

Alternativas de control agroecológicas de enfermedades fúngicas foliares en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch), en el Municipio de Pamplona, Norte de Santander.

Heiner Vega Chadid

Universidad de Pamplona  
Facultad Ciencias Agrarias  
Programa de Ingeniería Agronómica  
Departamento de Agronomía  
Pamplona, 2019

Alternativas de control agroecológicas de enfermedades fúngicas foliares en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch), en el Municipio de Pamplona, Norte de Santander.

Heiner Vega Chadid Cód. 1095820961

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

Universidad de Pamplona  
Facultad de Ciencias Agrarias  
Programa de Ingeniería Agronómica  
Departamento de Agronomía  
Pamplona, 2019

**Dedicatoria:**

Primeramente, a Dios Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres Leónidas Vega Pérez y Carmen Edith Chadid Lobo por todo el apoyo en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien. Por los ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan y que me han infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mis amigos que me acompañaron en esta vida universitaria, por su colaboración, disposición y el buen compañerismo y apoyos mutuamente en nuestra formación profesional.

**HEINER VEGA CHADID**

**Agradecimientos:**

Mis más sinceros agradecimientos a mi tutor y amigo Dr. Leónides Castellanos González 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 mis jurados de tesis y la Universidad de Pamplona por medio de la facultad de Ciencias Agrarias por haberme permitido formarme como Ingeniero Agrónomo, gracias a todas las personas que fueron partícipes de este proceso que el día de hoy se ve reflejado en la culminación de mi paso por la universidad.

Al Sr Abilio 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 compañeros y amigos que me ayudaron con algunas labores previas a realizar en el desarrollo de este proyecto de investigación.

**HEINER VEGA CHADID**

## Tabla de contenido

Capítulo 1.....	13
1. Introducción .....	13
2. Problema del trabajo .....	15
2.1 Planteamiento del problema.....	15
2.1 Justificación .....	18
2.3 Delimitaciones .....	20
3. Objetivos .....	21
3.1 Objetivo general.....	21
3.2 Objetivos específicos .....	21
Capítulo 2.....	22
4. Antecedentes .....	22
5. Marco contextual .....	25
6. Marco teórico .....	28
6.1.1. Clima y Suelos .....	29
6.1.2. Zonas de cultivo y épocas de siembra.....	29
6.1.3. Situación mundial .....	30
6.1.4. Situación nacional.....	30
6.1.5. Origen y clasificación .....	31
6.1.6. Clasificación botánica.....	31
6.1.7. Morfología .....	31
6.1.8. Sistema radicular.....	31
6.1.9. Tallo .....	32
6.2.1 Hojas .....	32
6.2.2 Flor y fruto .....	32
6.2.3 Especies e híbridos.....	32
6.2.4 Variedades antiguas .....	1
6.2.5 Variedades actuales.....	1
6.2.6 Propagación.....	3
6.2.7 Siembra .....	3
6.2.8 Coberturas de suelo.....	4
6.2.9 Riego .....	4
6.3.1 Fertilización .....	5
6.3.2 Poda.....	6
6.3.3 Plagas enfermedades y fisiopatías .....	6
6.3.4 Enfermedades de la raíz y del cuello .....	7

6.3.5 Enfermedades del follaje.....	10
6.3.6 Enfermedades de la flor y el fruto.....	14
7. Marco legal .....	16
7.1 Reglamento Estudiantil, Universidad de Pamplona; Acuerdo No.186.....	17
7.2 Decreto 1594 (1984) .....	17
7.3 Resolución 00375 (2004).....	18
Capítulo 3.....	18
8. Metodología .....	18
8.1 Identificación de las enfermedades fúngicas foliares en el cultivo de la fresa en el área de investigación.....	19
8.2. Caracterización de los bio preparados producidos en la finca Sol vida con posibilidades de utilizar en la investigación. ....	20
8.3 Determinación de la eficacia de diferentes biopreparados producidos por ASPAGRO en el control de las enfermedades fúngicas foliares del cultivo de la fresa. ....	22
Capítulo 4.....	27
9. Resultados y análisis .....	27
9.1 Identificación de las enfermedades fúngicas foliares en el cultivo de la fresa bajo las condiciones de la finca el Aliso, vereda Alto Grande.....	27
9.2. Caracterización de los bio preparados producidos en la finca Sol vida a utilizar en la investigación. ....	30
9.3. Determinación de la eficacia de diferentes bio preparados producidos por ASPAGRO en el control de las enfermedades fúngicas foliares del cultivo de la fresa. ....	31
10. Conclusiones .....	43
11. Recomendaciones .....	44
12. Referencias bibliográficas.....	45
13. Anexos .....	51

