

**Enfermedades foliares más importantes del cultivo de la fresa en Pamplona,  
algunas alternativas de control**

**Alex Baldovino Sanjuán**

**Diciembre del 2017**

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

**Pamplona Norte de Santander**

**Enfermedades aéreas más importantes de la fresa en pamplona algunas  
alternativas de control**

**Alex Baldovino sanjuán Cód. 1094274508**

**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  
Asesor**

**Leónides Castellanos González**

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



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 No 612406 de Cúcuta, docente del programa de Ingeniería Agronómica adscrito a la Facultad de Ciencias Agrarias perteneciente al GIAS Grupo de Investigación de Ganadería y Agricultura Sostenible, me permito informar el apoyo como tutor académico a trabajo de pregrado titulado **Enfermedades foliares más importantes de la fresa en Pamplona, algunas alternativas de control** Cuyo autor Alex Baldovino Sanjuán, identificado con Cédula de Identidad No. 1094274508 de Pamplona Norte de Santander. Trabajo para optar el título de Ingeniero Agrónomo de la Universidad de Pamplona. Asimismo, se autoriza entregar el documento de tesis ya que se realizaron las correcciones sugeridas por el tribunal de defensa.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente

Leónides Castellanos Gonzales  
CE 612406  
Celular: 3166993265  
Email: lclcastell@gmail.com, leonides.castellanos@unipamplon.edu.co



Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz

**Dedicatoria:**

Primeramente, a Dios por darme por darme fuerzas para seguir día a día desarrollando este proyecto de investigación y darme confianza en él.

A mis padres Dalgi López de la hoz y Servio Baldovino por ese apoyo incondicional, por el afecto, el cariño, amor y los buenos consejos.

A todos mis hermanos y en especial a Madeleys Baldovino por esa amiga y hermana incondicional e Isela Baldovino por ser tan voluntaria.

A todos mis amigos que me acompañaron en esta vida universitaria, por su colaboración, disposición y el buen compañerismo

**ALEX BALDOVINO SANJUAN**

### **Agradecimientos:**

Mis más sinceros agradecimientos con mi tutor y amigo Dr Leonides Castellanos Gonzales por aceptar realizar este trabajo de investigación, por las ideas y conocimientos brindados y por su disponibilidad en cada momento que lo necesité hasta culminar todo el trabajo.

A la Universidad de Pamplona por medio de la facultad de Ciencias Agrarias (I.A.) porque me ha formado científica y técnicamente para poder desarrollar mi tesis de igual modo a todos esos docentes que cuentan con una Ética profesional.

Gabelo dueño de la finca donde desarrollé el experimento, siempre se mostró interesado y dispuesto a colaborar con cualquier material físico que necesitara en su predio.

A todos aquellos compañero y amigos que me ayudaron con algunas labores previas a realizar en el desarrollo de este proyecto de investigación

**ALEX BALDOVINO SANJUAN**

## Tabla de Contenido

### Contenido

Capítulo 1. ....	9
Introducción .....	9
1.Planteamiento del Problema. ....	12
1.    Justificación .....	15
3. Objetivos .....	17
3.1 Objetivo General .....	17
3.2 Objetivos Específicos.....	17
Capítulo 2 .....	18
Antecedentes .....	18
5.Marco contextual .....	21
El Departamento Norte de Santander .....	21
El municipio de Pamplona.....	23
6. Marco teórico.....	25
Generalidades del cultivo de la fresa .....	25
Origen y clasificación.....	25
Principales países productores y situación en Colombia .....	26
Morfología.....	27
Propagación .....	27
Fenología del cultivo de fresa .....	27
Requerimientos climáticos.....	28
Tecnologías de cultivo.....	28
Establecimiento del cultivo .....	29
Suelo.....	29
Propagación .....	30
Densidad de Siembra .....	30
Requerimientos de agua .....	30
Requerimientos y deficiencias nutricionales .....	31
Materia Orgánica .....	31
Conductividad eléctrica.....	32

Importancia de los abonos orgánicos .....	32
Plagas de la fresa.....	33
Enfermedades parasitarias .....	34
Buenas prácticas agrícolas (BPA) .....	41
7. Marco legal.....	48
6.1 Reglamento Estudiantil, Universidad de Pamplona. ACUERDO No.186 .....	48
ARTÍCULO 35 .....	48
ARTÍCULO 36. ....	48
Capítulo 3. ....	50
8. Metodología.....	50
8.1 Determinación de la eficacia de diferentes biopreparados producidos por ASPAGRO en el control de las enfermedades foliares del cultivo de la fresa con prácticas orgánicas de manejo	54
Para el control de enfermedades foliares inicialmente se realizará un saneamiento a todas parcelas del experimento y se aplicó materia orgánica gallinaza a 400 kg/ha. ....	54
Los tratamientos son los siguientes tratamientos: .....	54
Capítulo 4 .....	58
9. Resultados y Análisis .....	58
10. Conclusiones .....	85
11. Recomendaciones .....	87
12. Bibliografía .....	88
13. Anexos.....	94

## Listado de Figuras

Figura 1 Síntomas de Viruela a); conidios de <i>Ramularia tulasnei</i> b).....	59
Figura 2. Antracnosis en hoja a); flores b); frutos c); conidios y conidióforos de <i>Colletotrichum</i> sp d) .....	60
Figura 3. Frutos con síntomas de pudrición blanda a); hifas y conidios del hongo <i>Botrytis cinerea</i> b) .....	61
Figura 4. Síntomas de mancha bacteriana por <i>Xantomona fragariae</i> a) y b) .....	61
Figura 5. Dinámica de la incidencia de <i>Mycosphaerella fragariae</i> (Tul.) Lindau ( <i>Ramularia</i> <i>tulasnei</i> Fuckel) en el follaje de la fresa en los diferentes tratamientos. ....	67
Figura 6. Dinámica de la severidad de <i>Ramularia tulasnei</i> (Tul.) Lindau ( <i>Mycosphaerella fragariae</i> Fuckel) en el follaje de la fresa en los diferentes tratamientos.....	68
Figura 7. Dinámica de la incidencia de la antracnosis <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Penz en el follaje de la fresa en los diferentes tratamientos. ....	71
Figura 8. Dinámica de la severidad de la antracnosis <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Penz en hojas de fresa en los diferentes tratamientos. ....	72
Figura 9. , Dinámica de la incidencia de la antracnosis <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Penz en frutos de fresa en los diferentes tratamientos. ....	75
Figura 10. Dinámica de la incidencia de la antracnosis <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Penz en flores de fresa en los diferentes tratamientos. ....	77
Figura 11. Dinámica de la incidencia de la en frutos <i>Botrytis cinérea</i> (de Bary) Whetzel en frutos de fresa en los diferentes tratamientos. ....	79
Figura 12. Dinámica de la incidencia de la mancha bacteriana <i>Xanthomonas fragariae</i> Kennedy y King en hojas de fresa en los diferentes tratamientos. ....	81
Figura 13. Dinámica de la severidad de la mancha bacteriana <i>Xanthomonas fragariae</i> Kennedy y King en hojas de fresa en los diferentes tratamientos .....	82

### Listado de Tablas

Tabla 1 biopreparado y tipo de fermentación .....	55
Tabla 2 Síntomas y agente causal de las enfermedades más importantes identificadas...	58
Tabla. 3 Porcentaje de incidencia de las enfermedades foliares por vereda en el municipio de Pamplona.....	62
Tabla 4. Severidad de enfermedades foliares por vereda en el municipio Pamplona .....	63
Tabla 5 Incidencia de las enfermedades por variedades en el municipio de Pamplona ...	65
Tabla 6 Severidad de las enfermedades foliares por variedades en el municipio de Pamplona .....	65
Tabla 7. Resultado del análisis estadístico de la incidencia (I) y severidad (S) de <i>Lindau Ramularia tulasnei</i> Fuckel ( <i>Mycosphaerella fragariae</i> (Tul.)) en hojas de fresa en diferentes momentos de muestreos entre los diferentes tratamientos. ....	69
Tabla 8. Resultado del análisis estadístico de la incidencia (I) y severidad (S) de la antracnosis <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> en hojas de fresa.....	73
Tabla 9. Incidencia (I) de Antracnosis <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> en frutos .....	76
Tabla 10. Incidencia (I) de antracnosis en flores fresa .....	78
Tabla 11. Incidencia (I) de la pudrición por <i>Botrytis cinerea</i> en frutos de fresa .....	80
Tabla 12. Resultado del análisis estadístico de la incidencia (I) y severidad (S) de mancha bacteriana <i>Xanthomonas fragariae</i> Kennedy y King en hojas de fresa .....	83

## Resumen

Este trabajo tuvo como objetivo general Evaluar las enfermedades más importantes de fresa en Pamplona y diferentes alternativas orgánicas de control, como objetivos específicos fue identificar las enfermedades foliares parasitarias en el cultivo de la fresa bajo las condiciones de Pamplona y determinar la eficacia de seis biopreparados en el control de las enfermedades foliares del cultivo de la fresa con prácticas orgánicas de manejo, el primer objetivo se desarrolló en seis veredas del municipio de Pamplona Norte de Santander, estas fueron: Chíchira, Jurado, Monte dentro, El Rosal, Altograndre y Cariongo, y en tres fincas de cada vereda con el fin de lograr el reconocimiento de las enfermedades foliares más importantes de la fresa y la identificación del microorganismo causal, el segundo objetivo se llevó a cabo en la finca Camacho ubicada en de la vereda Cariongo del municipio de Pamplona Norte de Santander, Colombia, en un lote situado a una altura promedio de 2475 msnm, tiene una extensión de 1498,4 m<sup>2</sup> plantados en fresa, las variedades Albión, y se utilizó un diseño de bloques al azar con nueve tratamientos. De los cuales seis fueron biopreparados, tres testigos (una saneado, uno sin sanear y un químico), se determinó que las enfermedades foliares más importantes de la fresa en las Veredas de Pamplona fueron *Ramularia tulasnei*, *Colletotrichum* sp., *Botrytis cinerea* y *Xanthomonas fragariae* Aunque los bioproductos de ASPAGRO Caldo Rizósfera y ME mostraron resultados similares que el control químico en las variables evaluadas de la antracnosis en hojas, flores y frutos y se logra niveles aceptables de severidad al final del ciclo del cultivo en el follaje de la fresa, los resultados de los niveles de incidencia en flores y frutos no son los deseados.

## Capítulo 1.

### Introducción

La fresa se conoce desde siglo XVI como cultivo, ha merecido especial atención de los genetistas y cultivadores que han logrado tener numerosas variedades con cualidades específicas sin que esta tarea haya terminado todavía, la fresa es una planta herbácea, perteneciente a la familia de las Rosaceae, de unos 15 a 45 cm de altura, de follaje verde brillante, El fruto deriva de una modificación del receptáculo y en él se encuentran los “aquenios”, o sea los verdaderos frutos secos de este tipo, pero que vulgarmente se le conocen con el nombre de semillas, pueden ser cultivadas también en el clima subtropical y a temperaturas frías. Los factores climáticos a tener en cuenta son: la temperatura y el fotoperiodismo, siendo la temperatura a el factor ambiental que tiene mayor influencia (Sánchez, 2006)

Son plantas herbáceas, perennifolias, con rizomas y estolones epigeos más o menos desarrollados, que enraízan en los nudos donde nacen hojas arrosetadas tri-partidas. Los tallos son generalmente simples, más o menos erectos y anuales. Las hojas se agrupan en falsas rosetas, con los segmentos ovalo-rómbicos, distalmente dentados. Las inflorescencias se organizan en cimas con brácteas. Las flores, hermafroditas o funcionalmente unisexuales, tienen un receptáculo con la zona axial algo cónica, acrescente y carnosa en la fructificación. Los 5 sépalos son lanceolados y en general enteros, más o menos acrescentes, erectos, patentes o reflejos en la fructificación. El cálculo tiene 5 piezas más estrechas que los sépalos y son usualmente enteros (Angulo, 2007)

La fresa *Fragaria sp* es una planta perteneciente a la familia Rosácea, considerada fruta de placer por excelencia. Se destaca por su contenido de vitamina C, taninos, flavonoides, antocianinas, catequina, quercetina, kaempferol y ácidos orgánicos (cítrico, málico, oxálico) ayudan a disminuir el riesgo de eventos cardiovasculares, mejoran la función endotelial vascular y disminuyen la trombosis, la agricultura orgánica es un sistema de producción orientado a la producción de alimentos de alta calidad nutritiva, que está exenta del uso de químicos, como uso de agroquímicos (fertilizantes), plaguicidas, organismos genéticamente modificados (transgénicos), hormonas sintéticas, A fin de conservar la biodiversidad y cumplir con el desarrollo sostenible (Hernández et al., 2015).

La fresa (*Fragaria x ananassa* Duch cv. Camarosa), es un fruto no climatérico, muy delicado y tiene una vida útil muy corta (1). Por sus condiciones fisiológicas resulta muy susceptible a la pérdida de humedad (2) y al ataque por microorganismos, especialmente al hongo *Botrytis cinerea*, que ocasiona grandes pérdidas durante su transporte y comercialización porque disminuye los atributos de sabor, aroma y textura, afectando su calidad comercial y su atractiva frescura para el consumidor. La conservación en frío es una práctica habitual para prolongar el período de almacenamiento de las frutas, en Colombia, el empleo de frío está muy limitado por la ausencia de sistemas en cadena que garanticen bajas temperaturas para el producto, y por sus altos costos. Las fresas se cosechan a primeras horas del día (Restrepo y Aristizábal, 2010).

El peso de la fresa varía según la variedad entre 16,53 y 6,65 g. Su concentración de azúcar oscila entre 6,7 y 7,28 grados Brix, El sabor es condicionado por el balance de azúcar y acidez, ya que cuenta con una serie de azúcares y ácidos con diferentes grados de

concentración según la variedad. La fresa ha de tener un brillo intenso y un color rojizo oscuro y uniforme, aunque puede ser más rosado o anaranjado dependiendo de la variedad. El color natural en estado maduro es rojo y solo dos variedades maduran con un color blanco. En Colombia es posible empezar el cultivo de la fresa en cualquier época del año. La recolección se lleva a cabo en la época seca, que coincide con la época de menor producción para destinos importadores como Países Bajos, y países exportadores como Estados Unidos, México y España (Cámara de Comercio Bogotá, 2015).

La fresa se cultiva en más de 60 países del mundo; el principal productor es Estados Unidos, con un millón 115 mil toneladas al año; le siguen Rusia (324 mil toneladas) y España (263 mil 900 toneladas). México ocupa el noveno lugar, con 160 mil toneladas. España es la nación que encabeza la lista de exportadores de fresa en el mundo, con 207 mil 974 toneladas; seguida de Estados Unidos (103 mil 953 toneladas); y México, con un total de 70 mil 970 toneladas al año. Dentro de los países con mayor volumen de importación se encuentra Francia, con 117 mil 219 toneladas; seguido de Alemania (90 mil 835 toneladas) y Canadá (84 mil 731 toneladas) (Santoyo y Martínez, 2009).

El mejor terreno para la fresa es el suelo arenoso limoso a suelo limoso para que se facilite el drenaje y aun así pueda proveer importantes niveles de materia orgánica. Los suelos arcillosos pesados requieren camas más altas para mejorar. En un suelo con baja materia orgánica (menos de 1-2%), Los campos con grandes cantidades de residuos se deberían preparar con mucha anticipación a la fumigación así como el trazo de camas para permitir que los residuos se desintegren, Regula la temperatura del suelo para influenciar el momento oportuno para el desarrollo y madurez de la fruta • Protege a las flores y frutas contra el suelo y los problemas relacionados a las enfermedades • Conserva la humedad del

suelo La cobertura se vende en muchos matices y colores incluyendo negro, blanco y verde. Las coberturas de colores absorben menos calor que las de color negro (koike y bolda, 2015).

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

La inocuidad es una característica fundamental de los alimentos que determina su calidad, cada año se enferman millones de personas, por ingerir alimentos insalubres, los problemas más preocupantes relacionados con la inocuidad de los alimentos es la contaminación microbiológica y química (fertilizantes, plaguicidas entre otros ) es importante por lo tanto promover las Buenas Prácticas Agrícolas, Los productores de fresas no cuentan con capacitaciones que les permitan conocer y poner en práctica el adecuado manejo del cultivo, esto conlleva a que se obtengan producciones con límites de pesticidas desconocidos y al no disponer de agua de calidad para los cultivos se obtienen fresas contaminadas que provocan enfermedades transmitidas por alimentos (Etas) (Escobar, 2015).

La producción agropecuaria tiene unos profundos efectos en el medio ambiente en conjunto. Son la principal fuente de contaminación del agua por nitratos, fosfatos y plaguicidas. También son la mayor fuente antropogénica de gases responsables del efecto invernadero, metano y óxido nitroso, y contribuyen en gran medida a otros tipos de contaminación del aire y del agua. Los costos externos globales de los tres sectores pueden ser considerables, La agricultura afecta también a la base de su propio futuro a través de la degradación de la tierra, la salinización, el exceso de extracción de agua y la reducción de la diversidad genética agropecuaria. Sin embargo, las consecuencias a largo plazo de estos procesos son difíciles de cuantificar en el agua, suelo y medio ambiente (FAO, 2015).

La comida es vital para la supervivencia de los seres humano y desde los años 50 se ha intentado satisfacer con un modelo de agricultura intensificada que, entre otras cosas, degrada los suelos y contamina el agua por el uso excesivo de sustancias tóxicas como plaguicidas y después obliga a recurrir a fertilizantes en el intento por regresar a la tierra los nutrientes de los que ha sido despojada, este tipo de prácticas pone en riesgo la salud de las personas, la biodiversidad y recursos esenciales para producir comida sana para las más de siete mil millones de personas que habitamos el planeta La única manera segura para reducir las cargas de los plaguicidas tóxicos, detener la contaminación y daño a los ecosistemas y producir suficientes alimentos para todos, es avanzar hacia un modelo más sostenible a largo plazo a través de la agricultura ecológica (García, 2013).

En Colombia se han realizado esfuerzos con el objetivo de solucionar la problemática por el uso indiscriminado de agroquímicos en las actividades agrícolas, los plaguicidas que se usan en el país, alrededor de 40.000 toneladas de pesticidas por año, tendiendo a aumentar, a través de 1.500 formulaciones registradas en el Ministerio de Salud. El uso de

los agroquímicos por parte de las comunidades rurales se realiza sin normas claras de bioseguridad, esto genera altos niveles de casos por contaminación por el manejo inadecuado de productos químicos, en el año 2007 se reportaron las mayores intoxicaciones por pesticidas en Norte de Santander de los últimos diez años según Instituto Nacional de Salud Subdirección de Vigilancia y Control en Salud Pública - sistema de vigilancia en salud pública – SIVIGILA (Ortiz et al., 2011).

La causa de la contaminación del suelo: los suelos contaminados son los que han superado su capacidad de amortiguación para algunas sustancias y como consecuencia pasa de actuar como un sistema protector a ser causa de problemas para el agua, la atmósfera y seres vivos. Al mismo tiempo se modifican sus equilibrios biogeoquímicos y aparecen cantidades anómalas de determinados componentes que originan modificaciones importantes en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. En definitiva, se produce un empeoramiento de las propiedades del suelo y una disminución de la masa de suelo. Estos efectos tienen dos consecuencias generales: a corto plazo disminución de la producción y aumento de los gastos de explotación; a largo plazo infertilidad total y desertificación del territorio (Gaspar et al., 2011).

Al pasar el tiempo, los pesticidas causan gran daño. Después de muchos años de fumigación, las plagas pueden volverse resistentes a los productos químicos, los plaguicidas eliminan también a muchos insectos y aves que no son dañinos y que controlan las plagas en las cosechas. Cuando esto sucede, los plaguicidas ya no reducen las pérdidas ocasionadas por las plagas y enfermedades, la productividad de los cultivos baja y las familias se empobrecen. Lo peor es que los plaguicidas matan a miles de personas cada año y causan enfermedades a muchas más, Muchas personas están expuestas a los plaguicidas,

pero no lo saben: las lavanderas, los trabajadores encargados de recoger la basura y reciclarla, y otros que tienen contacto directo con plaguicidas pueden estar en igual o mayor peligro que los trabajadores agrícolas (Guía comunitaria par a la salud Ambiental, 2011).

