., & Betancourth, C. (2014). Evaluación de cepas de *Trichoderma* spp. Para el manejo del amarillamiento de arveja causado por *Fusarium oxysporum*. Corpoica. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 15(2).
- Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas, FENALCE. 2002. Documento interno. Estadísticas de Producción Nacional. Bogotá, Colombia. p. 1.
- Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas, FENALCE. 2010. El cultivo de la arveja, historia y su importancia. Consulta: agosto de 2017. En línea:  
[http://www.fenalce.org/arch\\_public/arveja93.pdf](http://www.fenalce.org/arch_public/arveja93.pdf).
- Flores Flores, M. A. (2010). Respuesta del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) a la aplicación complementaria de tres fertilizantes foliares a tres dosis. San Gabriel. Carchi (Bachelor's thesis). p14-15
- García V. 2006. Entomología. Módulo control de plagas. Universidad Bolívar. Facultad Ciencias Agro. CAEDIS-Ventanas.
- García Rodríguez, A. I. (2012). Efecto de las aplicaciones de fósforo y potasio sobre la producción de grano y la presencia de *Ascochyta pisi* en arveja (Bachelor's thesis).95p.
- González JC, Maruri JM, González A. 2005. Evaluación de diferentes concentraciones de *Trichoderma* spp. Contra *Fusarium oxysporum* agente causal de la pudrición de plántulas en papaya (*Carica papaya* L.) en Tuxpan, Veracruz, México. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Veracruzana. *Revista UDO Agrícola* 45-47.
- Guerrero, C. J., & Mera, K. (1989). Aspectos fitopatológicos del cultivo de arveja. Seminario Nacional de Leguminosas de Grano-Temuco. *INIA* 8(3)43-47.

- Krarup, C., Moreira, I., Contreras, P., Matte, M., & Rodríguez, A. (1998). Arveja, Características de la especie. Pontificia Universidad Católica de Chile.p23
- Latorre G, Bernardo. (1992). Enfermedades de las plantas cultivadas. Tercera Edición. Ediciones Universidad Católica Santiago, Chile. 628. 36-37pp.
- Lara, C., Esquivel, L., Negrete, J. (2011). Bacterias nativas solubilizadoras de fosfatos para incrementar los cultivos en el departamento de Córdoba-Colombia. Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial, 9(2), 114-120.
- Marcalla, V., & Patricio, W. (2011). Evaluación de dos bioles a partir de dos fuentes orgánicas (bovino y cobayo) a cuatro dosis de aplicación en dos variedades del cultivo de arveja (*Pisum sativum*) en la comunidad de Plancha loma Toacaso Latacunga 2011.pp22
- Núñez Flores, A. G. (2013). Control orgánico de *Fusarium* (*Fusarium oxysporium*) en arveja (*Pisum sativum*) (Bachelor's thesis). p9-13
- Gutiérrez, L. A., & Zapata, J. (2011). Caracterización del agente causante de la Pudrición de raíces de la arveja (*Pisum sativum* L), enfermedad endémica en el municipio de Manizales-Caldas (Colombia). Agronomía, 19(2), 33-43.
- Gutiérrez, L. A., & Zapata, J (2012). In-vitro efficacy of plantain lixiviates on *Fusarium oxysporum* Schlecht, causal agent of pea (*Pisum sativum* L) roots rot. *Agronomía*, 20(1), 17-25p.
- Pabón- Gabriel, L., & Cuásquer- Javier F. ( 2011). Alternativas De Control Fitosanitario En Tres Variedades de Arveja (*Pisum Sativum* L.) Con El Uso De Biofertilizantes (*Rhizobium* Y Micorrizas), Silicio Y Pesticidas En Bolívar-Carchi (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2011). p2
- Pabón-Villalobos, J., & Castaño-Zapata, J. (2012). Identificación de hongos y bacterias en granos de arveja (*Pisum sativum* L.). Estimación histopatológica del grado de infección inducido por

*Stagonospora nodorum* (Berk.) Castellana & Germano en plántulas de trigo (*Triticum aestivum* L.), 26. Vol. 20 No. 1 104 p. enero - junio 2012 ISSN 0568 - 3076

Pabón-Villalobos, J., & Castaño-Zapata, J. (2012) manejo de la pudrición radical de la arveja (*Pisum sativum* L.) causada por *Fusarium oxysporum* Schlechtend.: fr. p2. Agron. 20(2): 37 - 44, 2012

Paredes Molina, A. M. (2015). Caracterización morfo-agronómica de dermatoplasma de arveja, (*Pisum Sativum* L.) en La Granja Laguacoto II, cantón Guaranda, provincia Bolívar (Bachelor's thesis, Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela de Ingeniería Agronómica).110p.

Peralta, I., Murillo, I., Mazón, O., Falconí, C., Monar, B., Pinzón, Z., & Rivera, J. (2007). Manual agrícola de frijol y otras leguminosas: cultivos, variedades, costos de producción (No. F01-26).21-22p.

Prado Velásquez, L. A. (2008). Evaluación agronómica de dos líneas de arveja (*Pisum sativum* L) y su efecto a la fertilización química y orgánica, en el Cantón Chimbo (Bachelor's thesis, Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela de Ingeniería Agronómica).132p.

Pullupaxi, G., & Manuel, O. (2016). Control orgánico de *Fusarium* (*Fusarium oxysporium*) en arveja (*Pisum sativum*) en la provincia del Tungurahua cantón Píllaro parroquia Presidente Urbina (Bachelor's thesis).18-21p.

Rosero GA. 2008. Evaluación de cuatro cepas de *Trichoderma* sp. y sus combinaciones para el control de *Fusarium oxysporum* en sandía (*Citrullus lannatus*). Proyecto especial presentado para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciatura. Honduras. 26p.

Sánchez, C. 2004. Cultivo y Comercialización de Hortalizas. Lima PE. 91 p. 11



- Sauders, L. 1984. Las Plagas Invertebradas de Cultivos Anuales Alimenticias en América Central Turrialba. Costa Rica. 44p.
- Subia, C, R (2001). “Evaluación de tres cepas introducidas de *Rhizobium leguminosarum* en cuatro variedades de arveja *Pisum sativum* L para la zona interandina”. Tesis de Ingeniero Agropecuario. Sangolqui-Ecuador. Escuela Politécnica del Ejército, Facultad de Ciencias Agropecuarias-IASA.
- Toledo, M. y Aguirre, V. 1999. MOHO GRIS (*Botrytis cinerea*) Enfermedad a combatir en el cultivo y almacenamiento de Fresa. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). La Esperanza, Intibucá, Honduras, C. A. 36 p.
- Tamayo, P.J. 2000. Enfermedades del cultivo de la arveja en Colombia: Guía de reconocimiento y control. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Corpoica, Fenalce, Sena y SAC. p. 49.
- Torres, C. 2002. Manual Agropecuario. 1ed. Bogotá. Colombia. Limerin S.A. 679. p. 10.
- Tokata, RK, Strap J.L, Jung, C.M, Crawford, D.L., Salove, M.H., Deobald, L., Bailey, J., Morra, M.J. (2002) Novel plant–microbe rhizosphere interaction involving *Streptomyces iydicus* WYEC108 and the pea plant (*Pisum sativum*). *Applied and Environmental Microbiology* 68: 2161–2171.
- Valencia, A., Timaná, Y., & Checa, O. (2012). Evaluacion de 20 lineas de arveja (*Pisum sativum* L) y su reacción al complejo de *Ascochyta*. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 29(2), 39-52.

**Anexo**



*Anexo 1-2 aplicacion de biopreparados*



*Anexo 3-4 pesaje de las vainas*