## Listado de Figuras

Figura 1. Ubicación finca el Aliso .....	26
Figura 2. Datos meteorológicos de temperatura media y humedad relativa media .....	19
Figura 3. Datos meteorológicos de precipitaciones .....	19
Figura 4. Parcela de fresa con sus respectivos tratamientos .....	24
Figura 5. Síntomas de viruela a); conidio y conidióforo de <i>Ramularia tulasnei</i> b). Fuente: Vega, 2019. ....	28
Figura 6. Síntomas de antracnosis en flor, fruto y hoja a,b); conidios y conidióforos de <i>Colletotrichum</i> sp c). Fuente: Vega, 2019 .....	29
Figura 7. Sintomas de moho gris en frutos a,b); hifas y conidios del hongo <i>Botrytis cinérea</i> c). Fuente: Vega, 2019 .....	29
Figura 8. Dinámica de la incidencia de <i>Mycosphaerella fragariae</i> (Tul.) Lindau <i>Ramularia tulasnei</i> (Fuckel) en el follaje de la fresa en los diferentes tratamientos .....	32
Figura 9. Severidad de <i>Ramularia tulasnei</i> (Tul.) Lindau. <i>Mycosphaerella fragaria</i> (Fuckel) en el follaje de la fresa en los diferentes tratamientos. ....	33
. Figura 10. Dinámica de la incidencia de la antracnosis <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Penz en el follaje de la fresa en los diferentes tratamientos. ....	35
Figura 11. Dinámica de la severidad de la antracnosis <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Penz en hojas de fresa en los diferentes tratamientos. ....	36
Figura 12. Dinámica de la incidencia de la antracnosis <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Penz en frutos de fresa en los diferentes tratamientos. ....	38
Figura 13. Dinámica de la incidencia de la antracnosis <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Penz en flores de fresa en los diferentes tratamientos. ....	40
Figura 14. Dinámica de la incidencia de <i>Botrytis cinerea</i> en fruto de fresa en los diferentes tratamientos. ....	41

### Listado de Tablas

Tabla 1. Delimitación de la investigación.....	25
Tabla 2. Clasificación taxonómica según Linneo .....	31
Tabla 3. Clasificación taxonómica según Hickman (1940).....	7
Tabla 4. Clasificación taxonómica según Gottfried (1776).....	8
Tabla 5. Clasificación taxonómica según Grey (1821).....	9
Tabla 6. Clasificación taxonómica según Johanson (1884).....	10
Tabla 7. Clasificación taxonómica según Wolf (1912) .....	11
Tabla 8. Clasificación taxonómica según Pammel (1895).....	12
Tabla 9. Clasificación taxonómica según Wallroth .....	13
Tabla 10. Clasificación taxonómica según Whetzel (1945) .....	14
Tabla 11. Clasificación taxonómica según Corda (1831).....	15
Tabla 12. Biopreparados, ingredientes, tipo de fermentación y uso propuesto. ....	20
Tabla 13. Síntomas y agente causal de las enfermedades más importantes identificadas. ....	27
Tabla 14. Análisis estadístico de las poblaciones de los grupos de microorganismos de cada biopreparado .....	30
Tabla 15. Resultado del análisis estadístico de la incidencia (I) y severidad (S) <i>Ramularia tulasnei</i> Fuckel ( <i>Mycosphaerella fragariae</i> (Tul.) en hojas de fresa en diferentes momentos de muestreos entre los diferentes tratamientos. ....	34
Tabla 16. Resultado del análisis estadístico de la incidencia (I) y severidad (S) de la antracnosis <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> en hojas de fresa .....	36
Tabla 17. Resultado del análisis estadístico de la incidencia (I) de la antracnosis <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> en fruto de fresa.....	38



Tabla 18. Resultado del análisis estadístico de la incidencia (I) de la antracnosis

*Colletotrichum gloeosporioides* en flor de fresa.....40

Tabla 19. Resultado del análisis estadístico de la incidencia de *Botrytis cinerea* en fruto de

fresa.....42

**Listado de Anexos**

Anexo 1. Toma de muestras para cámara húmeda .....	51
Anexo 2. Manejo de arvenses y marcación de tratamientos .....	51
Anexo 3. Aplicaciones de productos .....	51
Anexo 4. Observaciones de enfermedades al estereoscopio y microscopio .....	52
Anexo 5. Monitoreos de enfermedades .....	52
Anexo 6. Productos utilizados en tratamientos .....	52
Anexo 7. Pesaje y preparación de productos .....	53
Anexo 8. Preparación y disolución de biopreparados para su caracterización .....	53
Anexo 9. Muestras y disoluciones de los biopreparados .....	53
Anexo 10. Siembra de muestras para caracterización de los biopreparados .....	54
Anexo 11. Observaciones de colonias en diferentes medios de cultivos .....	54
Anexo 12. Observaciones de placas .....	54
Anexo 13. Crecimiento de colonias de M4 en medio rosa bengala y M30 en medio Pykoskaia .....	55
Anexo 14. Modelo de campo para cuantificar enfermedades .....	55