El cultivo de la fresa es uno de los más contaminados por pesticidas, tanto en Colombia como otras partes del mundo donde se produce, por lo que hace necesario disminuir la carga toxica en este cultivo y ofertar a la población una fruta inocua.

## **1. Justificación**

En la fresa cultivada, los numerosos clones o cultivares de diferencias genéticas, varían enormemente en su reacción a los agentes patógenos. A su vez, una enfermedad o alteración en una planta se debe a la interacción entre el huésped (frutilla) y el patógeno (hongos, virus, bacterias, nematodos, virus), el vector y a las condiciones de desarrollo que favorecen la enfermedad, como suelos salinos, deficiencias nutricionales, exceso de humedad y sequía (Arenas et al., 2016).

Los principales métodos de control de las enfermedades y plagas en la fresa son físicos, mecánicos, genéticos, culturales, biológicos y químicos. Estos últimos a veces usados indiscriminadamente en la fresa (Serret et al., 2016).

Dentro los numerosos patógenos que causan enfermedades en la fruta, el hongo de moho gris (*Botrytis cinerea*) es de las más importantes en varias partes del mundo. Esta enfermedad es conocida como pudrición de la fresa, o moho gris de la fruta. *Botrytis* es uno de los patógenos más difíciles de controlar cuando las condiciones ambientales favorecen su crecimiento y desarrollo (koike y bolda 2016).

La Viruela es causada por el hongo *Ramularia tulasnei* Fuckel. teleomorfo de *Mycosphaerella fragariae* (Tul.) Lindau. Es otra enfermedad que está presente en las zonas con altas temperaturas y neblinas o lluvias. Hay reducción del crecimiento total y bajas en la producción. (Universidad de California, 2005).

La antracnosis causada por el hongo *Colletotrichum* spp. causa lesiones en hojas y tallos o síntomas características en la corona usualmente preceden el colapso de las plantas afectadas Las lesiones en los tallos aparecen como manchas redondas de color café oscuro o negro en los pecíolos y los estolones (guías). En los frutos también se observan manchas hundidas. Puede momificar las flores y frutos tiernos (Universidad de California, 2005).

Por lo agresiva que son estas enfermedades en el follaje y los frutos se realizan tratamientos frecuentes con fungicidas químicos, incluso durante la cosecha, lo que trae consigo efectos en el medio ambiente en conjunto y en particular quejas de la población por la alta contaminación con que el producto llega a los consumidores.

Se hace necesario la búsqueda de alternativas más amigables con el medio ambiente y con menos riesgos para la salud de los consumidores. De ahí la importancia de comprobar la eficacia de los biopreparados arsenales que se producen localmente por la Asociación

ASPAGRO de Pamplona en un cultivo como la fresa donde se usan irracionalmente los plaguicidas.

### **3. Objetivos**

#### **3.1 Objetivo General**

Evaluar las enfermedades más importantes de fresa en Pamplona y diferentes alternativas orgánicas de control

#### **3.2 Objetivos Específicos**

1. Identificar las enfermedades foliares parasitarias en el cultivo de la fresa bajo las condiciones de Pamplona
2. Determinar la eficacia de seis biopreparados en el control de las enfermedades foliares del cultivo de la fresa con prácticas orgánicas de manejo.

## Capítulo 2

### Antecedentes

En un trabajo realizado en la región de Villa Guerrero, Estado de México los síntomas más importantes de enfermedades fueron la pudrición café de tallos, estolones y frutos con presencia de *Botrytis*, además estuvieron presentes con necrosis de hojas *Alternaria* sp. y *Cladosporium* sp.; antracnosis de tallos y frutos por *Colletotrichum*, pudrición correosa de frutos por *Phytophthora*, pudrición de corona y secadera por *Colletotrichum*, *Fusarium*, y *Phytophthora*. La mancha o peca de la hoja por *Ramularia tulasnei* Fuckel

(*Mycosphaerella fragariae* (Tul.) Lindau). Además se presentó la mancha angular causada por la bacteria *Xanthomonas fragariae* (Villanueva, 2008).

Se identificaron como las enfermedades más importantes de la fresa en una zona de Nicaragua a *Las causadas por los hongos Botrytis cinérea Mycosphaerella fragariae* y la bacteria. *Xanthomonas fragariae* (Gomez, 2006).

En Chile se reportan como las enfermedades que más daños causan a las plantaciones de fresa las siguientes: corazón rojizo (*Phytophthora fragariae* Hichman), pudrición de la corona (*Phytophthora cactorum* (Lebert Cohn) Schröt), rizoctoniosis (*Rhizoctonia solani* Sneh.), verticilosis (*Verticillium dahliae* Kleb), oídio (*Sphaerotheca macularis* f. sp. *fragariae* (Wallr.) Braun & Takam.), pudrición gris (*Botrytis cinérea* (De Bary) Whetze), tizón de la hoja (*Phomopsis obscurans* (Ellis & Everh.) Sutton) y la viruela (*Ramularia tulasnei*) y como enfermedades secundarias las siguientes patologías: mancha negra de la hoja (*Colletotrichum gloeosporoides* Penz.), mancha necrótica de la hoja (*Coniella fragariae* (Oudem.) Sutton), quemadura de hoja (*Diplocarpon earlianum* (Ellys & Evert.) Wolf), mancha de la hoja (*Gnomonia comari* Karts., *Hainesia lythri* (Desm.) Höhm.), la fusariosis (*Fusarium oxysporum* Schlencht.), pudrición carbonosa (*Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid.) y la pudrición blanca (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De Bary) (INIA, 2013).

Angulo (2007) relaciona a la antracnosis por *C gloeosporiodes* Penz. como una de las enfermedades más importantes de la fresa para Colombia, al igual que la Cámara de Comercio (2015), sin embargo, el SENA (2014) relaciona cuatro especies de *Colletotrichum* causando la antracnosis.

INIA (2013) describe como las patologías de poscosecha, que se desarrollan en almacenaje, transporte o durante la comercialización, con más frecuencia de la fresa a las causadas por los siguientes hongos: *Botrytis*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Mucor*, *Aspergillus*, *Alternaria*, y *Cladosporium*.

En los estados de Aragua y Miranda, Venezuela, se determinó que las enfermedades ocasionadas por hongos de mayor incidencia y severidad en el cultivo de fresa eran: la antracnosis o pudrición seca del fruto, causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* y la pudrición blanda del fruto por *Botrytis cinerea*. Además, se pudo detectar que durante el período lluvioso se presentaba una alta incidencia de manchas foliares provocadas por *Cercospora* sp. y *Gnomonia comari* (Guevara et al., 2004).

Entre los antagonistas más empleados para el control de las enfermedades fúngicas resaltan varias especies de hongos como *Trichoderma* spp. y *Gliocladium roseum* (*Clonostachys rosea* (Link) Schroers, así como la bacteria *Bacillus subtilis* Cohn. (Cano, 2013).

Chávez y Wang (2004) ya habían verificado la acción del antagonista *Gliocladium roseum*, para el control de *B. cinerea* en fresa; comparándose los resultados contra los obtenidos con el manejo tradicional.

Quezada (2011) probó en Ecuador tres fungicidas biológicos en el cultivo de la fresa a base de *Trichoderma*, otro de *Bacillus subtilis* y un complejo biológico a base de bacterias benéficas y severificó similar nivel de severidad de *Botrytis cinerea* con los productos biológicos que con el fungicida químico. En una investigación donde se evaluaron a *Trichoderma harzianum* y a *T. lignorum* contra *B. cinerea* en fresa se redujo incidencia de la

enfermedad con *T. harzianum* y *T. lignorum* y en cuanto a la severidad, los tratamientos con *Trichoderma* redujeron significativamente (Merchan et al., 2014).

En otra investigación desarrollada en Cundinamarca se compararon la aplicación dos fungicidas de síntesis química (propiconazole y difenoconazol), en relación a dos productos biológicos a base de *Trichoderma lignorum* y *Saccharomyces cerevisiae* para el control de *B. cinérea* en fresa. No se presentaron diferencias significativas en cuanto a la producción de fruto de fresa sano ya que el manejo biológico obtuvo 14,55 Kg de fruto sano/parcela y el químico 14,05 Kg/parcela respectivamente (Niño y Guerrero, 2011).

## **5.Marco contextual**

### **El Departamento Norte de Santander**

Este trabajo se realizó llevando a cabo el primer objetivo en 6 veredas (Chíchira, Monteadentro, El Rosal, Altograndre, Cariongo y Jurado) en tres fincas de cada vereda del municipio de Pamplona, para hacer un reconocimiento del porcentaje de distribución y severidad de los síntomas por enfermedades en varias zonas de municipio Pamplona. El segundo objetivo se ejecutó en la finca Camachos de la vereda Cariongo del municipio de

Pamplona Norte de Santander, Colombia, en un lote situado a una altura promedio de 2475 msnm, tiene una extensión de 1498,4 m<sup>2</sup> plantados en fresa, las variedades Albión, con una distancia de siembra de 40 centímetros entre plantas y 50 centímetros entre hileras, las camas o eras tienen una cobertura de plástico oscuro o cobertura mulch. A los alrededores de este lote se encubientran establecidos cultivos de maíz, papa y barbechos. Las demás fincas del contorno tienen plantados cultivos de arveja, papa, fresa y praderas para la alimentación de bovinos (CONSORNOC, 2010)

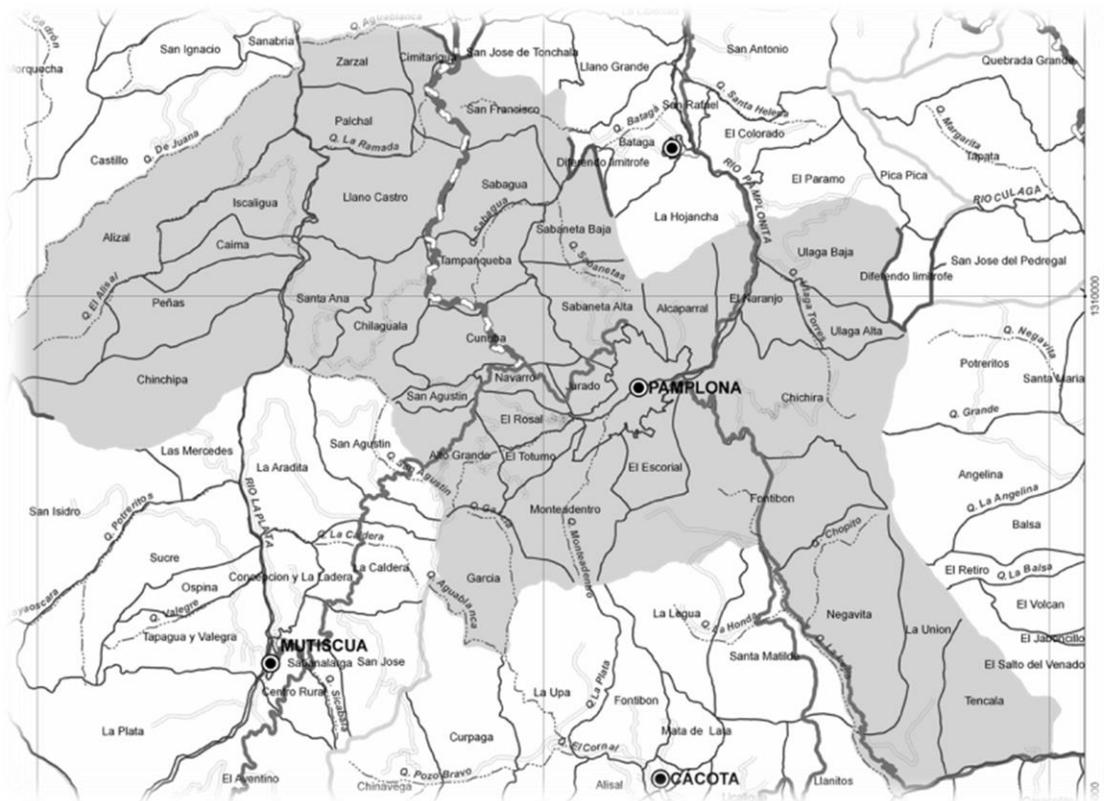
El departamento Norte de Santander está ubicado al nororiente del país, en la zona de la frontera con la República Bolivariana de Venezuela; geográficamente se localiza entre los 06°56'42' y 09°18'01'' de latitud norte y los 72°01'13'' y 73°38'25'' de longitud oeste. Limita por el norte y el oriente con la República Bolivariana de Venezuela, por el sur con los departamentos Arauca y Boyacá, y por el occidente con los departamentos Santander y Cesar. Hace parte de la Región Andina, la más densamente poblada del país, junto con los departamentos Antioquia, Boyacá, Caldas, Cundinamarca, Huila, Santander, Quindío, Risaralda y Tolima. (NDS. P. D, 2013-2014). Su capital, Cúcuta, se caracteriza por ser epicentro comercial, debido a que está bastante próxima a Venezuela, razón por la cual el intercambio de bienes predomina en el municipio.

El departamento tiene una extensión de 22,130 km<sup>2</sup>, que equivale al 1.91% del territorio nacional, se divide en 40 municipios y 108 corregimientos, distribuidas en seis subregiones que son: Norte; Tibú, Bucarasica, El Tarra y Sardinata; Oriental; Cúcuta, El Zulia, Los Patios, Puerto Santander, San Cayetano y Villa del Rosario; Occidental; Abrego, Cáchira, Convención, El Carmen, Hacarí, La Esperanza, La Playa, Ocaña, San Calixto y Teorema; Centro; Arboledas, Cucutilla, Gramalote, Lourdes, Salazar Santiago y Villacaro; Sur

oriental; Bochálema, Chinácota, Durania, Herrán; Ragonvalia, Labateca y Toledo y Sur Occidental o provincia de Pamplona; Cácuta, Chitagá, Mutíscua, Pamplona, Pamplonita y Silos, que representan el 2,4% de la superficie total del país y el 10,3% de la Región Andina. (MADR., 2006).

### **El municipio de Pamplona**

Perteneciente al departamento de Norte de Santander, al nororiente colombiano, limitando con los municipios de Cucutilla, Pamplonita, Labateca, Cácuta y Mutiscua, contando con una extensión de 318 Km<sup>2</sup> total, la cabecera municipal tiene una altura de 2.300 msnm, con temperatura promedio de 16°C, encontrándose a 75 km de San José de Cúcuta y a 124 km de Bucaramanga. Este municipio cuenta con una gran variedad de caños y nacimientos que conforman la cuenca hídrica del río Pamplonita, cuenta con 35 veredas (Gualdrón y Maldonado, 2017).



*Ilustración 1 gobernación Norte de Santander municipio de Pamplona, (Fuente: Secretaria de Planeación y de desarrollo Territorial)*

## 6. Marco teórico

### Generalidades del cultivo de la fresa

La fresa (*Fragaria x ananasa* Duch.) se ha cultivado desde hace varios siglos en Europa, Asia y América, constituyéndose como una de las principales frutas de consumo de los países desarrollados. Para nuestro país la fresa es una de las cadenas productivas más importantes, esta condición es debido al valor de la producción estimado en poco más de mil 200 millones de pesos, aunado a la generación de un importante número de empleos anuales. Es importante señalar que nuestro país había ocupado el cuarto lugar en la producción mundial; sin embargo, actualmente ocupamos el séptimo lugar debido a una disminución en la superficie cultivada (SAGARPA, 2009).

### Origen y clasificación

Dentro del género *Fragaria* se reconocen 11 especies de las cuales las principales variedades son tomadas de cruces entre *Fragaria virginiana* y *Fragaria chiloensis*, ya que al hacer este híbrido se obtienen frutos de mayor tamaño que de las especies nativas. Existe una gran cantidad de especies de fresa a través del mundo. Aunque no se sabe bien su origen, se indican dos zonas de procedencia: una en Europa, específicamente de los Alpes europeos, y otra en Sur América en Chile (Cámara de Comercio Bogotá, 2015).

Según (Staud, 2009) la Clasificación botánica de la fresa es la siguiente:

**Familia:** *Rosaceae*.

**Género:** *Fragaria*.

**Nombre científico:** *Fragaria vulgaris* sp. *Fragaria chiloensis* L.

**Especie:**

**Europeas:** *Fragaria vesca*, *Fragaria moschata*, *Fragaria viridis*.

**Americanas:** *Fragaria chiloensis*, *Fragaria virginiana*.

**Asiáticas:** *Fragaria indica*.

**Nombre común:** fresa.

### **Principales países productores y situación en Colombia**

Para el año 2012 a nivel mundial se produjeron 4,6 millones de toneladas, siendo Estados Unidos el principal productor con 1.366.850 toneladas, seguido por México con 360.426 toneladas, Turquía con 353.173 toneladas, España con 289.900 toneladas y Egipto con 242.297 t. Para el año 2013 los principales países importadores fueron; Reino Unido 470.770 t, Canadá 123.463, Estados Unidos 110.457 t, Francia 90.587 t y Países Bajos Holanda 28.937 t. Para el año 2013 en Colombia se produjeron 42.453 t de fresa, siendo Cundinamarca el Departamento con mayor producción 22.562 t, seguido por Antioquia con 12.545 t, Norte de Santander con 3.360 t, Cauca 2.808 t y Boyacá con 542,2 t. Los principales usos que se le dan a la fruta de fresas son industriales, culinarios, medicinales, consumo en fresco (Cámara de Comercio Bogotá, 2015).

## **Morfología**

Maroto y López (1988), definen que la fresa es una planta herbácea perenne, con raíces fasciculadas (primarias y secundarias) de aspecto fibroso, que surgen del tallo, próximas a la superficie del suelo. El tallo es muy corto y, en muchos casos, casi reducido a un disco que se divide o ramifica formando la corona. Las hojas son palmeadas, compuestas (trifolioladas) con borde dentado, insertadas mediante un pecíolo en la corona. De la axila de las hojas salen filamentos con nudos que dan lugar a los estolones. Las flores pueden ser hermafroditas y/o unisexuales reunidas en racimos o corimbos de color blanco o también rojo llamadas inflorescencias. La mayoría de las variedades cultivadas tienen sólo flores hermafroditas.

## **Propagación**

Por ser un híbrido la fresa no se puede reproducir sexualmente Su reproducción se hace vegetativamente o asexualmente en tres formas: por estolones, que es la más común, por división de la corona y por micropropagación in vitro (Angulo, 2007)

## **Fenología del cultivo de fresa**

El cultivo de fresa tiene etapas fenológicas como vegetativas donde se presenta una de brotación, siguen, desarrollo de hojas y desarrollo de frutas, reproductivas para la aparición del órgano floral y la floración y productivas donde se presenta la formación del fruto, maduración y senescencia (Yzarra y López, 2011).

En Colombia es posible empezar el cultivo de la fresa en cualquier época del año. Sin embargo, es recomendable hacerlo al inicio de la época de lluvias con el fin de asegurar la adaptación del cultivo y garantizar el desarrollo inicial. La recolección se lleva a cabo en la

época seca, que coincide con la época de menor producción para destinos importadores como Países Bajos, y países exportadores como Estados Unidos, México y España (Cámara de Comercio Bogotá, 2015)

### **Requerimientos climáticos**

La planta de fresa es termo y fotoperiódica, o sea, que su crecimiento depende de las condiciones de luz y temperatura. Las altas temperaturas y los días largos (más de doce horas de luz) provocan crecimiento vegetativo excesivo; las bajas temperaturas y días cortos inducen floración. En condiciones, donde todos los días tiene menos de 12 horas de luz, el factor determinante para producir fruta es la temperatura, se estima que la temperatura óptima es de 14 °C, pero se adapta bien entre los 10 y 20 °C (Agrocadena de Fresa, 2007).