## Resumen

Éste trabajo tuvo como objetivo general comparar alternativas de control agroecológicas de enfermedades fúngicas foliares del cultivo de fresa en la finca el Aliso, del Municipio de Pamplona, Norte de Santander, como objetivos específicos fue identificar las enfermedades fúngicas foliares en el cultivo de la fresa en el área de investigación y caracterizar los biopreparados para posteriormente determinar la eficacia en el control de las enfermedades fúngicas foliares del cultivo de la fresa. El primer objetivo se desarrolló con muestras obtenidas del cultivo de fresa y con la ayuda de laboratorios y docentes de microbiología y fitopatología de la Universidad de Pamplona, luego se realizó el reconocimiento de las enfermedades fúngicas foliares más importantes de la fresa y la identificación del microorganismo causal de cada enfermedad. El segundo objetivo se realizó en el laboratorio de microbiología donde se hicieron las caracterizaciones de los biopreparados M4, M6, M30 y Caldo rizosfera, el tercer objetivo se realizó en el cultivo de fresa en la finca el Aliso con sus respectivas aplicaciones en cada tratamiento, en un lote situado a una altura promedio de 3060 msnm, con una extensión de 478.34 m<sup>2</sup> plantados en fresa, de variedad Ventana y se utilizó un diseño de bloques al azar con seis tratamientos cada uno con un promedio de 27 m<sup>2</sup>, evaluando 20 plantas por tratamiento y siempre escogiendo el centro de cada lote. De los cuales dos fueron biopreparados (M4 y Caldo rizosfera), un testigo sin tratamiento, un biológico (*Trichoderma* sp) y dos químicos (Benomil y Fosfito mono potásico), se determinó que las enfermedades foliares más importantes de la fresa en la finca el Aliso fueron: *Ramularia tulasnei*; *Colletotrichum* sp; *Botrytis cinérea* se concluyó que con los resultados obtenidos tanto por análisis de incidencia y severidad y por el paquete estadístico utilizado demuestra la eficacia de los biopreparados y *Trichoderma* sp en *Botrytis cinérea*, *Colletotrichum* sp en flor y *Ramularia tulasnei*. A comparación de los químicos que fueron

muy eficaces en *Colletotrichum* sp en hoja y fruto. En cuanto al Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) de *Ramularia tulasnei*; *Colletotrichum* sp en hoja, flor y *Botrytis cinérea* no presentaron diferencia estadística a comparación de *Colletotrichum* sp en flor donde si se presentó diferencia estadística.

## Capítulo 1.

### 1. Introducción

La fresa (*Fragaria x ananassa* Duch), es un cultivo viable en la mayoría de las áreas donde se siembra, se han desarrollado cultivos para la mayoría de las condiciones agroclimáticas. En muchas partes las fresas producidas localmente sobrepasan la oferta, por lo tanto, los pequeños agricultores pueden obtener ganancias más altas de las fresas que de otros cultivos. Las fresas producidas orgánicamente aumentan sus precios, superiores a las convencionales ya que en la producción orgánica no se utilizan fertilizantes ni agroquímicos y requiere una buena nutrición del suelo, con el control mecánico y biológico se puede obtener excelente información cultural para la producción convencional de fresas (sistemas de plantación, control de plagas, recomendaciones de variedades, etc.), se puede encontrar información sobre el control orgánico de malezas, la fertilización orgánica y algunas para el control orgánico de plagas y enfermedades y así ofrecer soluciones orgánicamente adecuadas para los cultivos (Born y Guereña, 2007).

Colombia es un país productor de fresa y las condiciones climáticas de algunos departamentos permite que el cultivo se desarrolle y sea implementado. Colombia, hasta el año 2011 contaba con un área de cultivo de 1.130 ha, con una producción de 45.000 t año y un rendimiento aproximado de 39.718 kg ha<sup>-1</sup> con una distribución de cultivos principalmente en los departamentos de Cundinamarca (63,4%), Antioquia (23,8%), Norte de Santander (7%), Cauca (3,6%), Boyacá (1,6%) y otros (0,6%), según el anuario estadístico de frutas y hortalizas 2007-2011 (MinAgricultura, 2012).

La fresa es un cultivo que tiene altas características nutricionales, medicinales y de valor económico, sin embargo, es altamente susceptible al ataque de hongos fitopatógenos, por lo cual, uno de los principales retos en el desarrollo del cultivo e incluso en la postcosecha de la fruta, es el manejo adecuado y preventivo de las enfermedades que en su gran mayoría, son

de carácter fungoso; seguidas por algunos problemas bacterianos, de nematodos y muy pocos ocasionados por virus (Cano y Hoyos, 2011).

Debido a que el cultivo de fresa es extremadamente susceptible al ataque de enfermedades, causadas por pudrición roja de la raíz: *Phytophthora fragariae*, marchitez por *Verticillium: Verticillium dahliae /Verticillium alboatrum*, marchitez y amarillamiento por *Fusarium: Fusarium oxysporum f. sp. Fragariae*, las de follaje como viruela: *Mycosphaerella fragarie*, manchas de las hojas: *Diplocarpon* sp. mancha angular: *Xanthomonas* sp. mildiu polvoso: *Sphaerotheca macularis* y por ultimo las de flor y fruto como moho gris: *Botrytis cinérea* y antracnosis: *Colletotrichum* sp.

La mayoría de los agricultores controlan estas enfermedades de forma tradicional con la utilización de químicos de diferentes modos y mecanismos de acción, muchas veces se pueden atacar ciertas enfermedades actuando rápidamente mediante la realización de labores adecuadas y con implementación de alternativas de control agroecológicas. La evolución de las producciones agrícolas y fitosanitarias han derivado en la utilización de técnicas más apropiadas con el ambiente, como la producción ecológica y las alternativas biológicas. La fresa es el tercer cultivo de importancia económica en Pamplona, por tal razón se implementan medidas de control biológico en la agricultura de Pamplona. La finca Sol vida y sus bio productos tienen la importancia de validar los mismos para disminuir el impacto ambiental y el riesgo para la salud con productos de síntesis química. Como resultados obtenidos de la investigación se concluyó que se deben seguir las investigaciones con el uso de los bio preparados ya que fueron similares a los tratamientos químicos y biológicos para el control de las enfermedades fúngicas foliares en el cultivo de fresa en Pamplona, Norte de Santander.

## **2. Problema del trabajo**

### **2.1 Planteamiento del problema**

El problema se ve reflejado por la contaminación ambiental que se presenta en el cultivo de fresa y la agricultura, se presentó en sus comienzos como una opción próspera, pero con el tiempo trajo peligrosas consecuencias como la causa de diversas enfermedades en el ser humano, por ende, estos problemas de contaminación son favorecidos por plantaciones de monocultivos que disminuye la biodiversidad, empobrecen los suelos y favorecen la aparición de enfermedades. Así se volvió necesaria la utilización de plaguicidas químicos, que junto con los fertilizantes que aceleran el proceso de crecimiento, son sumamente contaminantes. El uso de plaguicidas y herbicidas sumamente tóxicos afecta la salud de las personas que viven en las zonas de los cultivos, o que trabajan en ellas. Además, pueden llegar restos de estos productos venenosos en la cáscara de las frutas o en las verduras, que, si bien en el momento parecen no causar daños, pero van ingresando a los organismos, donde se acumulan y causan las enfermedades ya mencionadas.

Cuando se aplican agroquímicos de manera inadecuada para el control de enfermedades, causan alteraciones al sistema hormonal y que están relacionadas con enfermedades crónicas y problemas de fertilidad, así como cánceres de tipo hormonal (de mama, de próstata, de testículo), obesidad o diabetes, los químicos no solamente son perjudiciales para la salud de los consumidores, si no a los habitantes de las zonas donde se producen dichas frutas o verduras que también sufren las consecuencias de los agroquímicos que son utilizados indiscriminadamente en los cultivos (MinAmbiente y Asohofrucol, 2009).

Las fuentes de agua también se ven afectados por la utilización de agroquímicos, generando contaminación que afecta la flora y fauna, así como también a los humanos que dependen de estos recursos. Además, pueden contaminarse también aguas subterráneas. Si bien el impacto en los humanos podría ser controlado, pero el medio ambiente sufre

contaminación que es difícil de manejar cuando afecta a los suelos. Los fertilizantes químicos, se escurren hasta los cursos de agua, llevando excesos de nutrientes como el fósforo, el nitrógeno y el potasio, que terminan produciendo eutrofización. El cultivo de la fresa es uno de los más contaminados por agroquímicos, tanto en Colombia como otras partes del mundo donde se produce, por lo que hace necesario disminuir la utilización de agroquímicos en este cultivo y dar a la población una fruta más inocua. La intoxicación por plaguicidas ocupa el segundo renglón de las emergencias que se presentan en el país, el primer puesto lo ocupan los envenenamientos provocados por medicamentos por eso es importante proponer alternativas para reducir los costos de producción en el cultivo de la fresa en Pamplona, Norte de Santander, mediante la sustitución de fungicidas o reducción de estos por medio de la utilización de productos orgánicos (Ocio, 2015).

Los suelos contaminados son los que han superado su capacidad de aguantar 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 y aparecen cantidades anómalas de determinados componentes que causan daños 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 consecuencias generales como: disminución de la producción y aumento de los gastos de explotación y la infertilidad total y desertificación de los suelos (Gaspar et al., 2011).

En Colombia se han hecho esfuerzos para solucionar la problemática por el uso indiscriminado de agroquímicos en las actividades agrícolas, los plaguicidas que se usan en el país tienden alrededor de 40.000 toneladas de pesticidas por año, tendiendo un aumento, a través de 1.500 formulaciones registradas en el Ministerio de Salud. El uso de los agroquímicos por parte de los agricultores se realiza sin normas de bioseguridad, esto genera



altos niveles de contaminación por el manejo inadecuado, 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 (Ortiz et al., 2011).