En cuanto a la temperatura en las condiciones específicas de Colombia se recomienda buscar zonas donde el cambio de temperatura entre día y noche sea el mayor posible. Esta variación permite un balance entre el desarrollo de las hojas (se favorecen en temperaturas altas) y el desarrollo floral (se favorecen en temperaturas bajas). Esta variación se denomina el delta de temperatura y se determina mediante las oscilaciones diarias de temperatura (24 horas) (Cámara de Comercio Bogotá, 2015)

### **Tecnologías de cultivo**

El manejo agronómico del cultivo comprende las etapas de vivero, instalación del cultivo, mantenimiento y cosecha. Para un buen desarrollo de la fresa es necesario conocer y manejar la tecnología desde la siembra de las plantas madres hasta la cosecha, con el fin

de obtener buenos rendimientos e ingresos económicos, que hagan atractiva la actividad para el productor (Agrocadena de Fresa, 2007).

Se puede cultivar a cielo abierto o en espacios cerrados en organopònia o hidroponioas semiprotegido. La producción a campo abierto, presenta una grande ventaja, teniendo en cuenta que el cultivo cuenta con limitaciones bióticas, por lo que se encuentra expuesto a pueden presentarse plagas, ácaros y larvas. Adicionalmente, en relación a las restricciones abióticas, las condiciones climáticas adversas, los vientos, heladas y altas precipitaciones (Gavilá et al., 2015).

### **Establecimiento del cultivo**

Se han de definir los predios o lotes adecuados para el cultivo de fresa considerando factores como altitud, temperatura, humedad relativa y luminosidad, teniendo en cuenta que los requerimientos en este sentido pueden cambiar según la variedad escogida. También se ha de determinar el área a cultivar, el tipo de suelo, método de riego, coberturas, lugar de acopio y empaque y definir el sistema de manejo, labores del suelo y de fertilización (Cámara de Comercio Bogotá, 2015).

### **Suelo**

Prefiere suelos sueltos franco-arcillosos o franco-arenosos con pH entre 5.5 y 6.5, con buen drenaje para evitar los encharcamientos y posibles problemas de pudriciones en las raíces, ricos en materia orgánica. (Angulo, 2009).

El terreno seleccionado debe ser preferiblemente plano o de pendiente moderada. Las labores de suelo profundas son: cincel y subsolador (para mejorar el drenaje y favorecer la

oxigenación). Las labores superficiales son: formar la cama, instalar el riego e instalar la coberturamulch (o plástico oscuro) (Cámara de Comercio Bogotá, 2015).

### **Propagación**

La fresa es un vegetal que puede vivir mucho tiempo, sin embargo, se mantiene en producción económicamente rentable durante los primeros dos años. En plantaciones de mayor edad las plantas se muestran débiles, con bajo rendimiento y frutos de menor calidad debido a una mayor incidencia de plagas y enfermedades (Agrocadena de fresa, 2007).

### **Densidad de Siembra**

Las camas se hacen de 31 m de largo por 1.20 m de ancho, esta medida es de centro de camino a centro de camino, la cama realmente queda de 80 cm de ancho aproximadamente. Las plantas se siembran en 2 hileras separadas 30 cm, teniendo cuidado que la distancia entre plantas sea de 30 a 35 cm y que no queden las plantas enfrentadas, esto da una densidad por cama de 206 plantas. Caben 250 camas/ha distribuidas en 3 tablas cada una de 83 camas. Si se planta a 30 cm entre plantas, en las 2 hileras se tendrá una densidad de 206 plantas por cama. De esta forma se alcanzará una densidad de 51.500 plantas /ha (Angulo, 2009).

### **Requerimientos de agua**

La frutilla necesita gran disponibilidad de humedad en primavera y verano, en época de producción son indispensables los riegos diarios que pueden variar según clima y suelo. En 1 ha de riego se utilizan 40 m<sup>3</sup> de agua utilizando cintas con goteros incorporados a 20 cm. El agua debe ser libre de sales (con una conductividad eléctrica (CE) inferior a 0,8 dS/m),

para permitir una alta producción y evitar problemas con sodio, calcio, boro o cloruros que pueden producir graves daños en el desarrollo del cultivo (INIA, 2013).

### **Requerimientos y deficiencias nutricionales**

El manejo nutricional es uno de los factores de mayor importancia en el cultivo de frutilla, principalmente porque la aplicación excesiva de algunos nutrientes como el nitrógeno (N) puede generar excesivo crecimiento vegetativo, menor rendimiento y ablandamiento de la fruta, o la falta de otros como el boro (B) y el potasio (K) puede reducir la cuaja y la productividad, respectivamente. Para el manejo convencional se puede emplear cualquier tipo de fertilizante en dosis y épocas oportunas, en tanto que para el manejo orgánico se deben emplear fuentes de fertilización autorizadas. Estas fuentes deben ser aplicadas en los momentos oportunos de acuerdo a su velocidad de entrega de nutrientes, dado que muchas de éstas como los compost y los abonos verdes necesitan de la actividad biológica del suelo (proceso que ocupa mucho tiempo) para entregar algunos de sus nutrientes como el N, el fósforo (P) y el azufre (S). Otros nutrientes, como el K, el calcio (Ca) y el magnesio (Mg), son entregados de manera más rápida (INIA, 2013).

Los niveles deseables de nutrientes para fresa son: 2-3% de Materia orgánica, 1.5 a 2% de Nitrógeno total, 50 a 80 ppm de Fósforo ( $P_2O_5$ ), 400 a 500 ppm de Potasio ( $K_2O$ ) (Angulo, 2007).

### **Materia Orgánica**

Es importante incorporar durante la preparación del terreno materia orgánica bien descompuesta. La corrección del pH se realiza a través de una enmienda que se debe aplicar

al suelo antes de la siembra de acuerdo con las necesidades arrojadas por el análisis desuelo. La desinfección se hace luego de la enmienda y su duración depende del método elegido (solarización desinfección química u otro) (Cámara de Comercio Bogotá, 2015).

Además, es necesario considerar que cualquier enmienda del suelo debe realizarse con a lo menos 3 meses de anticipación al establecimiento del cultivo de la fresa, con aplicación en superficie total e incorporación con el primer rastroje (INIA, 2013)

### **Conductividad eléctrica**

Se debe evitar suelos salinos, con concentraciones de sales que originen conductividad eléctrica en extracto saturado superiores a 1 mmhos. cm ya que puede empezar a registrarse disminución en la producción de fruta. Caliza activa. el fresón es muy sensible a la presencia de caliza activa, sobre todo a niveles superiores al 5%. Valores superiores provocan el bloqueo del Hierro y la clorosis consecuente (Brazanti, 1989)

### **Importancia de los abonos orgánicos**

Los fertilizantes orgánicos líquidos o sólidos son importantes porque es una fuente valiosa para brindar productos de buena calidad, sanos y de alta calidad nutricional, ahorro de costos de producción, tanto al consumidor como al agricultor le preserva la salud. Los biofertilizantes sirven para recuperar, nutrir, recuperar la vida del suelo. Por otro lado, sirven para sustituir los fertilizantes químicos altamente solubles de la industria, los cuales son muy caros y vuelven dependientes a los agricultores, los biofertilizantes enriquecidos con cenizas o sales minerales o con harina de rocas molidas, después de su periodo de fermentación (30 a 90 días), estarán listos y equilibrados en una solución tampón y coloidal, donde sus efectos pueden ser superiores de 10 a 100 000 veces las cantidades de

los micronutrientes técnicamente recomendados por la agroindustria para ser aplicados foliarmente al suelo y a los cultivos (Felix et al., 2008).

### **Plagas de la fresa**

Para Chile se informan como las plagas más comunes del cultivo de fresa a los áfidos *Chaetosiphon fragaefolii* y *Chaetosiphon thomasi*, y con menor frecuencia a *Myzus persicae*, *Macrosiphum euphorbiae* y *Aphis gossypii*, así como a los trips *Frankliniella occidentalis*, *Thrips tabaci* y *Frankliniella australis*. Dentro de los coleópteros los más comunes son *Aegorhinus superciliosus*, *Aegorhinus phaleratus*, *Otiorhynchus sulcatus*, *Otiorhynchus rugosostriatus*, *Naupactus xanthographus*, *Graphognathus leucoloma* y *Naupactus cervinus*. Se han encontrado afectando el cultivo varias especies cortadoras como *Agrotis bilitura*, *Agrotis ipsilon*, *Agrotis lutescens*, *Copitarsia consueta*, *Feltia malefida*, *Heliothis zea* y *Peridroma saucia*. También se reporta como muy dañino el ácaro *Tetranychus urticae* (INIA, 2013).

Según Gómez (2006) en la zona de Madriz en Nicaragua las plagas de insectos más importantes para el cultivo de la fresa fueron los crisomelidos *Nodonata* sp y *Epitrix* sp, los escarabidos *Anomala* sp., los curculionidos *Apion* sp. y *Parasomus jansonii* Shrap. , las chinches pentatómidas *Euthyrrynchus* sp. y *Euschistus* sp., y un insecto de la familia Lygaeidae (*Geocoris* sp.)

Para Colombia se informan como las plagas más importantes del follaje entre los insectos a los áfidos (*Aphis* spp.), a los trips (*Frankliniella* spp.), la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood), las moscas de la fruta (*Anastrepha* spp.), y el gusano cortador (*Spodoptera* sp.); a los ácaros, entre ellos el ácaro blanco

*Steneotarsonemus pallidus* Banks y las arañas rojas (*Tetranychus spp*) y la babosa *Milax gagates* Draparnaut. Como plagas importantes de la raíz se señalan a *Anomala spp.*, *Phyllophaga spp* y *Cyclocephala spp.* (Cámara de Comercio Bogotá, 2015).

## **Enfermedades parasitarias**

### **Pudrición roja de la raíz**

*Phytophthora fragariae* produce un marchitamiento generalizado de la planta durante la época seca, especialmente el segundo año de la plantación, lo que se debe a que todo el sistema radicular se ve comprometido, coincidiendo con la época de producción de frutas, en la cual la regeneración de raicillas es más lenta. Esta enfermedad es muy frecuente en terrenos mal drenados y con temperaturas bajas. Dentro de los síntomas destacan las hojas nuevas de un color verde pálido y las adultas amarillo-rojizas. Sus raíces se presentan de un color oscuro y al hacer un corte longitudinal en ellas se verá el interior rojo. Su control es muy difícil por lo tanto se debe evitar plantar en terrenos mal drenados, arcillosos o que hayan sido cultivados anteriormente con un huésped susceptible (Universidad de California, 2005). Angulo (2007) la relaciona dentro de las más importantes para Colombia.

### **Epidemiología**

*P. fragariae* sobrevive por varios años en el suelo. El patógeno después de 10 años permanece viable y las oosporas tienen la capacidad de germinar e infectar plantas hospedantes de fresa, las oosporas germinan y forman uno u ocasionalmente varios esporangios. La temperatura ideal para la germinación es de 10-15 °C, pero la germinación puede ocurrir a 20 °C. Las infecciones son más lentas cuando se tienen temperaturas por debajo de los 10 °C, pero la producción de inóculo secundario se lleva a cabo durante

períodos más largos a estas bajas temperaturas, lo cual explica porque esta enfermedad es más severa después de inviernos húmedos. Por lo anterior, la infección ocurre con más facilidad en condiciones de humedad y temperaturas frescas (Newton *et al.*, 2010).

### **Verticilosis**

Al principio, las plantas infectadas pueden estar atrofiadas. Las hojas exteriores muestran una coloración café en las márgenes y entre las venas, seguido eventualmente por el colapso. Las hojas interiores se mantienen verdes, pero están atrofiadas y muestran rayas o manchas de color café negrozco. Este último síntoma a veces ayuda a diferenciar esta enfermedad de la pudrición de la corona por *Phytophthora* (Universidad de California, 2005). Angulo (2007) la relaciona dentro de las más importantes para Colombia.

### **Epidemiología**

La marchitez por *Verticillium* en el cultivo de fresa es causada por el hongo *Verticillium dahliae*, éste se encuentra en suelos agrícolas, *Verticillium dahliae* produce estructuras conocidas como microsclerocia y sobreviven en los suelos mucho tiempo, donde permanecen dormidos hasta que una planta crece cerca de ellas. En respuesta a los nutrientes liberados por la raíz en desarrollo, la microsclerocia germinará y crecerá hacia la raíz donde causa el daño, tales infecciones pueden no tener ningún impacto en el rendimiento. La marchitez por *Verticillium* se desarrolla solamente después de una o más infecciones a la corteza y hasta el tejido conductor de agua llamado xilema. (Gordon y Subbarao, 2007).

## **Moho gris**

El moho gris es causado por *Botrytis cinérea* De Bary, un hongo que daña el fruto produciendo un ablandamiento y cuando es muy severo se cubre completamente con vello gris. Su desarrollo se ve favorecido con la alta humedad y bajas temperaturas, puede penetrar en el fruto sin necesidad de heridas y durante la cosecha los frutos sanos pueden ser contaminados con esporas provenientes de otros infestados. Las infecciones pueden causar que las flores se pudran, o *Botrytis* puede entrar en un período de latencia en el tejido floral. Las infecciones latentes entran nuevamente en actividad en la fruta más tarde en la temporada en cualquier momento antes o después de la cosecha cuando el azúcar aumenta y las condiciones se vuelven favorables para el desarrollo de la enfermedad (Universidad de California, 2005). Se informa como la enfermedad más importante en Costa Rica (Agrocadena de Fresa, 2007). Angulo (2007) la relaciona dentro de las más importantes para Colombia, al igual que la Cámara de Comercio (2015).

### **Epidemiología:**

El hongo de *Botrytis cinerea* inverna como micelio y también como esclerocios (estructuras de resistencia) en el suelo y en residuos de cosecha, también en semillas. Para su desarrollo necesita las condiciones de alta humedad libre, para la germinación requiere de temperaturas entre 15 y 25°C, pero la infección, el crecimiento y la esporulación del hongo se puede dar con temperaturas entre 0 y 35°C. Los conidios son diseminados por corrientes de aire húmedo, salpicadura de agua lluvia, herramientas, personas, entre otros. Por lo general la infección ocurre por la penetración de heridas. Los esclerocios tienen viabilidad en un rango de temperatura de 4 a 54°C, generalmente dan lugar a conidios,

ocasionalmente a hifas que pueden penetrar directamente y pueden producir apotecios (ICA, 2012).

## **Viruela**

La Viruela es causada por el hongo *Ramularia tulasnei* Fuckel. teleomorfo de *Mycosphaerella fragariae* (Tul.) Lindau. Está presente en las zonas con altas temperaturas y neblinas o lluvias. Hay reducción del crecimiento total y bajas en la producción. La mancha foliar común aparece al principio como manchas pequeñas de color morado oscuro en la superficie superior de las hojas. Las manchas se agrandan hasta tener de 3 a 6 mm de diámetro y el centro de la lesión se pone de color café, luego gris a blanco, según la edad de la hoja y las condiciones del medio ambiente. Muchas manchas pueden juntarse y matar a la hoja. En los pecíolos, los estolones (guías), los cálices (estrellas), y los tallos de las flores, lesiones hundidas alargadas pueden formarse e impedir el transporte del agua en la planta, debilitan la estructura, o permiten la invasión de organismos secundarios (Universidad de California, 2005). Angulo (2007) la relaciona dentro de las más importantes para Colombia, al igual que la Cámara de Comercio (2015).

## **Epidemiología**

La viruela es la principal enfermedad foliar de la frutilla, es fácil de reconocer por sus típicas pústulas y aunque está presente en la mayoría de las plantaciones, no se realiza un manejo especial para controlarla. Los síntomas son pústulas foliares bien definidas, con el centro de color café claro o plumizo y bordes púrpuras que se juntan con otras pústulas cercanas. La lluvia es el principal causante del aumento de incidencia y la susceptibilidad de

las variedades, por eso en climas lluviosos y con temperaturas óptimas para el desarrollo de la enfermedad (20 – 25°C), la enfermedad puede producir numerosas pústulas que terminan necrosando amplios sectores de las hojas (Gómez, 2006).

### **Oídio**

Las hojas infectadas con el mildiú polvoriento al principio tienen colonias pequeñas de esporas polvorientas de color blanco en el envés de las hojas. Las colonias se agrandan hasta cubrir la superficie entera de la parte inferior de la hoja, causando que los bordes de la hoja se enrollen. Manchas de color morado rojizo aparecen en las superficies superiores e inferiores de las hojas. Las ores infectadas producen fruta deformada o carecen de fruta. Las flores infectadas severamente pueden quedar cubiertas completamente por el micelio y morir. (Universidad de California, 2005). Angulo (2007) relaciona al oídio dentro de las enfermedades más importantes de las fresas para Colombia.

### **Epidemiología**

Una vez que el mildiú polvoroso comienza a colonizar las nuevas hojas, se produce grandes números de esporas y se propagan por el aire y viento a otras hojas, flores y fruta. La alta humedad relativa (mayor a 75%) y temperaturas de (15o a 27o C) favorecen a la enfermedad. Sin embargo, la humedad libre en las hojas como rocío, lluvia, y riego por aspersión, inhibe el desarrollo del mildiú polvoroso. Cuando se cultiva la fresa en invernaderos o en túneles, el mildiú polvoroso puede ser todavía más grave debido a la baja intensidad de luz y de radiación UV, la ausencia de humedad de hoja y la humedad relativa alta, Las esporas de mildiú producidas en las hojas se propagan por las corrientes de aire.

Al caerse en las flores, estas pueden quedar deformadas que no desarrollan apropiadamente y se cubren de micelio (Bolda y Koike, 2015).

### **Antracnosis**

La antracnosis es causada por *Colletotrichum* spp. El síntoma más obvio de la antracnosis en el campo puede ser la marchitez y el colapso de las plantas, pero lesiones en los tallos o síntomas característicos en la corona usualmente preceden el colapso de las plantas afectadas. Las lesiones en los tallos aparecen como manchas redondas de color café oscuro o negro en los pecíolos y los estolones (guías). En los frutos también se observan manchas hundidas. Puede momificar las flores y frutos tiernos. En condiciones calurosas y humedad, pueden formarse unas masas de esporas color salmón en las lesiones (Universidad de California, 2005).

### **Epidemiología**

La semilla infectada es el medio más común de diseminación del patógeno, las conidias, en condiciones de alta humedad (> 70%) y temperatura entre (15 – 22 °C), al entrar en contacto con la parte aérea de la planta pueden germinar y producir una estructura para el anclaje y penetración del hongo en el tejido de la planta (apresorio) posteriormente, comienzan a desarrollarse las hifas y forman un micelio compacto que se alimenta de células del huésped (planta de judía) apareciendo las lesiones características. Los primeros ataques suelen ocurrir en zonas de baja exposición a la radiación solar, como el envés de las hojas, o en zonas próximas al suelo. Con el tiempo, en el centro de las lesiones pueden

desarrollarse unas masas de un color salmón característico, en cuyo interior se forman las conidiosporas (acérvulos o cuerpo fructífero asexual (Ferreira et al., 2008).

### **Mancha bacteriana por *Xanthomonas fragariae***

*Xanthomonas fragariae* es una bacteria que tiene un crecimiento lento gran negativa mide aproximadamente 0.4  $\mu\text{m}$  de diámetro y 1.3 $\mu\text{m}$  de largo tiene un flagelo polar. Las colonias son circulares y convexas y mucoideas con bordes suaves parejos y no quebrados (cultivadas en un medio conteniendo glucosa) de naturaleza mucoidea es causada por un heteropolizacarido aniónico extra celular, tiene síntoma más típico de la mancha angular de las hojas, se presenta inicialmente como lesiones pequeñas húmedas en la parte más baja de la superficie de las hojas. Estas lesiones con el tiempo se van alargando para formar manchas angulares delimitadas por pequeñas venas. Las lesiones son translúcidas vistas con luz transmitida, pero verde oscuras cuando son miradas con luz reflejada. Por lo que es una importante característica distintiva de esta enfermedad bacteriana. Bajo condiciones húmedas, las lesiones por lo general tienen un exudado viscoso en el envés de la hoja y cuando se secan el exudado forma una película blanca y escamosa (Gómez, 2006).