Teniendo en cuenta que el cultivo de fresa es bastante susceptible a enfermedades tanto foliares como radiculares, los agricultores siempre utilizan los agroquímicos para manejos rápidos y eficientes, pero no tienen en cuenta las desventajas que es la utilización de ellos, al generar daños ambientales y resistencia de las enfermedades a los agroquímicos. Los productores de fresa de la provincia indican que la mayoría no tienen una asistencia agronómica por profesionales en el campo y acuden a las casas comerciales y adquieren productos sin conocimientos previos y son aplicados sin una aceptación por un Ingeniero Agrónomo.

## 2.1 Justificación

Se justifica realizar el trabajo de investigación por el uso de los agroquímicos de manera incontrolada en el cultivo de fresa ya que genera una contaminación ambiental de gran magnitud, las aplicaciones de estos productos no sólo contaminan el ambiente, si no que destruyen la flora y la fauna, los recursos naturales que están disponibles y, además, provocan en los seres humanos enfermedades crónicas y por ende el cultivo de fresa es uno de los cultivos que más requiere el uso de químicos para el control de enfermedades.

El uso de plaguicidas ha aumentado de una manera continua, llegando a cinco millones de toneladas en 1995 a escala mundial. Se observa una tendencia actual a la reducción en el uso de estos en los países desarrollados; no obstante, éstos se siguen aplicando de forma excesiva países tropicales productores. Se ha establecido que sólo un 0.1 por ciento de los agroquímicos aplicados llegan a controlar plagas y enfermedades, mientras que el restante genera daños al medio ambiente, contaminan el suelo, agua y la biodiversidad (Torres y Capote, 2004).

En la agricultura orgánica es fundamental realizar prácticas de enriquecimiento de los suelos, como la rotación de cultivos, los cultivos mixtos, las asociaciones simbióticas, los cultivos de cubierta, los fertilizantes orgánicos y la labranza mínima, que benefician la flora y fauna de los suelos, mejoran la formación de éste y su estructura, propiciando sistemas más estables. A su vez, se incrementa la incorporación de los nutrientes y la energía, y mejora la capacidad de retención de nutrientes y agua del suelo. En muchas zonas agrícolas es un problema la contaminación de las corrientes de agua subterráneas con fertilizantes y plaguicidas sintéticos por ende está prohibida utilizar estas sustancias en la agricultura orgánica, se sustituyen con fertilizantes orgánicos (por ejemplo: compost, estiércol animal, abonos verdes) y mediante el empleo de una mayor biodiversidad (respecto a las especies cultivadas y a la vegetación permanente), que mejoran la estructura del suelo y la filtración

del agua. Los sistemas orgánicos utilizados adecuadamente, con mejores capacidades para retener los nutrientes, reducen la contaminación de aguas subterráneas, en algunas zonas donde la contaminación es alta, se propone la implementación de la agricultura orgánica como medida de restablecimiento del medio ambiente (FAO, 2018).

Los agricultores orgánicos son defensores de la biodiversidad que a su vez la utilizan en todos los niveles, diversas combinaciones de plantas y animales que proporcionan nutrientes y energía para la producción agrícola. En el agroecosistema es importante mantener zonas naturales dentro y alrededor de los campos de cultivo, así como no utilizar insumos químicos que propician un hábitat inadecuado para la flora y la fauna silvestre. La utilización de especies como cultivos de rotación sirven para instaurar la fertilidad del suelo, reduce la erosión de la agrobiodiversidad y crea una reserva en el suelo más sana. Al generarse estructuras que ofrecen alimento y saneamiento y al no utilizar agroquímicos que causan daños a la flora y de fauna como polinizadores y depredadores de las plagas se lleva a cabo la implementación orgánica en los cultivos (FAO, 2018).

Se hace necesario la búsqueda de alternativas agroecológicas 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 que se producen localmente por la Asociación ASPAGRO de Pamplona, en un cultivo como la fresa donde se usan indiscriminadamente los agroquímicos. La utilización de productos naturales como los biopreparados, que son preparaciones realizadas con productos naturales, no solo controlan plagas y enfermedades sino que activa la vida del suelo, mejora el crecimiento y desarrollo de la planta.

Este estudio está orientado a identificar las enfermedades fúngicas foliares y radiculares que afectan los cultivos de fresa en Pamplona, Norte de Santander, de manera que se motive a los agricultores a reducir el uso de fungicidas convencionales y se promueva el control de enfermedades a partir de biopreparados si se obtienen resultados favorables. Otro aspecto que

justifica la ejecución de este proyecto es el enriquecimiento en información que se puede obtener con la investigación. Existen pocos documentos y artículos sobre el tema de las enfermedades fúngicas foliares y radicales en la región. Por otro lado, se recomiendan productos agro-biológicos que se producen en la finca sol vida de la asociación de productores agropecuarios ASPAGRO de Pamplona sin una evaluación de rigor en condiciones de campo.

### **2.3 Delimitaciones**

La finca el Aliso se encuentra en el Municipio de Pamplona, Norte de Santander en la Vereda Alto Grande, el cultivo de fresa fue establecido aproximadamente hace cuatro años y cuenta con tres hectáreas sembradas con este rubro. La agricultura toma en cuenta los efectos de las intervenciones en el agroecosistema y propone producir alimentos a la vez que establezcan un equilibrio ecológico para proteger la fertilidad del suelo y evitar problemas de enfermedades.

Con este trabajo se busca identificar cuáles son las principales enfermedades fúngicas foliares que afectan al cultivo de la fresa determinando la incidencia y severidad, así como los productos alternativos locales más eficaces para controlar las enfermedades parasitarias en la parte aérea de la planta de la fresa, en Pamplona Norte de Santander.

### **3. Objetivos**

#### **3.1 Objetivo general**

Comparar alternativas de control agroecológicas de enfermedades fúngicas foliares del cultivo de fresa en el Municipio de Pamplona, Norte de Santander.

#### **3.2 Objetivos específicos**

1. Identificar las enfermedades fúngicas foliares en el cultivo de la fresa en el área de investigación de la finca El Aliso.
2. Caracterizar los biopreparados producidos en la finca Sol Vida a utilizar en la investigación.
3. Determinar la eficacia de diferentes biopreparados en el control de las enfermedades fúngicas foliares del cultivo de la fresa.

## Capítulo 2.

### 4. Antecedentes

#### Nacionales

El siguiente ensayo se estableció en la finca San Carlos, vereda Germania, municipio de Tunja-Boyacá, con coordenadas 5°31'23"N y 73°24'12"O, una altura de 2.680 msnm, precipitación anual promedio de 900 mm, temperatura promedio de 13°C y humedad relativa del 80%. El material vegetal que se utilizó fueron esquejes certificados por Proplantas del cultivar 'Albión' los cuales provienen de proceso de estratificación en cuarto frío a una temperatura de -1°C y humedad relativa del 90% durante un periodo de 6 meses, estos fueron aclimatados a temperatura ambiente de 14°C, 24 h antes de la siembra. Se utilizó un diseño completamente al azar, con 3 tratamiento cada uno, con 3 repeticiones para un total de 9 unidades experimentales, cada una compuesta por una cama construida con una canal de 12 m de longitud de forma rectangular con base de 75 cm y altura de 30 cm con cobertura negro plata de calibre 1.5 mm. Las plantas fueron sembradas a una distancia de 25 cm, se instaló una línea de riego con goteros auto compensados a 15 cm y un caudal de 1.2 L/hora, esto en cada una de las camas. Los tratamientos fueron los siguientes: S1: suelo 50%+fibra de coco 50% (S:FC); S2: suelo 50%+ fibra de coco 25%+ cascarilla de arroz 25% (S:FC:CA) y S3: suelo 50%+cascarilla de arroz 50% (S:CA). La cascarilla de arroz fue previamente quemada buscando mejorar algunas de sus propiedades. Todos los materiales utilizados como sustratos fueron desinfectados con una solución de hipoclorito 0,1% (Bolívar y Cely, 2016).

Otra investigación desarrollada en Cundinamarca donde compararon la aplicación de dos fungicidas de síntesis química (propiconazole y difenoconazol), en relación con 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).

En otro estudio se planteó la “Evaluación del rendimiento en el cultivo de fresa variedad oso grande (*Fragaria* sp.) bajo invernadero mediante dos tipos de fertilización (orgánica y química) en la parroquia Octavio Cordero Palacios, Cantón Cuenca. Los tratamientos probados para realizar la comparación entre los dos sistemas fueron: tratamiento A (Orgánico): fertivegetal 10g/planta a la siembra, biol de hiervas 200cc/L, té de estiércol bovino 200cc/L., humus liquido 100cc/L., purín de cerdo 100cc/L, aplicados en las diferentes etapas del cultivo. Tratamiento B (Químico): nutriente express 3g/L. (5g/planta a la siembra), Diamónico (DAP) 1g/L. (2.8 kg a la siembra), Muriato de potasio (MOP) 1,5kg a la siembra, Foliar Plus 2.5cc/L, Vigorizador 0.5g/L y Super sol 1g/L. La comparación se realizó mediante la evaluación del vigor de las plantas, el tiempo de inicio de la floración y cuajado del fruto y costos en cada uno de los tratamientos. El trabajo práctico partió con el levantamiento topográfico, para conocer las condiciones del suelo se realizó su respectivo análisis, se construye el invernadero, una vez listo preparamos el suelo para la siembra, se realizó el acolchado, la instalación del riego, luego se procedió a la siembra y en adelante se dio los tratamientos respectivos. Se evaluaron las siguientes variables: altura de la planta, número de hojas por planta, diámetro de las hojas, días a la floración, número de frutos por planta y peso de los frutos por tratamiento. Los resultados muestran que no existen diferencias significativas. Concluimos que la realización de esta investigación ha sido positiva a pesar de los resultados obtenidos y que estos pueden ser mejorados a partir de este trabajo. Recomendamos probar nuevas dosis para determinar una dosificación exacta ya que aquí se trabajó con dosis medias (Lema y Chiqui, 2010).