### **Epidemiología**

Este patógeno requiere humedad y temperatura media para causar una infección fuerte.

Después de una lluvia fuerte que moje al follaje, la enfermedad se incrementa.

La bacteria es más activa a temperaturas de 24 a 25°C y presencia de humedad en el follaje por 24 horas. Esta bacteria penetra por heridas y estomas. (FAO, 2016).

### **Buenas prácticas agrícolas (BPA)**

Las BPA son un conjunto de normas, principios y recomendaciones técnicas aplicadas a las diversas etapas de la producción agrícola, que incorporan el Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE), el Manejo Integrado del Cultivo (MIC), Manejo Integrado de Riego y Fertilización (MIRFE), y cuyo objetivo es ofrecer un producto de elevada calidad e inocuidad con un mínimo impacto ambiental, bienestar y seguridad para el consumidor y los trabajadores, y que permita además proporcionar un marco de agricultura sostenible, documentado y evaluable (FAO, 2012, SENA, 2014)

### **Alternativas biológicas u orgánicas para el control de enfermedades de la fresa**

Para el control de las enfermedades fúngicas en el cultivo de la fresa se han utilizado tradicionalmente fungicidas sintéticos como se ha podido observar en referencias anteriores (Cano, 2013), sin embargo, se ha demostrado que estos hongos fitopatógenos se hacen resistentes a dichos productos, además de representar un riesgo potencial para el ambiente y la salud humana (Ge et al., 2010; Pedraza et al., 2010; Peres et al., 2010; Tortora et al., 2011).

Lo interesante de las prácticas de manejo integrado de enfermedades es la búsqueda continua de alternativas para el uso racional de los recursos destinados para la protección de los cultivos. El uso de inoculantes microbianos multifuncionales con atributos en la promoción del crecimiento vegetal y en la regulación biológica de patógenos, directa o indirectamente proporciona múltiples beneficios para las plantas, aumentando los rendimientos, la calidad, la sanidad de los productos y el respeto al medio ambiente y se

convierte en una estrategia biológica que puede incluirse en el Manejo Integrado de Enfermedades (MIE) o ser una opción independiente ajustada a los sistemas de producción limpia y sostenible (Cano, 2013)

Entre los microorganismos estudiadas para el control de enfermedades en fresa están los hongos micorrizógenos vesículo arbusculares (HMA o AMF en inglés). Matsubara et al. (2004) encontraron que plantas de fresa inoculadas con AMF fueron más tolerantes al marchitamiento producido por *Fusarium* sp., comparado con plantas sin tratar. A partir de los cambios metabólicos observados en las plantas inoculadas con AMF, en cuanto al aumento del contenido de aminoácidos totales, Matsubara et al. (2009) sugieren que es necesario seguir trabajando para determinar si alguno de los cambios en los aminoácidos de las plantas micorrizadas tienen una relación directa con la supresión de los síntomas de la enfermedad.

Experimentos *in vitro* mostraron que después de 48 h de inocular el patógeno *P. fragariae* en las raíces de plantas de fresa colonizados por *Glomus etunicatum* Tul. y *G. monosporum* Tul., la esporulación de *Phytophthora fragariae* se redujo en comparación con las plantas control por lo que, a partir de estos resultados, Norman y Hooker (2000), sugieren que el mecanismo de acción de los AMF produce variaciones en la producción de exudados radicales de las plantas.

Murphy et al. (2000) inocularon microplantas de fresa silvestre (*Fragaria vesca*) en la fase de adaptación en invernadero con tres inoculantes comerciales Endorize IV, VAMINOC y la especie *Glomus mosseae*, a la vez utilizaron un sustrato enriquecido Supresor®, de turba comercial modificado con restos de mariscos que contenían quitina en su composición. Estos autores verificaron un efecto aditivo en la estimulación de la

longitud de raíces y porcentajes de colonización radicular, en los tratamientos con VAMINOC, la especie *G. mosseae* y el sustrato enriquecido, pero no con las plantas inoculadas con Endorize IV y el sustrato.

Borowicz (2010) analizó la respuesta de tres genotipos de fresa (*Fragaria virginiana* Duch.) inoculados con especies nativas de AMF sometidos a estrés de tipo biótico, daños ocasionados a nivel estructural de las raíces por la inoculación artificial de herbívoros y estrés abiótico sometiendo las plantas a déficit hídrico, notando que las plantas inoculadas con AMF responden muy bien al daño causado por los herbívoros y se recuperan más fácilmente al estrés hídrico inducido, que las plantas no micorrizadas.

Por otra parte, los beneficios en la nutrición vegetal y en la estimulación del crecimiento y absorción de agua en plantas micorrizadas, se encuentran ampliamente documentados (Cano y Hoyos, 2011), y estos beneficios repercuten directamente en la sanidad de los cultivos y la calidad de la cosecha.

Algunos estudios han señalado cierto tipo de especificidad entre las especies de AMF y las plantas de fresa, observando que no todas las especies de AMF, aportan beneficios en el crecimiento, nutrición y absorción de agua. Taylor y Harrier (2001) observaron múltiples respuestas de las plantas de fresa, frente a diferentes especies de AMF en el cultivo lo que implica que deben continuarse las investigaciones sobre el tema.

Entre los antagonistas más empleados para el control de las enfermedades fúngicas resaltan varias especies de hongos como *Trichoderma* spp. y *Gliocladium roseum* (*Clonostachys rosea* (Link) Schroers, así como la bacteria *Bacillus subtilis* Cohn. El amplio espectro de estos microorganismos antagonistas contra diferentes blancos

patológicos; la posibilidad de incluirlos antes y durante el establecimiento del cultivo e incluso en la poscosecha; y la multifuncionalidad que presentan no solo como agentes de control biológico, sino como promotores del crecimiento vegetal y biofertilizantes, hacen que la inclusión de esta estrategia biológica en el manejo integrado de enfermedades sea atrayente para los productores, los cuales deben adaptarse a las exigencias de los consumidores que cada día demandan más productos limpios e inocuos (Cano, 2013).

Chávez y Wang (2004) verificaron en Costa Rica la acción del antagonista *Gliocladium roseum*, en forma individual y en conjunto con los fungicidas para el control de *B. cinerea* en fresa; comparándose los resultados contra los obtenidos con el manejo tradicional. En poscosecha, el desempeño del antagonista fue similar a los tratamientos con el del combate químico.

Quezada (2011) probó en Ecuador tres fungicidas biológicos en el cultivo de la fresa a base de *Trichoderma*, otro de *Bacillus subtilis* y un complejo biológico a base de bacterias benéficas comparándolos con el carbendazin como testigo químico. Se verificó similar nivel de severidad de *Botrytis cinerea* con los productos biológicos que, con el fungicida químico, e incremento del número de frutos/planta con los tratamientos con *Trichoderma*. Se recomendó realizar los tratamientos en la etapa de inicio de la floración.

En Tunja, Colombia, se desarrolló una investigación donde se evaluaron contra *B. cinérea* en fresa a *Trichoderma harzianum* y a *T. lignorum* e iprodione en dosis comercial y un tratamiento testigo en dos cultivares comerciales de fresa (Camino Real y Ventana). La incidencia de la enfermedad en el tratamiento testigo fue del 60%, mientras que para los tratamientos con *T. harzianum* y *T. lignorum* solo alcanzó un 33%, lo que indica un control mayor de los antagonistas en comparación con el químico sobre la enfermedad. En cuanto a

la severidad, los tratamientos con *Trichoderma* redujeron significativamente en un 32% el desarrollo del patógeno en la planta. La masa fresca de frutos mostró diferencias significativas cuando se aplicó *T. lignorum*, ya que este tratamiento obtuvo los frutos más grandes y con mayor tonalidad roja (Merchan et al., 2014).

En otra investigación desarrollada en Cundinamarca se compararon la aplicación dos fungicidas de síntesis química (propiconazole y difenoconazol), en relación a dos productos biológicos a base de *Trichoderma lignorum* y *Saccharomyces cerevisiae* para el control de *B. cinérea* en fresa. No se presentaron diferencias significativas en cuanto a la producción de fruto de fresa sano ya que el manejo biológico obtuvo 14,55 Kg de fruto sano/parcela y el químico 14,05 Kg/parcela respectivamente (Niño y Guerrero, 2011).

Helford et al. (2000) alertan sobre la necesidad de mantener vigilancia por las temperaturas y por otros factores que favorezcan la velocidad de la germinación de los conidios de *Trichoderma* spp en relación a la velocidad de los hongos patógenos *B. cinérea* y *Mucor piriforme* de forma que se obtenga mayor eficacia de los biopreparados del antagonista.

Según Cano (2013) pese a que la mayoría de las investigaciones en regulación biológica de patógenos con el uso de antagonistas en fresa, se ha realizado en condiciones controladas de laboratorio o semicontroladas de invernadero, el paso a condiciones de campo es el reto fundamental de los investigadores en esta área.

El instituto Colombiano Agropecuario recomienda para el control biológico de enfermedades en las hortalizas bioproductos a base de *Bacillus subtilis* (contra *Botrytis* sp) de *Aerobasidium pullulan* (contra *Alternaria* sp) y de *Trichoderma* spp contra hongos del

suelo (*Fusarium* sp, *Rhizoctonia* sp y *Phyitium* sp.) (ICA, 2012). Por otra parte, el Servicio Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) en el Manual Técnico del cultivo de fresa bajo buenas prácticas recomienda a *Trichoderma* spp contra *Botrytis cinérea*).

Aunque se menciona y se recomienda la aplicación de microorganismos eficientes al suelo en Colombia, no se dan recomendaciones concretas sobre el empleo de los Microorganismos Eficientes Autóctonos (EMAs) para el control de las enfermedades en el cultivo de la fresa (SENA, 2014).

Los Microorganismos Eficientes son una combinación de microorganismos beneficiosos de cuatro géneros principales: Bacterias fototróficas, levaduras, bacterias productoras de ácido láctico y hongos de fermentación. Estos microorganismos efectivos cuando entran en contacto con materia orgánica secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelatados y fundamentalmente sustancias antioxidantes. Además, mediante su acción cambian la micro y macroflora de los suelos y mejoran el equilibrio natural, de manera que los suelos causantes de enfermedades se conviertan en suelos supresores de enfermedades. A través de los efectos antioxidantes promueven la descomposición de la materia orgánica y aumentan el contenido de humus (BID, 2009).

Según Cotes (2014) en Colombia se ha manifestado avances en el control biológico de enfermedades en los últimos años, sin embargo, deben seguir haciéndose esfuerzos por aumentar la eficacia a partir de mayor estabilidad de los agentes microbianos en condiciones de almacenamiento y campo. Así mismo que resulta importante aumentar la investigación y el desarrollo de productos a base de microorganismos nativos para aprovechar la biodiversidad del país en el desarrollo de nuevos productos.

Sin embargo, Cano (2013) señala el trabajo necesario que debe hacerse para aislar, purificar, identificar y caracterizar especies viables y estables de antagonistas, que se puedan registrar y formularse para poderlas utilizar en diversos sistemas productivos, bajo diferentes condiciones agroecológicas, lo cual no se trata de una tarea fácil, debido a los múltiples factores bióticos y abióticos que modulan la interacción suelo-planta-patógeno-antagonista

## 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

### **6.1 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.

**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.

**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

**RESOLUCIÓN No. 3002 del 2005:** 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).

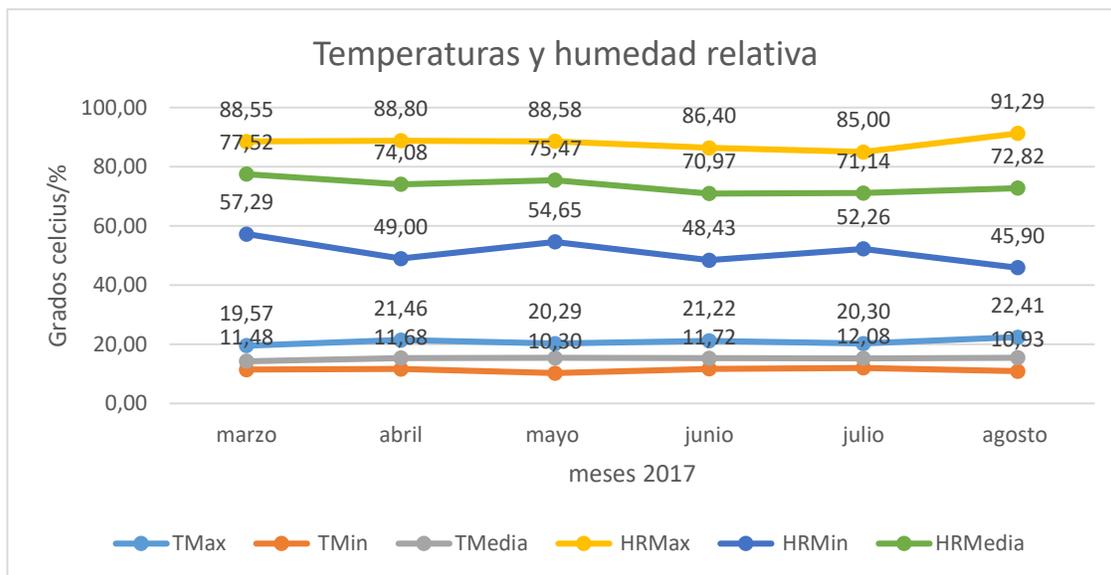
**RESOLUCIÓN 000698 DE 2011(febrero 4):** Por medio de la cual se establecen los requisitos para el registro de departamentos técnicos de ensayos de eficacia, productores e importadores de bioinsumos de uso agrícola y se dictan otras disposiciones.

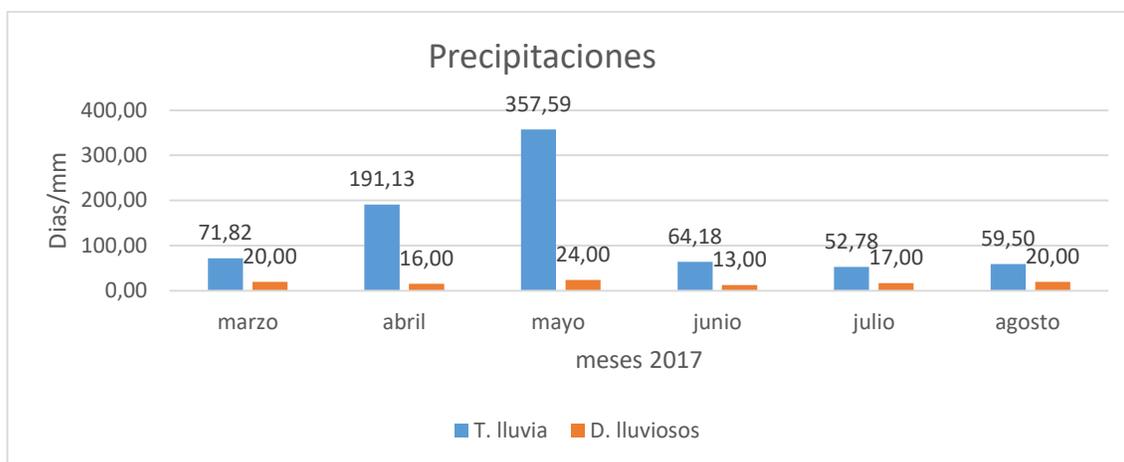
**RESOLUCIÓN 4754 DE 2011:** Por medio de la cual se establecen los requisitos para la ampliación de uso de bioinsumos y plaguicidas químicos de uso agrícola en los cultivos menores y se dictan otras disposiciones.

### Capítulo 3.

#### 8. Metodología

La investigación se desarrolló en la Universidad de Pamplona, en las veredas productivas del Municipio Pamplona y en la Finca Camacho en la Vereda Cariongo 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

### **8.1 Identificación de las enfermedades foliares parasitarias en el cultivo de la fresa bajo las condiciones de Pamplona**

La toma de datos de las enfermedades parasitarias del cultivo de fresa en seis veredas del municipio de pamplona: Chíchira, Jurado, Monteadentro, El Rosal, Altogrande y Cariongo, y en tres fincas de cada vereda con el fin de lograr el reconocimiento de las enfermedades foliares más importantes de la fresa, la identificación del microorganismo causal.

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

Se inició con el muestreo de plantas infectadas en el campo, así como la descripción de síntomas. Posteriormente las muestras fueron trasladadas al laboratorio de microbiología de la Universidad de Pamplona, donde se desinfectaron con alcohol 70% y 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 Hunter, 1998; Toledo y Aguirre, 1999).

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

### **Muestreo para determinación de incidencia y severidad.**

En cada finca se anotó nombre del propietario, nombre de la finca, nombre de la vereda, variedad del cultivo de fresa, área del lote, los síntomas de enfermedad, grado de severidad por planta tomada al azar.

En cada lote de cultivo se realizó un muestreo mínimo de 100 plantas en doble diagonal y en zigzag, siempre escogiendo el centro del cultivo, es decir sin monitorear plantas de los bordes.

Se aplicó la siguiente escala a cada planta

**0**= planta sin síntomas de daño

**1**= la planta presenta un síntoma de daño entre un 5 % del área foliar.

**2**= la planta presenta un síntoma de daño entre un 6 - 25 % del área foliar.

**3**= la planta presenta un síntoma de daño entre un 26 - 50 % del área foliar.

**4**= la planta presenta un síntoma de daño entre un 51 – 75 % del área foliar.

**5**= la planta presenta un síntoma de daño mayor de un 76 % del área foliar.

Con la información obtenida en los muestreos se determinó el Porcentaje de Distribución o Incidencia por la siguiente formula:

$$\% \text{ distribución} = \frac{n(\text{plantas afectadas})}{N (\text{evaluadas})} \times 100$$

Así como la severidad del tejido afectado por cada enfermedad con la fórmula siguiente.

$$\% \text{ intensidad} = \frac{(a \times b)}{KN} \times 100$$

Donde:

I= Intensidad o severidad.

a = Grado de la escala.

b= Número de plantas con un grado a de la escala.

K= Grado máximo de la escala

N= Número total de plantas muestreadas

Para determinar el porcentaje de incidencia ponderada por vereda, variedad y municipio se usó la fórmula siguiente:

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

Donde:

A<sub>i</sub>: área de incidencia.

I<sub>i</sub>: índice de incidencia.

A área total.

Para la identificación de la severidad media ponderada se identifica la vereda, variedad y municipio se empleó la siguiente fórmula:

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

Donde:

A: área.

S: 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 biopreparados producidos por ASPAGRO en el control de las enfermedades foliares del cultivo de la fresa con prácticas orgánicas de manejo**

Se realizó el experimento en la finca Camacho de la Vereda Cariongo. Se escogió en una plantación de fresa de 18 meses con fuente de inóculo natural de agentes patógenos en campos aledaños (Castellano, 2017)

**Para el control de enfermedades foliares inicialmente se realizará un saneamiento a todas parcelas del experimento y se aplicó materia orgánica gallinaza a 400 kg/ha.**

**Los tratamientos son los siguientes tratamientos:**

1. Testigo saneado
2. P1
3. P2
4. ME
5. Caldo rizósfera
6. B. Meconio
7. M6 Sol

8. Dythane (T. Químico)

9. Testigo sin Sanear

A continuación, se relacionan los ingredientes de cada biopreparado y tipo de fermentación.