En la Asociación Indígena Agroturística La Kumba. Cumbal, Nariño, como aspecto innovador se resalta, la utilización de Bio preparados, para aplicación del cultivo de fresa. Se

utilizó sustancias de origen vegetal, animal que se encuentran presentes en la región, preparados para el control de plagas y enfermedades, como también minerales como sulfatos los cuales contienen propiedades nutritivas para las plantas. Con la implementación del cultivo de fresa en el Municipio de Cumbal, se pretende aprovechar de manera eficiente los terrenos que en su gran mayoría son destinados a la actividad ganadera, en los cuales actualmente para el mantenimiento de 1 bovino se necesita media hectárea bajo el sistema de pastoreo. Para la producción de fresa, bajo cubierta no es necesario grandes extensiones de tierra y además los terrenos del municipio han sido destinados por muchos años al cultivo de los pastos sin utilizar agroquímicos lo cual es una ventaja para la implementación de la producción ecológica de este fruto. Construcción de 10 invernaderos de 200 metros cuadrados cada uno, dedicados a la producción de fresa, aplicando técnicas en el manejo del cultivo con los bio preparados, se ha observado menor incidencia de plagas y enfermedades, obteniendo un producto de buena calidad, mejorando las características nutritivas, tienen mejor sabor y proporcionan mayores beneficios para la salud, que las obtenidas con la agricultura convencional. Diversificación de productos encaminados a complementar la alimentación de los habitantes de la zona. Aprovechamiento del área de terreno, en una actividad productiva más rentable. asegurar la soberanía alimentaria de los integrantes de la asociación arraigo a la madre naturaleza para provechar los recursos de una manera racional (Ocampo, 2015).

### **Regional**

Baldovino, (2017). Desarrollo investigación en Municipios de Pamplona, Norte de Santander con alternativas de control agroecológicas en enfermedades fúngicas foliares en el cultivo de la fresa, donde se compararon bio productos de ASPAGRO (MM, M6 y Caldo rizosfera, con respecto a Mancozeb, donde M6 y MM (microorganismos eficientes y de montaña) se destacaron similares o superiores a Mancozeb



## Internacional

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 verificó similar nivel de severidad de *Botrytis cinerea* con los productos biológicos que con el fungicida químico. En la investigación se evaluó *Trichoderma harzianum* y *T. lignorum* contra *B. cinérea* 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 (Gaitan et al., 2014).

## 5. Marco contextual

Tabla 1. Delimitación de la investigación

Ubicación	
Municipio	Pamplona
Departamento	Norte De Santander
Vereda	Alto grande
Altura	3060 m.s.n.m
Latitud	7.33333
Longitud	-72.6833
Finca	El Aliso

Fuente: Vega, 2019

Este trabajo se realizó llevando a cabo los objetivos que son la identificación de las enfermedades fúngicas foliares en el cultivo de la fresa en el área de investigación, ubicado en Pamplona donde se inició en determinar la eficacia de diferentes biopreparados en el control de las enfermedades fúngicas foliares. La finca el Aliso tiene una actividad socioeconómica agrícola, donde el principal cultivo es la fresa (*Fragaria* sp), existen otros como la papa (*Solanum tuberosum*) y haba (*Vicia faba*) que son fuentes de ingreso para los productores. La fresa está situada a una altura promedio de 3060 msnm, tiene una extensión

de 468 m<sup>2</sup> de variedad Ventana, 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 del lote se encuentran establecidos cultivos de fresa, papa y haba. Las fincas del contorno tienen plantados cultivos de papa, fresa y praderas para la alimentación de bovinos.

Figura 1. Ubicación finca el Aliso



Fuente: Google Earth [Tomado el 23 julio de 2019].

El departamento de 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 (MADR, 2006).

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. 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; Cécota, Chitagá, Mutíscua, Pamplona, Pamplonita y Silos, que representan el 2,4% de la superficie total del país y el 10,3% de la Región Andina (MADR, 2006).

El Municipio de Pamplona, perteneciente al departamento de Norte de Santander, al nororiente colombiano, limitando con los municipios de Cucutilla, Pamplonita, Labateca, Cécota 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 y cuenta con 35 veredas (Gualdrón y Guerrero, 2017).