Tabla 1 biopreparado y tipo de fermentación

Biopreparados comerciales	Ingredientes	Tipo de fermentación	Uso propuesto
P1	Vinagre, roca fosfórica y melaza	aeróbica	Biofertilizante con B.S.F. $8,34 \times 10^5$ UCF/MI
P2	ME y melaza, ceniza y roca fosfórica	anaeróbica	Biofertilizante con B.S.F. y antagonista $3.2 \times 10^5$ UCF/MI
MM	ME, melaza y salvado de arroz ( <i>Oriza sativa</i> L.)	aeróbica	Biofertilizante con B.S.F. y antagonista $1,72 \times 10^6$ 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 $1,24 \times 10^6$ UFC/mL
B. meconio	Meconio de ternero, agua, melaza y ahuyama ( <i>Cucurbita máxima</i> Duch.) cocida.	anaeróbica	Biofertilizante con B.S.F. y antagonista

			1,3x10 <sup>6</sup> UFC/mL
+M6	ME, vinagre, etanol, plantas aromáticas, jengibre ( <i>Zingiber officinale</i> Rosc.), ajo ( <i>Allium sativum</i> L.), cebolla ( <i>Allium cepa</i> L.), pimienta y ají ( <i>Capsicum annuum</i> L.).	anaeróbica	Biofertilizante con B.S.F. y antagonista 9,13x10 <sup>5</sup> UFC/mL

Las dosis a usar para los biopreparados serán del 5 % (1L/20L), con excepción del biopreparado B. meconio que se aplicó al 1 % 200 mL/20L. Se realizaron los tratamientos semanalmente con una asperjadora manual de espalda con una solución final de 400 L/ha.

Las aplicaciones del fungicida Dithane PH80 también se realizaron semanalmente a una dosis 2,5 kg/ha

Se dispusieron los tratamientos en un diseño bloques al azar con arreglo 9 x 4 (9 tratamientos con 4 repeticiones), o sea, 36 unidades experimentales (parcelas). Cada parcela contó con 4 surcos de 5 metros de largo.

La evaluación de los síntomas de las enfermedades se realizó cada 15 días, tres días después de los tratamientos pares. Se evaluarán la 20 planta/parcelas cada 7 días en los surcos centrales, tres días después de cada tratamiento.

Se valorarán las enfermedades más importantes: antracnosis- (*Colletotricum* sp.), peca por *Ramularia tulasnei*, *Botrytis cinérea* y mancha por *Xanthomonas fragariae*, enfermedades que se definieron como las más importantes en el primer objetivo. Para el caso de antracnosis se evaluaron hojas, flores y frutos, para *Botrytis cinérea* los frutos y para la mancha por *Ramularia* y la mancha bacteriana el follaje.

En cada parcela o unidad experimental se determinará el porcentaje de incidencia (plantas y órganos) y severidad para el follaje de la forma explicada anteriormente.

$$\% \text{ de incidencia o distribución} = \frac{n(\text{plantas afectadas})}{N(\text{evaluadas})} \times 100$$

$$\% \text{ I (intensidad)} = \frac{\Sigma(\mathbf{aXb})}{\mathbf{KN}} \times 100$$

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:

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

**Donde:**

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

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

$T_i$  = tiempo 1

$T_{i+1}$  = tiempo 2

Se realizó un análisis de varianza en las variables de incidencia, severidad y ABCPE obtenidas. Se comprobó previamente de supuesto de normalidad, por la prueba de kolmodorov Smirnov. Se compararon las medidas por la prueba de Tukey con una probabilidad de error de  $p \leq 0,05$ ).

Se realizó un análisis correlación entre la severidad de cada enfermedad evaluada en el follaje de la fresa en el Testigo sin sanear como variante independiente y las variables

meteorológicas temperatura máxima, mínima y media y humedad relativa máxima, mínima y media, y la lluvia acumulada y días lluviosos ,15 días antes de cada evaluación como variables independientes, así uno de regresión lineal múltiple entre la severidad y las variables que mejor correlacionaron. Para estos análisis estadísticos se empleó el paquete estadístico SPSS.

## Capítulo 4

### 9. Resultados y Análisis

#### 8.1 Identificación de las enfermedades foliares parasitarias en el cultivo de la fresa bajo las condiciones de Pamplona

En los recorridos por las fincas y las muestras colectadas se pudieron identificar cuatro enfermedades foliares como las más importantes de la fresa en las condiciones de Pamplona: fueron la peca o viruela de la hoja causada por *Ramularia tulasnei* Fuckel, la antracnosis de la fresa en hojas flores y frutos causada por *Colletotrichum* sp Penz, la pudrición blanda del fruto causada por *Botrytis cinerea* (de Bary) Whetzel y la mancha bacteriana causad por *Xanthomonas fragariae* Kennedy y King (Tabla 2)

#### Aislamiento e identificación de patógenos

Tabla 2 Síntomas y agente causal de las enfermedades más importantes identificadas

Síntoma	Caracterización del síntoma	Microorganismo asociado
Viruela de la hoja	Lesiones circulares de tamaño variable, de inicio café y posteriormente de plateado con caída de tejido.	<i>Ramularia tulasnei</i> Fuckel

Antracnosis en hojas de tallo y fruto	Lesiones necróticas cafés y hundidas en flores frutos y hojas	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Penz
Pudrición blanda del fruto	Pudrición blanda con abundante micelio café- grisáceo	frutos <i>Botrytis cinérea</i> (de Bary) Whetzel
Mancha angular	Manchas de aspecto aceitoso de color café en hojas, se presenta inicialmente como lesiones pequeñas húmedas, se van alargando para formar manchas angulares delimitadas por pequeñas venas	<i>Xanthomonas fragariae</i> Kennedy y King

La viruela se presentaba como lesiones circulares de tamaño variable, de inicio café y posteriormente de plateado y halo de color café oscuro en ocasiones con caída de tejido. No se observaron peritecios en el campo y en el laboratorio se observaron en las cámaras húmedas y los cultivos del hongo conidios típicos de *Ramularia tulasnei* Fuckel (Figura 1.)

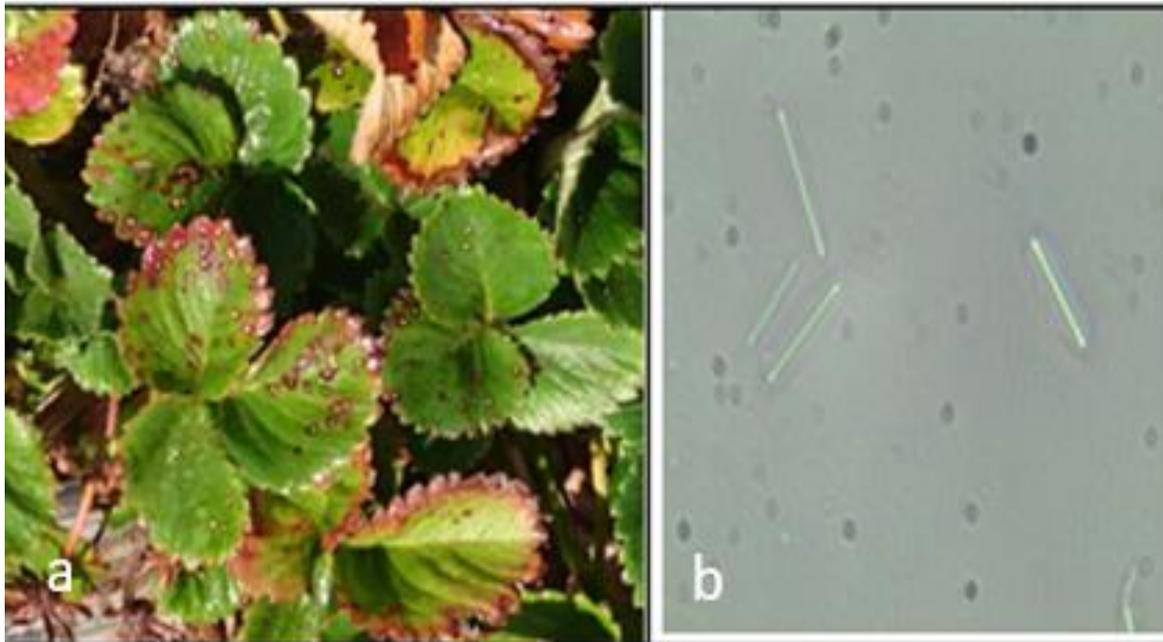


Figura 1 Síntomas de Viruela a); conidios de *Ramularia tulasnei* b)

La antracnosis se presentaba como lesiones necróticas cafés y hundidas (Figura 2.). En flores y frutos cuando la infección avanzaba se momificaban. En las cámaras húmedas y bajo condiciones de mucha húmedas en el campo se observaba un fructificación color salmón característica del género *Colletotrichum gloeosporioides* Penz



Figura 2. Antracnosis en hoja a); flores b); frutos c); conidios y conidióforos de *Colletotrichum* sp d)

Se observó pudrición blanda con abundante micelio café- grisáceo (Figura 3.). La enfermedad se presentaba generalmente en frutos maduros, cuando hay mucha humedad, se cubre completamente con vello gris.

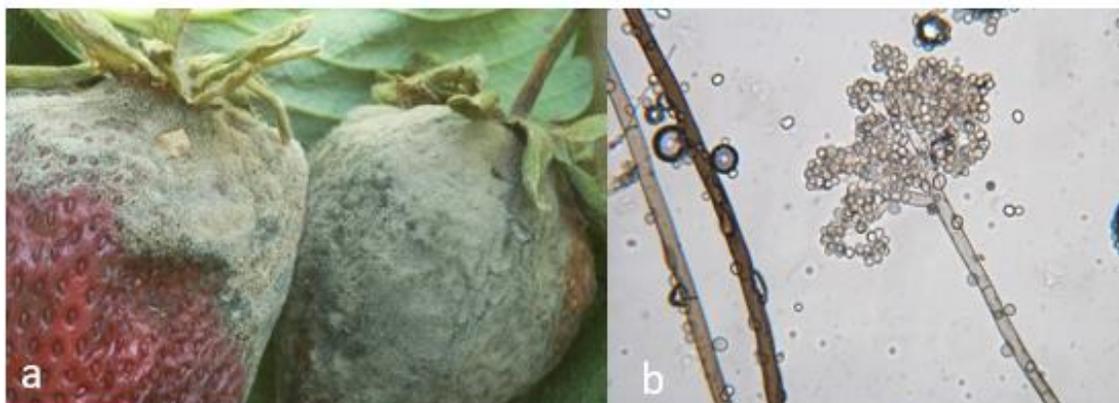


Figura 3. Frutos con síntomas de pudrición blanda a); hifas y conidios del hongo *Botrytis cinerea* b)

La mancha bacteriana se presentaba en plantaciones de mas de seis meses. Los síntomas de la enfermedad se presentan inicialmente como una mancha aceitosa lesiones pequeñas húmedas, se van alargando para formar manchas angulares delimitadas por pequeñas venas.



Figura 4. Síntomas de mancha bacteriana por *Xantomona fragariae* a) y b)

Angulo (2007) relaciona dentro de las enfermedades más importantes de la fresa para Colombia, a la antracnosis, el moho gris, la peca y la mancha bacteriana, al igual que la Cámara de Comercio (2015).

### Determinación de incidencia y severidad.

La antracnosis incidió en todas las veredas donde se realizaron los muestreos. En el follaje el porcentaje de incidencia varió entre 10,60 y 21,36 % con una media ponderada de 15,34% sin diferencia estadística en las veredas. En frutos varió entre 0 y 30 % con una media ponderada de 16,39% siendo mayor la incidencia en las veredas Jurado y Cariongo y menor en Monteadentro, aunque los niveles en Chíchira y El Rosal no se diferenciaron de esta última vereda. En flores varió entre 0 y 17 % con una media ponderada de 11,12% siendo mayor la incidencia en las veredas Jurado, Chíchira y Cariongo y menor en Monteadentro, aunque los niveles en Altogrande y El Rosal no variaron de esta (Tabla 3).

Tabla. 3 Porcentaje de incidencia de las enfermedades foliares por vereda en el municipio de Pamplona

Veredas	hojas	Antracnosis en: frutos	Flores	<i>R. tulasnei</i> en hojas	<i>B. cinerea</i> en frutos	<i>Xanthomonas sp.</i> en hojas
CHICHIRA	10,60a	9,00cd	17,00a	12,00 bc	5,20c	6,00b
MONTEADENTRO	14,86a	0,00 d	0,00 b	18,00b	2,14c	7,00b
EL ROSAL	12,00a	10,00 cd	9,00ab	7,00 c	11,00bc	5,00b
ALTOGRANDRE	11,00a	17,00 bc	11,00 ab	14,00bc	19,27ab	21,00a
CARIONGO	21,36a	25,00 ab	16,00a	33,00 a	24,36a	28,00 a
JURADO	17,14a	30,00 a	17,00 a	37,00 a	24,86a	4,00b
MUNICIPIO PAMPLONA	15,34	16,39	11,12	23,31	15,73	12,59

La incidencia de la mancha por *Ramularia tulasnei* varió entre 7 y 37 % con una media ponderada de 23,31% siendo mayor la incidencia en las veredas Jurado y Cariongo y menor para Chíchira, El Rosal y Altograndre, quedando Chíchira con una incidencia intermedia. La pudrición por *B. cinérea* en frutos varió entre 2,14 y 24,86 % con una media ponderada de 15,73 % siendo mayor la incidencia en las veredas Jurado Altograndre y Cariongo y

menor en Monteadentro, Chíchira y El Rosal. La incidencia de la mancha foliar por *Xanthomonas* sp varió entre 4,0 y 28,0 % con una media ponderada de 12,59 % siendo mayor la incidencia en las veredas Altograndre y Cariongo y menor en Monteadentro, Chíchira, Jurado y El Rosal.

En general las veredas Cariongo y Jurado se destacaron por tener niveles relativos más altos niveles de incidencia de enfermedades foliares, lo que se atribuye al no correcto manejo del cultivo en las plantaciones que se visitaron.

Es de resaltar que la incidencia de antracnosis en frutos en Cariongo y Jurado fue alta 25 y 30 % respectivamente lo que da una idea de la afectación en la producción que se estaba produciendo por esta enfermedad, lo que contrasta con la situación en monteadentro donde la enfermedad no estaba presente en los frutos, por lo que habría que profundizar en los métodos de control que se emplean en una y otra vereda.

La severidad de la antracnosis en hoja presentó y una media ponderada de 3,88% en el municipio con sin diferencia entre las veredas. La severidad de la mancha por *Ramularia* varió entre 2 y 15 % con una media ponderada 8,42%, con los niveles de severidad más altos en las veredas Jurado y Cariongo y menor en El Rosal que no se diferenció estadísticamente de Monteadentro, Chichira, Altograndre y Cariongo (Tabla 3).

Tabla 4. Severidad de enfermedades foliares por vereda en el municipio Pamplona

Veredas	Antracnosis en hojas ( <i>Colletotrichum</i> sp.)	Mancha por ( <i>Ramularia</i> )	Mancha bacteriana ( <i>Xanthomonas</i> sp.)
CHICHIRA	3,68a	5,00bc	1,00b
MONTEADENT			
RO	4,85a	4,00bc	3,00ab
EL ROSAL	3,37a	2,00c	2,00b

ALTOGRANDR			
E	4,41a	6,00abc	6,00ab
CARIONGO	4,69a	12,00ab	11,00a
JURADO	2,09a	15,00 a	1,00b
MUNICIPIO			
PAMPLONA	3,88	8,42	4,33

La severidad de la mancha bacteriana varió entre 1% (Jurado y Chíchira) y 2% en El Rosal con valores bajos con diferencia estadística con relación al 11 % que se presentó en el Cariongo. Los niveles de Monteadentro y Altograndre fueron intermedios y la severidad ponderada para el municipio fue de 4,33%.

Como puede apreciarse las mayores severidades se observaron para la mancha por *Romularia* siendo variable para la mancha por *Xanthomonas*, esto podría explicarse por la forma de diseminación de los hongos que puede ser por el aire y de las bacterias por el agua de riego, salpicadura de lluvia y por biotransmisores, incluyendo al hombre.

En los estados de Aragua y Miranda, Venezuela, se determinó que las enfermedades ocasionadas por hongos de mayor incidencia y severidad en el cultivo de fresa eran: la antracnosis o pudrición seca del fruto, causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* y la pudrición blanda del fruto por *Botrytis cinérea* (Guevara et al., 2004), enfermedades que demostraron tener gran importancia en las veredas de Pamplona.

La incidencia de las enfermedades de la fresa por variedades mostro no haber diferencia entre las variedades para la antracnosis en las hojas, sin embargo, en el fruto y flores fue mayor con valores destacados para Albión, Ventana y Monterey. La incidencia de la mancha por *Romularia* fue mayor para ventana y Monterey, la incidencia de *B. cinereea* en frutos mayor para Albión, Ventana, Camino Real y Monterey y menor para Festival y la incidencia dela mancha bacteriana mayor para ventana y Camino real (Tabla 4).

Tabla 5 Incidencia de las enfermedades por variedades en el municipio de Pamplona

Variedades	<i>Antracnosis</i>			<i>M.</i> ( <i>Ramularia</i> )	<i>B.</i> <i>cinerea</i>	<i>Xanthomonas</i> sp.
	en hojas	en frutos	en flores	en hojas	en frutos	en hojas
ALBION	14,42 a	24,89 a	18,96a	25,21bc	17,85ab	12,89bc
VENTANA	13,00a	35,44 a	25,44a	42,11 <sup>a</sup>	25,44a	31,33a
CAMINO REAL	14,37a	17,5bc	11,75bc	20,25c	23,37a	21,62ab
FESTIVAL	18,25a	6,25c	2,75c	15,00cd	2,50c	5,50c
MONTERREY	16,10a	27,00a	18,10a	32,20ab	26,30a	8,00c
SABRINA	16,00a	10,00c	9,00bc	6,00d	6,00bc	2,00c

Se destacó por la baja incidencia a las enfermedades foliares Festival seguida de Sabrina

La severidad por antracnosis no manifestó diferencia estadística entre las variedades variando entre 4,62 y 6,75%, sin embargó, la variedad Ventana con 16% de severidad se diferenciaron estadísticamente de Sabrina (2,00%). El resto de las variedades quedaron intermedias entre estas dos (Tabla 5).

Tabla 6 Severidad de las enfermedades foliares por variedades en el municipio de Pamplona

Variedades	Severidad de las Enfermedades por variedades (%)		
	<i>Antracnosis en</i> hojas ( <i>Colletotrichum</i> sp.)	<i>Mancha por</i> ( <i>Ramularia</i> <i>tulasnei</i> )	<i>Mancha</i> bacteriana ( <i>Xanthomonas</i> sp.)
ALBION	5,53a	9,75ab	4,87a
VENTANA	5,66a	16,00a	11,77a
CAMINO REAL	4,62a	6,95ab	7,30a
FESTIVAL	6,75a	6,00ba	2,00a
MONTERREY	6,34a	12,60ab	2,68a
SABRINA	5,00a	2,00b	0,80a

la variedad que presentó baja severidad en las enfermedades foliares evaluada para peca y mancha bacteriana fue la Sabrina, según Hornero 2017 se ha desarrollado una nueva variedad de fresa denominada Sabrina que en los ensayos previos ha puesto de manifiesto

un gran potencial y que complementa otras variedades y las más sembrada en el Mediterráneo, presenta buena calidad de la futa y tolerancia frente a enfermedades foliares

**Determinación de la eficacia de diferentes biopreparados producidos por ASPAGRO en el control de las enfermedades foliares del cultivo de la fresa con prácticas orgánicas de manejo**

La dinámica de la incidencia de la mancha por *Ramularia tulasnei* en las hojas de fresa en el tratamiento donde se aplicó M. Eficientes estuvo oscilando entre 45 y 65% hasta la cuarta evaluación y después estuvo oscilando ligeramente con los valores relativos más bajos del experimento entre 45 y 60 %. En el tratamiento testigo sin sanear la enfermedad disminuyó gradualmente desde el primer muestro hasta el tercero, mientras que el resto de los tratamientos la enfermedad osciló entre 50 y 60 % de incidencia de conjunto con los anteriores tratamientos. La incidencia de la enfermedad en el Testigo saneado estuvo oscilando entre 50 y 55%, mientras que en el tratamiento químico osciló entre 50 y 60% (Figura 5).

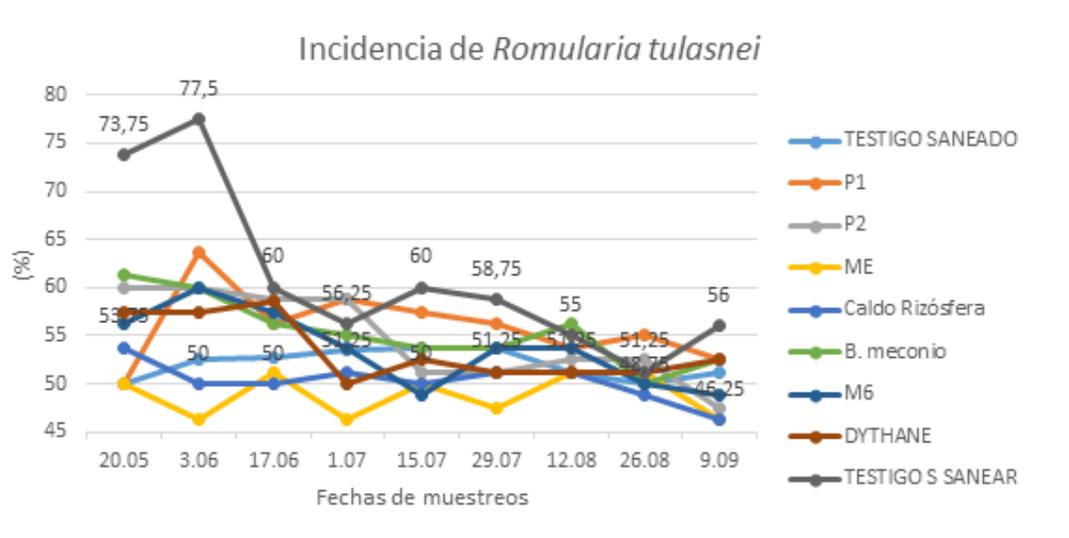


Figura 5. Dinámica de la incidencia de *Mycosphaerella fragariae* (Tul.) Lindau (*Ramularia tulasnei* Fuckel) en el follaje de la fresa en los diferentes tratamientos.

La disminución de la incidencia de la enfermedad en el testigo sin sanear puede explicarse por la reducción del potencial de inóculo ocasionada por el saneamiento que se realizó en el resto de los tratamientos.

La dinámica de la severidad de la mancha por *Ramularia tulasnei* en las hojas de fresa muestra que el testigo saneado fue inferior hasta la cuarta semana y posteriormente fue creciendo en el tiempo mientras que en el tratamiento testigo sin sanear tuvo una severidad superior después del tercer muestreo. En los demás tratamientos donde se aplicaron los biopreparados de ASPAGRO la severidad de la enfermedad estuvo oscilando entre 13% y 29% de conjunto con los tratamientos anteriores y el tratamiento químico. Se destacaron con valores menores relativos los bioproductos ME y M6 (Figura 6).

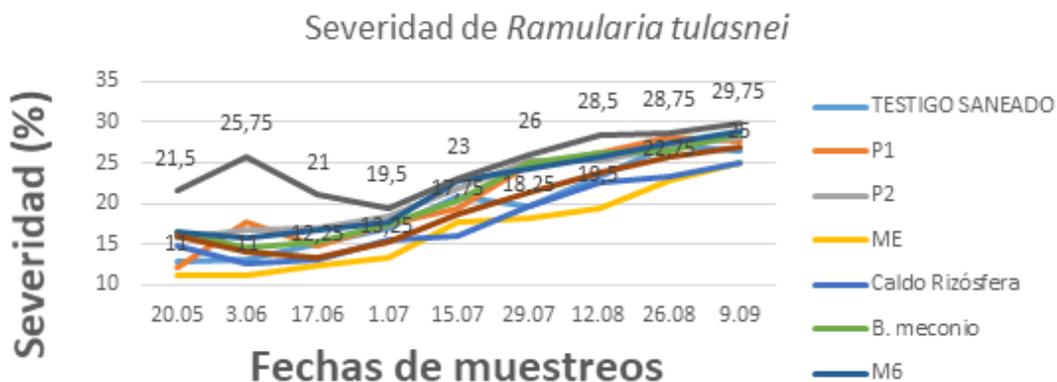


Figura 6. Dinámica de la severidad de *Ramularia tulasnei* (Tul.) Lindau (*Mycosphaerella fragariae* Fuckel) en el follaje de la fresa en los diferentes tratamientos.

En general todos los tratamientos fueron incrementando sus niveles de incidencia en el tiempo a pesar de no sobrepasar en ningún momento el 30 % de severidad. En los tratamientos ME, M6 y Testigo saneado la curva de la dinámica de la enfermedad estuvo todo el tiempo ligeramente por debajo del tratamiento químico, por lo que el efecto de Dithane no fue destacado en este caso.

La dinámica de la enfermedad en el testigo sin sanear tuvo correlación positiva y significativa ( $r > 0,5$ ) con la temperatura máxima, la temperatura media, la humedad relativa máxima y la edad del cultivo, lo que explica por qué la enfermedad aumenta al final del experimento cuando aumentaron la temperatura máxima y media y la humedad relativa máxima. Se obtuvo un modelo de regresión lineal múltiple entre la severidad de la enfermedad y las cuatro variables mencionadas con un coeficiente de determinación ( $R^2$ )  $> 0,9$ .

Al analizar el resultado del ANOVA referente a la mancha por *Ramularia tulasnei* en las hojas de fresa se pudo observar que en el cuarto muestreo los valores de incidencia y severidad fueron menores desde el punto de vista estadístico para el biopreparado ME y los mayores para el Testigo sin sanear, el resto de los tratamientos quedaron intermedios desde el punto de vista estadístico entre estos mencionados. En el sexto muestreo los mayores

niveles de incidencia se observaron en el tratamiento P1 y el Testigo sin sanear y el menor en ME y para la severidad también el menor valor correspondió a ME (aunque el tratamiento con Caldo Rizósfera no se diferenció de este) y los mayores a P1, P2, B meconio y M6 y el Testigo sin sanear, el resto de los tratamientos quedaron intermedios desde el punto de vista estadístico a los mencionados con mayor y menores valores (Tabla 6).

Tabla 7. Resultado del análisis estadístico de la incidencia (I) y severidad (S) de Lindau *Ramularia tulasnei* Fuckel (*Mycosphaerella fragariae* (Tul.)) en hojas de fresa en diferentes momentos de muestreos entre los diferentes tratamientos.

Tratamientos	1-07-2017		29-07-2017		26-08-2017		ABCPE	
	I M4	S M4	I M6	S M6	I M8	S M8	INC.	SEVE.
T. saneado	57 a	17 ab	53 ab	19 bc	50 a	27 ab	67,81 bc	23,59 c
P1	58 a	17 ab	56 a	24 a	55 a	28 ab	71,31 ab	25,69 b
P2	58 a	18 a	51 ab	25 a	52 a	27 a	69,82 b	26,56 b
ME	46 b	13 b	47 b	18 c	51 a	22 b	59,85 d	19,84 d
C. Rizósfera	51 ab	15 ab	51 ab	19 bc	48 a	23 ab	63,61 cd	21,84 c
B. meconio	55 ab	17 ab	53 ab	25 a	50 a	26 ab	70,35 b	25,67 b
M6	53 ab	17 ab	53 ab	24. a	50 a	27 ab	68,33 bc	26,51 b
Dithane	50 ab	15 ab	51 ab	21 b	51 a	25 ab	67,02 bc	23,59 c
T. s. sanear	56 a	19 a	58 a	26 a	51 a	28 a	77,17 b	31,04 a
C.V. (%)	42	35	30	10	43	10	10	60
Error típico*	0,041	0,027	0,035	0,015	0,041	0,01	1,3	3,21

\* Letras desiguales en las columnas difieren para  $P \leq 0,05$  por la prueba de Tukey

En el octavo muestreo la incidencia de la mancha por *Ramularia* en el Testigo sin sanear fue superior al resto de los tratamientos que no difirieron entre sí, sin embargo, la severidad fue menor en el tratamiento con ME y la mayor en el Testigo sin sanear, mientras que el resto de los tratamientos quedaron intermedios entre estos dos. En general de los bioproductos el de mejor respuesta fue ME e hicieron poco efecto P1 y P2.

El área bajo la curva del progreso de la incidencia de la peca fue menor para los tratamientos ME y Caldo Rizósfera y el mayor fue el Testigo sin sanear que no presentó diferencia estadística con los tratamientos P1, P2, B. meconio, Testigo saneado, M6 y Dithane, aunque estos tres últimos no se diferenciaron del B. meconio. Y para las severidades el tratamiento más bajo se presentó en ME y más alto en el Tratamiento sin sanear, 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).

La dinámica de la incidencia de la Antracnosis *Colletotrichum gloeosporioides* en hojas de fresa muestra que tanto el testigo sin sanear como saneado presentan picos grandes durante toda la etapa, aunque al final no se separan mucho de los tratamientos con biopreparados y el fungicida químico. Se destacan por las curvas con valores más bajos ME y caldo rizósfera, aunque al final de las evaluaciones la incidencia oscila entre 45 y 55% (Figura 7).

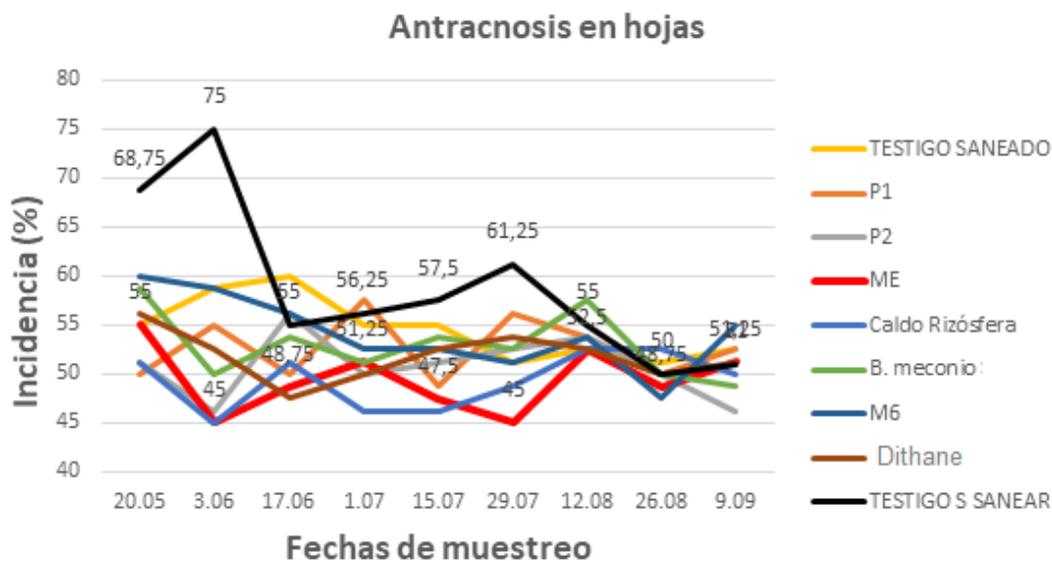


Figura 7. Dinámica de la incidencia de la antracnosis *Colletotrichum gloeosporioides* Penz en el follaje de la fresa en los diferentes tratamientos.

La dinámica de la severidad de Antracnosis en hojas *Colletotrichum gloeosporioides* en hojas de fresa presenta que el tratamiento testigo sin sanear tiene una incidencia que va en aumento a partir de la segunda semana y que alcanza el pico más alto en la sexta semana de muestreo. El tratamiento de ME aunque mostró un aumento con relación al tiempo mostró los valores más bajos en general, por otro lado el tratamiento con Caldo Rizósfera en casi todos los muestreos estuvo con valores relativos inferiores al tratamiento con fungicida químico (Figura 4).

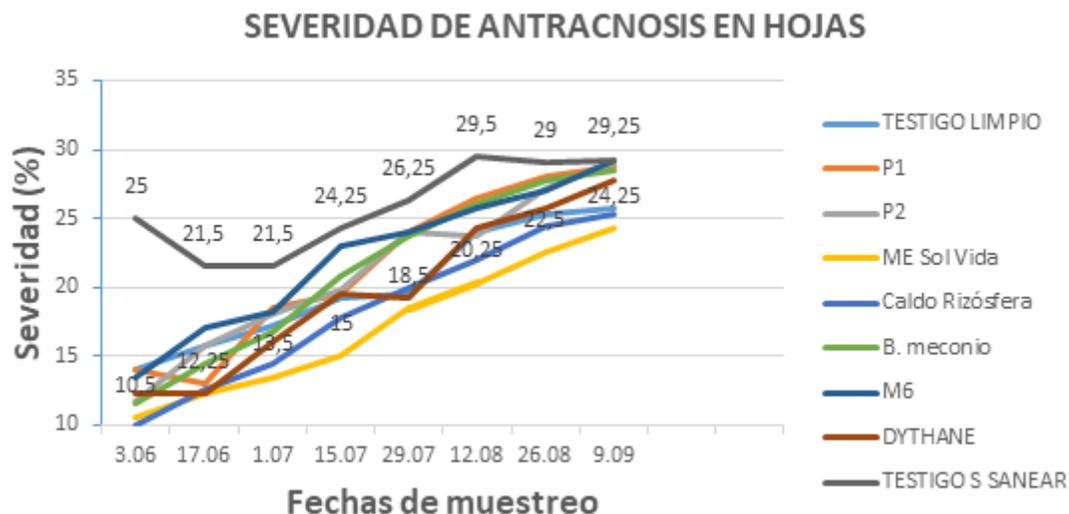


Figura 8. Dinámica de la severidad de la antracnosis *Colletotrichum gloeosporioides* Penz en hojas de fresa en los diferentes tratamientos.

La dinámica de la severidad de la antracnosis en el testigo sin sanear tuvo correlación positiva y significativa ( $r > 0,5$ ) con la temperatura máxima, la humedad relativa máxima y la edad del cultivo, lo que explica por qué la enfermedad aumenta al final del experimento cuando aumentaron la temperatura máxima y la humedad relativa máxima. Se obtuvo un modelo de regresión lineal múltiple entre la severidad de la enfermedad y estas tres variables con un coeficiente de determinación ( $R^2$ )  $> 0,9$

En el cuarto muestreo la incidencia de la antracnosis en hojas fue menor para el tratamiento con Caldo Rizósfera (46%) y mayor para el Testigo sin sanear (56%), el resto de los tratamientos quedaron intermedios entre estos, mientras que la severidad fue mayor para el testigo sin sanear (21%) y la menor para ME (13%), aunque otros tres tratamientos no difirieron de este (químico, Caldo Rizósfera y B meconio) (Tabla 8).

Tabla 8. Resultado del análisis estadístico de la incidencia (I) y severidad (S) de la antracnosis *Colletotrichum gloeosporioides* en hojas de fresa

Tratamientos	1-07-2017		29-07-2017		26-08-2017		ABCPE	
	I M4	S M4	I M6	S M6	I M8	S M8	INC	SEV
T. saneado	55 ab	17 bc	51 abc	19 c	51 a	25 cd	62,65 ab	21,73 cd
P1	57 ab	18 ab	56 ab	24 ab	50 a	28 ab	59,15 bcd	23,01 bc
P2	50 ab	18 abc	52 abc	24 ab	50 a	27 abc	57,22 cde	22,57 bcd
ME	51 ab	13 d	45 c	18 c	48 a	22 e	54,16 e	18,51 f
C. Rizósfera	46 b	14 cd	48 bc	20 bc	52 a	24 de	55,03 de	19,72 ef
B. meconio	51 ab	16 bcd	52 abc	23 ab	50 a	27 abc	59,15 bcd	22,73 bcd
M6	52 ab	18 ab	51 abc	24 ab	47 a	27 abcd	60,20 abc	23,8700
Dithane	50 ab	16 bcd	53 abc	19 c	50 a	25 bcd	57,75 cde	21,10 de
T. s. sanear	56 a	21 a	61,25 a	26 a	50 a	29 a	64,22 a	28,29 a
C.V. (%)	15	13	19	20	17	9	6	0,009
Error Típico*	0,04	0,02	0,04	0,02	0,04	0,01	0,9	0,35

\* Letras desiguales en las columnas difieren para  $P \leq 0,05$  por la prueba de Tukey

En el sexto muestreo la incidencia de la antracnosis en hojas fue menor para el tratamiento con ME (45%) mayor para el Testigo sin sanear (61,25%), el resto de los tratamientos quedaron intermedios entre estos, aunque Caldo Rizósfera no se diferenció de ME y si del testigo sin sanear el resto de los tratamientos no se diferenciaron del testigo sin sanear. En ese momento la severidad fue mayor para el testigo sin sanear (26%) y la menor para ME, Dithane, aunque otros dos tratamientos no difirieron de este (químico y Testigo saneado con 19 % de severidad).

En el octavo muestreo no se observó diferencia en cuanto a la incidencia de la enfermedad que no hubo diferencia estadística entre los tratamientos y la severidad que presentaron menor severidad fue ME, caldo Rizosfera, p1 y Dithane sin diferencia estadística entre ellos y mayor para el testigo sin sanear. Estos microorganismos efectivos cuando entran en contacto con materia orgánica secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelatados y fundamentalmente sustancias antioxidantes (et al., 2017)

El área bajo la curva del progreso de la intensidad de la enfermedad fue menor para los tratamientos Caldo Rizosfera, ME, P2 y Dithane que no se diferenciaron entre sí y los de mayor M6, el Testigo sin sanear y Testigo saneado que no se diferenciaron entre sí, mientras que el resto de los tratamientos quedaron intermedios entre éstos. Las severidades más bajas las presentaron los tratamientos ME Y Caldo Rizósfera y la más alta para EL Testigo sin sanear, Resulta de gran importancia profundizaren 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*, *Aeromonahy drophilia*, *Pseudomonas luteola*, *Pseudomonas putida*, *Enterobacter sakasaki*, *Pantoea sp.* y *Enterobacter cloacae* (Lara et al., 2011)

En el octavo muestreo la incidencia de la antracnosis en hojas no presentó diferencia entre los tratamientos oscilando entre 47 y 50% reflejando poca influencia de los tratamientos en esta variable. En ese momento la severidad fue mayor para el testigo sin sanear (29%) y la menor para ME (22%) y Caldo Rizósfera (22%), aunque otros dos tratamientos no difirieron de este último y si del testigo sin sanear (químico y Testigo saneado).

La diferencia entre el tratamiento sin sanear y el tratamiento ME y Caldo Rizósfera podría explicarse en la eficiencia que tienen estos microorganismos en el mejoramiento del suelo y por la reducción del inóculo en los tratamientos con biopreparados y no en el Testigo sin sanear

La incidencia de la antracnosis mostró un aumento sostenido en los frutos de fresa en todos los tratamientos durante la etapa en estudio. La incidencia en el Testigo sin sanear fue relativamente superior en todas las evaluaciones aumentando desde 58,75% hasta 76,75 %, mientras que el resto de los tratamientos iniciaron con valores entre 20 y 34 % y terminaron con niveles entre 50 y 63,75 (Figura 9), o sea, con niveles relativamente altos, pero muy similares entre los tratamientos.

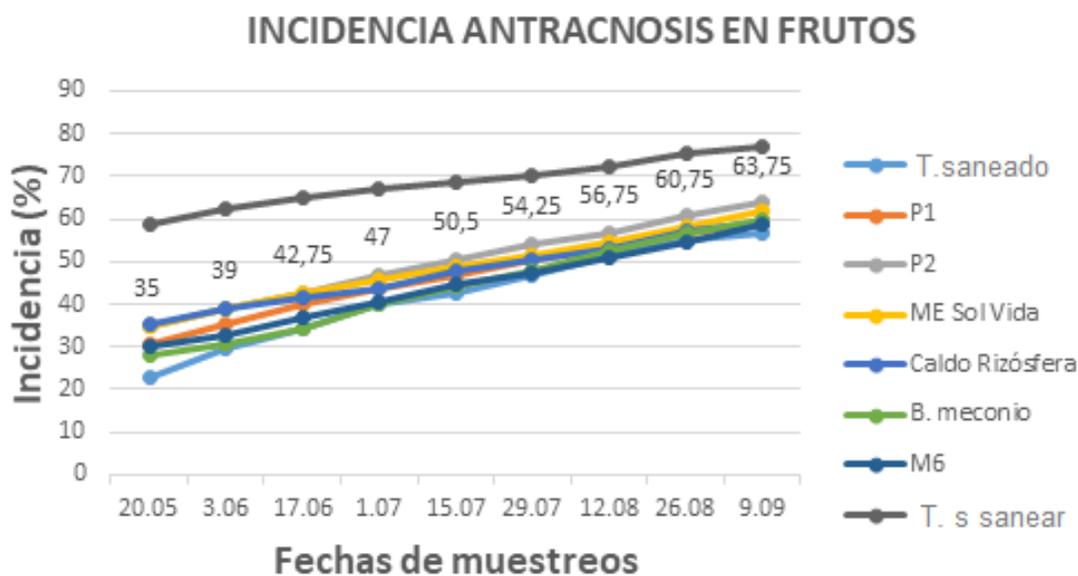


Figura 9. , Dinámica de la incidencia de la antracnosis *Colletotrichum gloeosporioides* Penz en frutos de fresa en los diferentes tratamientos.

Al analizar el ANOVA de la incidencia de la antracnosis en los frutos para los diferentes tratamientos se observó que en el cuarto muestreo en el tratamiento Testigo sin sanear la incidencia fue mayor con diferencia estadística con el resto de los tratamientos, en el sexto muestreo también el Testigo sin sanear presentó los mayores valores de incidencia y los menores el Testigo saneado y el tratamiento químico y el biopreparado M6 no se diferenciaron de este (el resto de los tratamientos no se diferenciaron de estos , pero si del Testigo sin sanear).

Tabla 9. Incidencia (I) de Antracnosis *Colletotrichum gloeosporioides* en frutos

Tratamientos	1-07	29-07	26-08	ABCPE
	I M4	I M6	I M8	
T. saneado	39 b	46 c	55 bc	5124,00 b
P1	43 b	50 bc	56 b	5656,00 b
P2	47 b	54 bc	60 b	6123,25 b
ME	45 b	51 bc	58 b	5944,75 b
C. Rizósfera	43 b	50 bc	57 b	5838,00 b
B. meconio	39 b	48 bc	56 b	5304,25 b
M6	40 b	47 bc	54 bc	5367,25 b
Dithane	41 b	44 c	48 c	5288,50 b
T. s sanear	67 a	70 a	75 a	8527,75 a
C.V. (%)	63	46	40	3054
Error Típico*	0,038	0,035	0,035	212

\* Letras desiguales en las columnas difieren para  $P \leq 0,05$  por la prueba de Tukey

En el octavo muestreo de nuevo el Testigo sin sanear presentó los mayores valores de incidencia y los menores el Testigo saneado, pero el tratamiento químico y el biopreparado M6 no se diferenciaron de este (el resto de los tratamientos no se diferenciaron de M6 y Testigo saneado, pero si del Testigo sin sanear).

El área bajo la curva del progreso de la incidencia de la enfermedad fue mayor para el tratamiento T. sin sanear que se diferenció del resto de los tratamientos. Esto ratifica que, aunque los tratamientos se diferenciaron del testigo sin sanear no tuvieron una gran eficacia ya que los niveles de la enfermedad al final del experimento tuvieron una incidencia entre 56 y 63 % lo que provocó una pérdida notable de los frutos

La dinámica de la incidencia de la antracnosis en flores mostró que en el Testigo sin sanear fue creciendo durante todo el tiempo que duró el experimento llegando a su incidencia más alta en el último muestreo de 68,75%, mientras que el tratamiento químico Dithane tuvo una curva de dinámica con valores menores que el resto de los tratamientos, sobre todo a partir del muestreo del 01/07, alcanzando una máxima incidencia en el último muestreo de 42,5 %. El resto de los tratamientos mostraron un aumento sostenido con curvas similares con en un rango de incidencia desde 31% hasta 55%

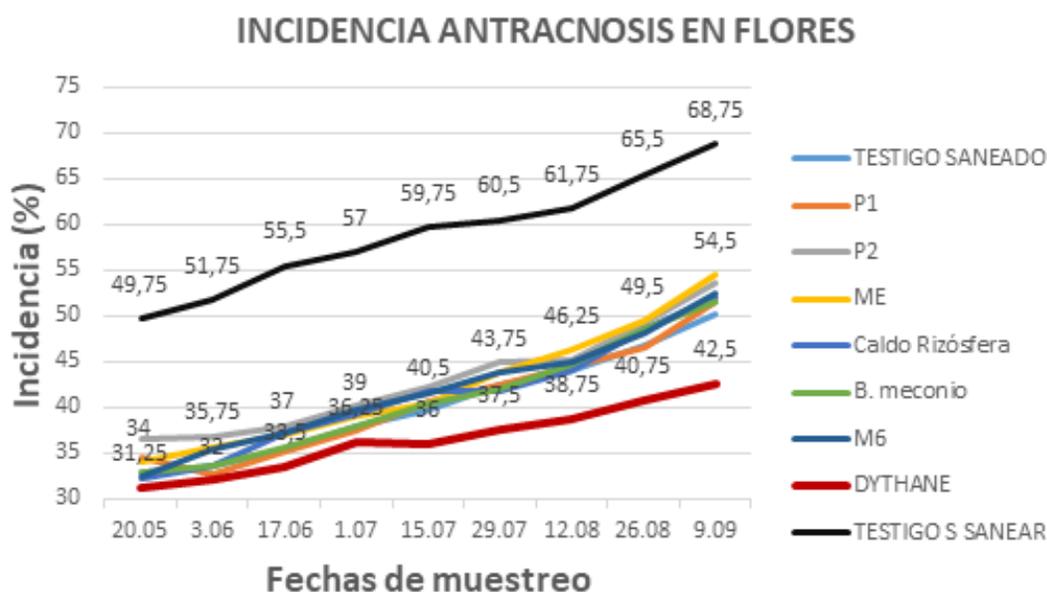


Figura 10. Dinámica de la incidencia de la antracnosis *Colletotrichum gloeosporioides* Penz en flores de fresa en los diferentes tratamientos.

Al analizar por medio del ANOVA la incidencia de antracnosis en frutos en los diferentes tratamientos utilizados se observó que en el cuarto muestreo el testigo sin sanear presentó diferencia estadística del resto de los tratamientos con la incidencia más alta del 67 % igualmente en la semana seis y ocho, el testigo químico Dithane presentó diferencia

estadística con el testigo sin sanear en las semanas de muestreo seis y ocho, aunque no hubo diferencia con el resto de los tratamientos (Tabla 10).

Tabla 10. Incidencia (I) de antracnosis en flores fresa

Tratamientos	1-07	29-07	26-08	ABCPE
	I M4	I M6	I M8	
T. saneado	39 b	46 c	55 bc	5124,00 b
P1	43 b	50 bc	56 b	5656,00 b
P2	47 b	54 bc	60 b	6123,25 b
ME	45 b	51 bc	58 b	5944,75 b
C. Rizósfera	43 b	50 bc	57 b	5838,00 b
B. meconio	39 b	48 bc	56 b	5304,25 b
M6	40 b	47 bc	54 bc	5367,25 b
Dithane	41 b	44 c	48 c	5288,50 b
T. s. sanear	67 a	70 a	75 a	8527,75
C.V. (%)	63	46	40	3054
Error Típico*	0,038	0,035	0,035	212

\* Letras desiguales en las columnas difieren para  $P \leq 0,05$  por la prueba de Tukey

Este resultado obtenido con el Dithane es debido a las propiedades que presenta, es un fungicida protectante de contacto que inhibe el desarrollo del tubo germinativo de la espóra del hongo, ya que bloquea los procesos enzimáticos a nivel del citoplasma y mitocondria, lo que ocasiona una deficiencia de ATP en la célula.

El área bajo la curva del progreso de la incidencia de la enfermedad fue mayor para el tratamiento T. sin sanear que se diferenció del resto de los tratamientos. Esto pone de manifiesto que a pesar de que se observó diferencia estadística en algunos momentos de evaluación la antracnosis en las flores también aumentó en las parcelas tratadas por lo que

al final del experimento tuvo una incidencia entre 42 y 54 % lo que provocó una pérdida notable de las flores.

La dinámica de la incidencia de *Botrytis cinérea* mostró que el testigo sin sanear tiene una curva de incidencia con valores superiores al resto de los tratamientos durante todo el experimento, aunque con valores relativamente bajos, solo entre 2,5 y 6,25% y que aumenta y disminuye en el tiempo alcanzando la incidencia más alta en las dos últimas fechas de muestreo 6,25%. En el resto de los tratamientos la incidencia estuvo oscilando entre 0 y 3,8 %. A diferencia del testigo, Dithane presentó incidencia del 0% en las fechas de muestreo del 03.06, 17.06, 29. 07 y 09.09 (Figura 11).

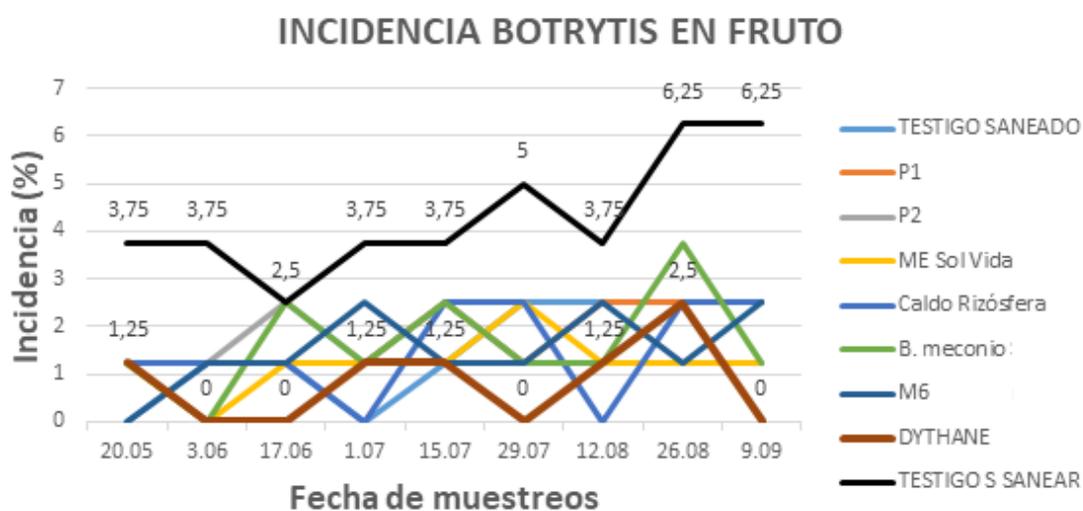


Figura 11. Dinámica de la incidencia de la en frutos *Botrytis cinérea* (de Bary) Whetzel en frutos de fresa en los diferentes tratamientos.

Al analizar el ANOVA se observa que no hubo diferencia estadística entre los tratamientos evaluados, aunque el testigo sin sanear presentó una incidencia con valores relativos más altos, esto podría explicarse por las prácticas culturales (recolección de los frutos afectados por ésta enfermedad) realizadas previas a la cosecha (Tabla 11)

Tabla 11. Incidencia (I) de la pudrición por *Botrytis cinerea* en frutos de fresa

Tratamientos	1.07	29.07	26.08	
	I M4	I M6	I M8	ABCPE
T. saneado	0 a	2,5 a	2,5 a	186,25 b
P1	1,3 a	1,3 a	2,5 a	218,75 b
P2	1,3 a	1,3 a	2,5 a	218,75 b
ME	1,3 a	2,5 a	1,3 a	148,75 b
C. Rizósfera	0 a	2,5 a	2,5 a	183,75 b
B. mecônio	1,3 a	1,3 a	3,8 a	201,25 b
M6	2,5 a	1,3 a	1,3 a	183,75 b
Dithane	1,3 a	0 a	2,5 a	105,00 b
T. s. sanear	3,8 a	5 a	6,3 a	525,00 a
C.V. (%)	6,27	5,09	6,61	2603
E. Típico*	0,027	0,027	0,035	38

\* Letras desiguales en las columnas difieren para  $P \leq 0,05$  por la prueba de Tukey

El área bajo la curva del progreso de la enfermedad fue mayor para el tratamiento T. sin sanear que se diferenció del resto de los tratamientos. Esto pone de manifiesto que a pesar de que se no se observó diferencia estadística entre los tratamientos en cuanto a la incidencia de *Botrytis cinérea*, los niveles de la enfermedad permanecieron bajos, ya que con excepción del testigo sin sanear los demás estuvieron entre 0 y 2,5 %.

Entre los patógenos de la fresa donde se han destacado la acción de los antagonistas está *Botrytis cinerea* pudiéndose mencionar los trabajos de Quezada (2011) quien comprobó la eficacia de *Trichoderma*, *Bacillus subtilis* y un complejo biológico a base de bacterias benéficas, así como el de Merchan et al. (2014), quienes en una investigación donde se evaluaron a *Trichoderma harzianum* y a *T. lignorum* contra *B cinérea* en fresa se redujo la incidencia y la severidad de la enfermedad. En otra investigación desarrollada en Cundinamarca se comprobó la acción de *Trychoderma lignorum* y *Saccharomyces*

*cerevisiae* para el control de *B. cinérea* en fresa. Al parecer por tener *Botrytis cinérea* sus conidióforos, conidios y micelio es más factible el antagonismo por otros microorganismos antagonistas. Los presentes resultados avalan la necesidad de continuar los estudios de estos biopreparados de ASPAGRO sobre esta enfermedad

La dinámica de la incidencia de la enfermedad Mancha bacteriana *Xanthomonas fragariae* muestra que el testigo sin sanear presentó la incidencia más alta en la segunda fecha de muestreo 70 %, también es superior al resto de los tratamientos en la fecha de muestreo seis con un 61,25% y después disminuyó hasta un 47,5% el resto de los tratamientos oscilaron en conjunto entre un 41,25% y un 60 % a diferencia del tratamiento ME que fue inferior al resto de los tratamientos hasta la séptima fecha de muestreo ya que después aumentó en el rango de los demás tratamientos (Figura 12).

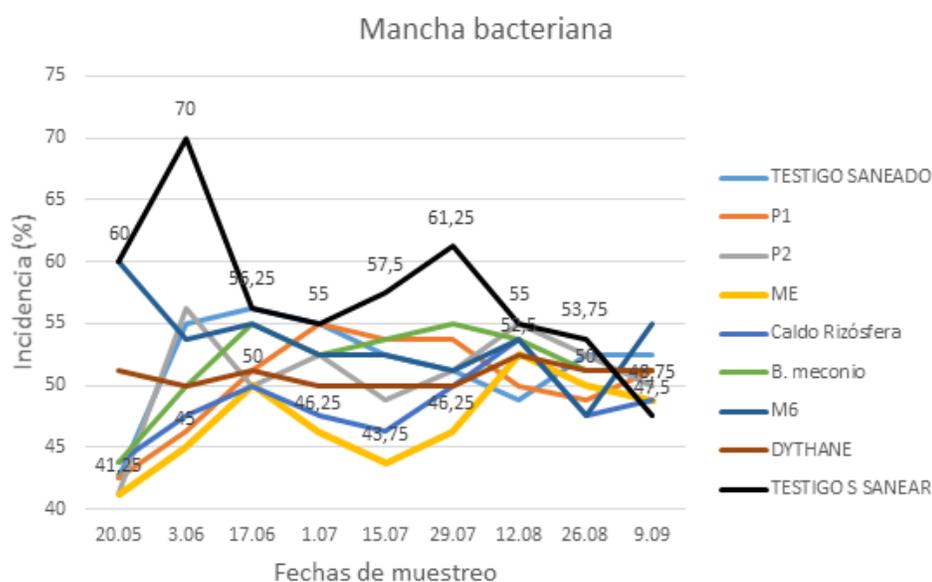


Figura 12. Dinámica de la incidencia de la mancha bacteriana *Xanthomonas fragariae* Kennedy y King en hojas de fresa en los diferentes tratamientos.

La disminución de la incidencia de la enfermedad mancha bacteriana a partir de la segunda fecha de muestreo podría explicarse por la disminución del inóculo por medio de las prácticas culturales realizadas como la poda y la del tratamiento con incidencia más baja podría atribuirse a los microorganismos presentes en el ME. La dinámica de la severidad de mancha bacteriana por *Xanthomonas fragariae* muestra que los tratamientos aumentan su severidad a través del tiempo, observándose en el testigo sin sanear una la severidad más alta que en el resto de los tratamientos y con un aumento a partir de la cuarta semana de muestreo, hasta alcanzar un 29,5 %. El tratamiento ME alcanzó la severidad más baja en todo el experimento, los otros tratamientos oscilaron en un rango entre 8,5% y 29% (Figura 13).

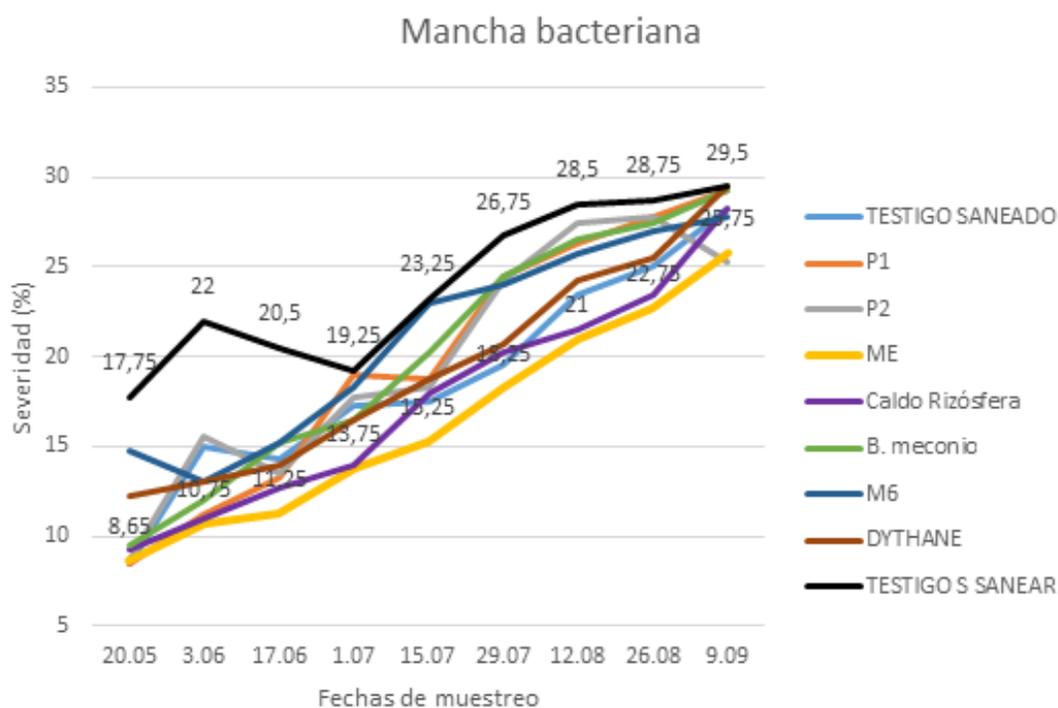


Figura 13. Dinámica de la severidad de la mancha bacteriana *Xanthomonas fragariae* Kennedy y King en hojas de fresa en los diferentes tratamientos

La dinámica de severidad de la mancha por *Xanthomonas* en el testigo sin sanear tuvo correlación positiva y significativa ( $r > 0,5$ ) con la temperatura máxima, la temperatura media, la humedad relativa máxima y la edad del cultivo, lo que explica por qué la enfermedad aumentó al final del experimento en los últimos muestreos cuando también aumentaron la temperatura máxima y media y la humedad relativa máxima. Se obtuvo un modelo de regresión lineal múltiple entre la severidad de la enfermedad y estas cuatro variables con un coeficiente de determinación ( $R^2$ )  $> 0,9$ .

La incidencia de la mancha bacteriana en la cuarta semana varió entre 46 y 55 %. El análisis del ANOVA mostró que no hubo diferencia estadística en ese momento entre la incidencia de *Xanthomonas* entre los diferentes tratamientos, sin embargo, si se presentó diferencia estadística para la severidad en ese momento. Los mayores valores de severidad se presentaron de P1 y el testigo sin sanear y los menores para ME y CR, el resto de los tratamientos quedaron intermedios entre estos (Tabla 12).

Tabla 12. Resultado del análisis estadístico de la incidencia (I) y severidad (S) de mancha bacteriana *Xanthomonas fragariae* Kennedy y King en hojas de fresa

Tratamientos	1-07-2017		29-07-2017		26-08-2017		ABCP	
	I M4	S M4	I M6	S M6	I M8	S M8	INC	SEV
T. saneado	55 a	17 ab	52 bc	19 d	52 a	25 cde	66,15 bc	22,48 d
P1	55 a	19 a	53 abc	24 ab	48 a	27 ab	61,60 cde	23,38 c
P2	52 a	17 ab	51 ab	4 abc	52 a	27 ab	63,08 bcd	24,23 bc
ME	46 a	13 b	46 c	18 d	50 a	22 e	57,66 e	19,21 d
C. Rizósfera	47 a	14 b	50 ab	20 cd	47 a	23 de	60,81 de	20,80 d
B. meconio	52 a	16 ab	55 ab	24 ab	51 a	27 abc	65,18 bcd	24,09 bcd
M6	52 a	18 ab	51 ab	24 abc	47 a	27 abc	67,28 b	24,09 b
Dithane	50 a	16 ab	50 ab	20 bcd	51 a	25 bcd	63,96 bcd	23,15 cd
T. s. sanear	55 a	19 a	61 a	26 a	53 a	28 a	72,62 a	29,75 a
C.V. (%)	37	35	30	20	25	9	0,074	2
Error	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,01	1,05	0,34
Típico*	8	7	5	2	1	5		

\* Letras desiguales en las columnas difieren para  $P \leq 0,05$  por la prueba de Tukey

Al analizar los datos de incidencia de los tratamientos en la sexta evaluación presenta que en la cuarta y octava fecha de evaluación los tratamientos no presentan diferencia estadística entre sí, en la severidad el tratamiento sin sanear presentó diferencia estadística con el tratamiento P2 y ME sol vida en la sexta fecha de muestreo y para la octava semana de muestreo hubo diferencia estadística del testigo sin sanear contra el testigo Dithane, el B. meconio, ME y testigo sin sanear y el resto quedaron entre los de mayores y menores valores. El área bajo la curva del progreso de la incidencia de la enfermedad fue mayor para el tratamiento testigo sin sanear y menor para ME, caldo Rizósfera y P1, y quedaron intermedios sin diferencia entre ellos el Testigo saneado, P2, B. Meconio, M6 y Dithane. Las severidades más bajas fueron para los tratamientos ME y Caldo Rizósfera y mayor para el testigo sin sanear, Algunos actinomicetos han sido descritos como agentes de biocontrol por la capacidad de producir enzimas biodegradativas como quitinasas, glucanasas, peroxidases y otras (Tokata et al., 2002; Arasu et al., 2016).

## 10. Conclusiones

1. Las enfermedades foliares más importantes de la fresa en las Veredas de Pamplona fueron *Ramularia tulasnei*, *Colletotrichum* sp., *Botrytis cinerea* y *Xanthomonas fragariae*
2. La incidencia de la antracnosis en el follaje no varió entre las veredas, sin embargo, sí varió la antracnosis en flores siendo mayor en las veredas Jurado, Chíchira y Cariongo. y en frutos, fue mayor en las veredas Jurado y Cariongo
3. La incidencia de la mancha por *Ramularia tulasnei* resultó mayor en las veredas Jurado y Cariongo y la pudrición por *B cinerea* en frutos fue mayor en las veredas Jurado, Altograndre y Cariongo, mientras que la mancha foliar por *Xanthomonas* fue mayor en las veredas Altograndre y Cariongo.
4. La variedad Festival se destacó por tener bajos niveles de incidencia de todas las enfermedades en el follaje, flores y frutos, seguida de las variedades Sabrina y Camino Real, mientras que en cuanto a la severidad de las enfermedades en hojas se destacó por el bajo índice de *Ramularia tulasnei*.
5. Los productos de ASPAGRO Caldo Rizósfera y ME resultaron superiores al tratamiento químico con Dithane y mantuvieron a la mancha por *Ramularia* en niveles de severidad aceptables durante la etapa de evaluación.
6. Aunque los bioproductos de ASPAGRO Caldo rizósfera y ME mostraron resultados similares que el control químico en las variables evaluadas de la antracnosis en hojas, flores y frutos y se logra niveles aceptables de severidad al final del ciclo del

cultivo en el follaje de la fresa, los resultados de los niveles de incidencia en flores y frutos no son los deseados.

7. Todos los tratamientos disminuyeron la curva epidemiológica de la incidencia de *Botrytis cinerea* en los frutos de fresa, manteniendo niveles bajos de incidencia.
8. Se destacaron los bioproductos ME y Caldo rizósfera de ASPAGRO por mantener los niveles más bajos de incidencia, severidad y ABCPE de la mancha por *Xanthomonas* en fresa en relación al testigo saneado, lográndose niveles de severidad de la enfermedad menores de 28%.

## 11. Recomendaciones

1. Comunicar a los asociados de ASPAGRO o sobre los resultados de la incidencia y severidad de las enfermedades foliares en los predios y la situación presentada en las variedades.
2. Validar en áreas más grandes de fresa los biopreparados M6 y Caldo rizósfera como alternativas para el control de *B. cinerea* la mancha por *Ramularia* y la mancha bacteriana.
3. Analizar la posibilidad de mejorar la calidad de los productos ASPAGRO para realizar nuevas pruebas sobre la antracnosis o incluir los biopreparados en una estrategia de manejo solo en los periodos de cosecha, ya que es una enfermedad importante en condiciones de Pamplona.
4. Divulgar los presentes resultados en talleres para conocimiento general de los agricultores, técnicos, estudiantes y profesionales, así como eventos científicos y revistas indexadas.

## 12. Bibliografía

APS (American Phytopathological Society). (1998). Compendium of Strawberry Diseases. Second Edition. J. L. Maas. Beltsville, Maryland. 98 p.

Agrocadena de Fresa. (2007). Ministerio de Agricultura y Ganadería. Costa Rica. 37p. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00070.pdf>

Cotes A.M. (2014). Control biológico de enfermedades de plantas en Colombia. En Wagner Bettiol, Marta C. Rivera, Pedro Mondino Jaime R. Montealegre A., Yelitza C. Colmenárez Ed. Control Biológico de enfermedades de plantas en América Latina y el Caribe. p 169-180.

Angulo, R. (2009). Fresa *Fragaria annassa*. Bayer CropScience S. A. Bogotá. Colombia. 48p. [https://www.cropscience.bayer.co/~~/media/Bayer%20CropScience/Peruvian/Country-Colombia-Internet/Pdf/Cartilla-FRESA\\_baja.ashx](https://www.cropscience.bayer.co/~~/media/Bayer%20CropScience/Peruvian/Country-Colombia-Internet/Pdf/Cartilla-FRESA_baja.ashx)

BID. (2009). Manual Práctico de Uso de EM. Uruguay. Proyecto de Reducción de Pobreza y Mejora de las Condiciones Higiénicas de los Hogares de la Población Rural de Menores Recursos, 35 p. [http://www.emuruguay.org/images/Manual\\_Practico\\_Uso\\_EM\\_OISCA\\_BID.pdf](http://www.emuruguay.org/images/Manual_Practico_Uso_EM_OISCA_BID.pdf)

Borowicz, V.A. (2010). The impact of arbuscular mycorrhizal fungion strawberry tolerance to root damage and drought stress. *Pedobiología* 53, 265-270.

Brazanti, E. (1989). La fresa. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España. 384 p.

Barnett, H.L. y Hunter, B.B. 1998. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Fourth edition. St. Paul Minnesota U.S.A. 218 p.

Cámara de Comercio Bogotá. (2015). Manual fresa. Programa de apoyo agrícola y agroindustrial. Vicepresidencia de fortalecimiento empresarial Cámara de Comercio de Bogotá. 62 p.

Campbell, C.L. y Madden, L.V. (1990). Introduction to Plant Disease Epidemiology. Wiley, New York, USA.

Cano T., M.A. y Hoyos L.M. (2011). Interacción de microorganismos benéficos en plantas: Micorrizas, *Trichoderma* spp. y *Pseudomonas* spp. Una revisión. *Rev. UDCA Act. & Div. Cient.* 14(2), 15-31.

Cano, M.A. (2013). Estrategias biológicas para el manejo de enfermedades en el cultivo de fresa (*Fragaria* spp.). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 7 (2), 263-276.

CONSORNOC. (2010). *Contribuyendo desarrollo regional en Pamplona Norte de santander. pamplona : consornoc.*

Chávez, N y Wang A. (2004). Combate del moho gris (*Botrytis cinerea*) de la fresa mediante *Gliocladium roseum*” *Agronomía Costarricense*, 28 (2), 73-85

Escobar López R., (2015) Las prácticas agrícolas y su incidencia en la calidad y productividad de fresas (*Fragaria vesca*) variedad Albión, Ecuador III congreso científico internacional unidades 2p

FAO. (2012). Manual de Buenas Prácticas Agrícolas para el Productor Hortofrutícola. Segunda Edición. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. Chile. <http://www.fao.org/3/a-as171s.pdf>

FAO, 2016 *Xanthomonas fragariae*, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 14p

Felix, J., Sañudo, R., Rojo, G., Martínez, R., y Portugal, V. (2008). Importancia de los abonos orgánicos . *Ra Ximhai*, 4 (1), 57-67.

García, A. (2013) Agrotóxicos la mancha en la comida. Greenpeace,¿Por qué hablar de los agrotóxicos México 2p

Ge, L., Zhang, H., Chen K., Mab, L. y Xu. Z. (2010). Effect of chitin on the antagonistic activity of *Rhodotorula glutinis* against *Botrytis cinerea* in strawberries and the possible mechanisms involved. *Food Chem.* 120, 490-495

Gomez, J.A. (2006). Descripción del comportamiento de insectos y enfermedades asociadas al cultivo de fresa (*Fragaria* spp, L.) en el municipio de la Sabana, Departamento de Madriz. Universidad Nacional Agraria. Managua. Nicaragua.

Coutinho, F.M. (2011). Programa de extensão“Divulgação das Plantas Medicinais, 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.

Helford, L.G., Stensvand, A., Tronsmo, A. (200). Effect of temperature and nutrient stress on the capacity of commercial *Trichoderma* products to control *Botrytis cinerea* and *Mucor piriformis* in greenhouse strawberries. *Biological Control*, 19: 149-160.

Hernández-Mendoza, F., Carrillo-Castañeda, G., Pedraza-Santos, M. E., De la Cruz-Torres, E., & Mendoza-Castillo, M. (2015). Regeneración in vitro de brotes de *Polygonatum tuberosum* L. a partir de yemas vegetativas de la inflorescencia y de tejido de cormo. *Nova scientia*, 7(13), 32-47.

ICA. (2012). Manejo fitosanitario del cultivo de hortalizas. Bogotá D.C. Colombia. 47 p.

INIA. (2013). Manual de Frutilla. Boletín INIA 262. Chillán. Chile. 112p.

Juan José Ferreira y Elena Pérez Vega y Ana Campa Negrillo 2008. Control de la antracnosis en el cultivo de faba granja asturiana, España, ResearchGate, 9p

Maroto, J. y López, S. (1988). Producción de fresas y fresones. Madrid: Ediciones MundiPrensa.

Matsubara, Y., Hirano, I. Sassa D. y Koshikawa K. (2004). Increased tolerance to *Fusarium* wilt in mycorrhizal strawberry plants raised by capillary watering methods. *Environ. Control Biol.* 42, 185-191.

Matsubara, Y., Ishigaki, T. y Koshikawa, K. (2009). Changes in free amino acid concentrations in mycorrhizal strawberry plants. *Sci. Hortic.* 119, 392-396.

Moya, J. H. (2012). Manejo fitosanitario del cultivo de hortalizas. Bogotá: Instituto Colombiano Agropecuario ICA 12-13

Murphy, J.G., Rafferty S.M. y Cassells A.C. (2000) Stimulation of wild strawberry (*Fragaria vesca*) arbuscular mycorrhizas by addition of shellfish waste to the growth substrate: interaction between mycorrhization, substrate amendment and susceptibility to red core (*Phytophthora fragariae*). *Appl. Soil. Ecol.* 15, 153-158.

Mark Bolda y Steven T. Koike, 2015. Mildiu polvoroso en la fresa, Guía de Producción por Mark Bolda & Steven T. Koike, México, California Strawberry Commission, 1-3

Merchán-Gaitán, J.B., Ferrucho R.L. y Álvarez J. G. (2014). Efecto de dos cepas de *Trichoderma* en el control de *Botrytis cinerea* y la calidad del fruto en fresa (*Fragaria sp* *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 8 (1), 44-56

MADR, (2006). Desarrollo de la Fruticultura en el Norte de Santander.

Norman, J.R. y Hooker J.E. (2000). Sporulation of *Phytophthora fragariae* shows greater stimulation by exudates of non-mycorrhizal than by mycorrhizal strawberry roots. *Mycol. Res.* 104(9), 1069-1073.

Niño E.C. y Guerrero O. (2011) Efecto de *Trichoderma lignorum* y *Sacharomyces cerevisiae* en el control del hongo *Botrytis Cinerea* causante del moho gris de la fresa y su rendimiento, en el municipio de Subachoque Cundinamarca. *Inventum*, 11:1-20.

Ortiz, R., Villadiego, J., & Cardona, C. (2011). Valoración de los impactos ambientales totales generados por el uso de plaguicidas en actividades ganaderas en el municipio de Pamplona-norte de Santander-Colombia. *Revista de Didáctica Ambiental*, 7(10). 8p.

Gavilán, P. Ruíz, N., Bohórquez, J., Lozano, D., Miranda, L. y Domínguez, P. (2015). Ahorro de agua en el cultivo de la fresa sin comprometer la producción, *Vida rural*, p. 28-33.

Guevara, Y., Aponte A., Maselli, A. (2004). Enfermedades del cultivo de la fresa en dos localidades agrícolas de Aragua y Miranda. INIA. Divulga. Aspectos Fitosanitarios. 23-24. <http://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/Enfermedades%20del%20cultivo%20de%20la%20fresa%20en%20dos%20localidades%20Aragua%20y%20Miranda.pdf>

Gaspar, F. M., Barrios, D. O., Rodríguez, O. H., Téllez, J. M., & De la O Quezada, D. (2011). El exceso de nitratos: Un problema actual en la agricultura. *Aventuras del pensamiento*, 11-16.

Guía comunitaria par a la salud Ambiental (2011), Los plaguicidas son veneno, Español Hesperian 5p

Gómez Martínez, J. A. (2006). *Descripción del comportamiento de insectos y enfermedades asociadas al cultivo de fresa (Fragaria spp, L) en el municipio de la Sabana, departamento de Madriz* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA). 28p

Gualdrón, C., & Maldonado, B. (2017). Aproximación al caso de desarrollo local de la zona rural del municipio de Pamplona. *FACE: Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*, , 142-156.

Harrison, P. (2015). Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. 10 p.

Peres, N.A., Seijo T.E. y Turechek, W.W. (2010). Pre- and post-inoculation activity of a protectant and a systemic fungicide for control of anthracnose fruit rot of strawberry under different wetness durations. *Crop. Prot.* 29, 1105-1110.

Ponce Hornero, C. (2017). Aplicación de la metodología de Análisis del Valor para la mejora de la competitividad de un cultivo de fresa de la provincia de Huelva, *ECO*. 2p

Restrepo, J. I., & Aristizábal, I. D. (2010). Conservación de fresa (Fragaria x ananassa duch cv. camarosa) mediante la aplicación de recubrimientos comestibles de gel mucilaginoso de penca sábila (aloe barbadensis miller) y cera de carnaúba. *Vitae*, 17(3). 10 p.

Quezada, A.P. (2011). Evaluación del comportamiento de fungicidas microbiológicos en la prevención de Botrytis en el cultivo de fresa (Fragaria vesca). Tesis en opción al grado de

Master en gestión de la producción de flores y frutas andinas para exportación. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.

SENA. (2014). Manual Técnico del cultivo de fresa bajo buenas prácticas. Medellín. Colombia. 112 p.

Staudt, G. (2009). Strawberry biogeography, genetics and systematics. *Acta Hort.* 842, 71-84

Sánchez Sánchez, J. L. (2006). Producción orgánica de fresa (*Fragaria x ananassa*) en tubos de PVC. *Mazatlán, Sinaloa. Universidad Autónoma de Sinaloa, Subdirección Servicios sociales, Zona del sur.*

Santoyo, J., y Martínez, C. (2009). Paquete tecnológico para la producción de fresa. *Fundación PRODUCE Sinaloa AC.*

Taylor, J. y Harrier, L.A. 2001. A comparison of development and mineral nutrition of micropropagated *Fragaria × ananassa* cv. Elvira (strawberry) when colonized by nine species of arbuscular mycorrhizal fungi. *Appl. Soil. Ecol.* 18, 205-215.

Tortora, M.L., Díaz-Ricci, J.C. y Pedraza, R.O. (2011). Protection of strawberry plants (*Fragaria ananassa* Duch.) against anthracnose disease induced by *Azospirillum brasilense*. *Plant Soil.* 356 (1):279–290.

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.

Thomas R. Gordon & Krishna V. Subbarao, 2007 Marchitez Causada por el *Verticillium* en la Fresa, Universidad de California. 2p

Lara, C., Esquivel, L., Negrete, J. (2011). Bacterias nativas solubilizadoras de fosfatos para incrementar los cultivos en el departamento de Córdoba-Colombia. *Biotechnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 9(2), 114-120.

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.

Universidad de California. (2005). Guía para el manejo de las plagas: Fresas. 70 p. [http://www.oregon-strawberries.org/fmr/fact\\_sheets/Guia\\_\\_Fresas\\_Espanol.pdf](http://www.oregon-strawberries.org/fmr/fact_sheets/Guia__Fresas_Espanol.pdf)

Villanueva A. (2008). Diagnóstico de enfermedades fungosas de dos cultivos agrícolas de importancia económica: fresa y gladiola. Instituto Politécnico Nacional., Ticomán, México. [http://sappi.ipn.mx/cgpi/archivos\\_anexo/20070928\\_5438.pdf](http://sappi.ipn.mx/cgpi/archivos_anexo/20070928_5438.pdf).

Newton, A.C., Duncan, J.M., Augustin, N.H., Guy, D.C., and Cooke, D.E.L. 2010. Survival, distribution and genetic variability of inoculum of the strawberry red core pathogen, *Phytophthora fragariae* var. *fragariae*, in soil. *Plant Pathology* 59:472-479.

Yzarra W.J. y López F.M. (2011). Manual de observaciones fenológicas. Ministerio de la Agricultura, Perú. 99 p.

### 13.Anexos



*Anexo 1-2 toma de muestras para cámara húmeda*



*Anexo 3-4 variedad Sabrina y saneamiento*



*Anexo 5-6 biopreparados*



*Anexo 7-8 muestreo en las veredas*