## 6. Marco teórico

La fresa (*Fragaria x ananassa* Duch), tiene gran cantidad de especies, 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). Es una planta herbácea, perenne y posee un rizoma cilíndrico de tallos rastreros que al cabo de cierto estado de desarrollo emite ramificaciones de gran longitud llamadas estolones. Estos están constituidos normalmente por dos entrenudos de 10 a 20 cm de longitud y una yema terminal que forma una nueva planta al desarrollarse. El follaje normal de la planta se conforma por hojas compuestas trifoliadas de América se encontraron dos nuevas especies de mayor tamaño, una en Chile, *F. chiloensis* y otra en Estados Unidos, *F. virginiana*, que, por su tamaño, se les llamó fresones; fueron llevadas a Europa e hibridadas. Actualmente estas fresas grandes o fresones dominan el mercado y son producto de una serie de cruces. La planta es pequeña, de no más de 50 cm de altura, con numerosas hojas trilobuladas de pecíolos largos, que se originan en una corona o rizoma muy corto, que se encuentra a nivel del suelo y constituye la base de crecimiento de la planta; en ella se encuentran tres tipos de yemas; unas originan más tallos, que crecen junto al primero, otras los estolones, que en contacto con el suelo emiten raíces y forman nuevas plantas, y el tercer tipo de yemas, forman los racimos florales cuyas flores son hermafroditas y se agrupan en racimos (Kessel, 2012).

Lo que se conoce como fruta de fresa es en realidad un falso fruto, producto de engrosamiento del receptáculo floral; sobre ese falso fruto se encuentran gran cantidad de semillas pequeñas, que son frutos verdaderos llamados aquenios (pepitas). La parte central o corazón puede estar muy o poco desarrollada generando algunos frutos con corazón vacío. Las raíces de la fresa son fibrosas y poco profundas. La planta de fresa es perenne ya que, por su sistema de crecimiento, constantemente está formando nuevos tallos, que la hacen permanecer viva en forma indefinida (Damaceno, 2007)

### **6.1.1. Clima y Suelos**

La fresa es un cultivo que se adapta muy bien a muchos tipos de climas, llegando a soportar temperaturas de hasta 20 °C, la zona apta para producción de fruta se ubica entre los 1.300 y 2.000 m, donde todos los días se tenga menos de 12 horas de luz, los valores óptimos para una fructificación adecuada se sitúan a los 15-20 °C de media anual, una temperatura por debajo de 12 °C y una pluviometría mínima requerida en secano se sitúa a los 600 mm. Para el suelo su estructura física y contenido químico es una de las bases importantes para el desarrollo de la fresa. Éste prefiere suelos equilibrados, ricos en materia orgánica, aireados, bien drenados, pero con cierta capacidad de retención de agua, el equilibrio químico de los elementos se considera más favorable que una riqueza elevada de los mismos y la granulometría óptima de un suelo para el cultivo de la fresa aproximadamente es de 50% de arena, 20% de arcilla, 15% de calizas, 5% de materia con un pH entre 6 y 7, situándose el óptimo a 6,5 e incluso menor (Trelles y Diaz, 2017).

### **6.1.2. Zonas de cultivo y épocas de siembra**

La fresa se puede sembrar en cualquier mes del año. Sin embargo, las pruebas realizadas indican que lo más conveniente, para todas las zonas de producción, es sembrar en los primeros meses de la época lluviosa: mayo, junio y julio. De esta forma, la planta alcanza un buen desarrollo y empieza a producir en los primeros meses de la época seca: noviembre y

diciembre, con lo que se logran dos objetivos importantes: tener una planta bien desarrollada para el inicio de la producción y obtener la mayoría de la cosecha en época seca y con la mejor calidad, cuando el mercado internacional presenta los mejores precios para fruta fresca. Si se siembra durante a la estación seca, la producción se obtiene en la época lluviosa, por lo que se presentan mayores problemas fitosanitarios en la planta y en la fruta, además disminuye la producción y la fruta se ensucia (Cubillos, 2009).

### **6.1.3. Situación mundial**

La fresa es de amplia distribución en el mundo, siendo los principales países productores: Estados Unidos, Turquía, España, Egipto y Colombia, en menor escala. España es el mayor exportador de la fruta en fresco y congelada. Otros países productores y exportadores de fruta fresca son: Países Bajos, Bélgica y México. En cuanto a países importadores de fruta fresca y congelada, se destacan: Francia, Alemania, Estados Unidos y Reino Unido. Las variedades comerciales de fresa son el resultado del cruce de la especie chilena *Fragaria chiloensis* y *Fragaria virginiana* nativa de Norteamérica. Sus frutos tienen amplio uso por sus propiedades nutritivas y farmacéuticas; por la riqueza en antioxidantes, ácido fólico y salicilatos (sales precursoras del ácido salicílico), se recomiendan especialmente en dietas de prevención de riesgo cardiovascular, de enfermedades degenerativas y cáncer. Se consumen en fresco o mezcladas en helados, mermeladas u otros procesos agroindustriales y en la repostería como dulces, pasteles y tortas, entre otros (Ochoa, 2006).

### **6.1.4. Situación nacional**

En Colombia, las variedades de fresa Oso Grande, Cama Rosa, Camino Real, Monterrey, Albión y San Andrea; se definieron por su adaptabilidad a la Sabana de Bogotá; fueron establecidas en diferentes departamentos, especialmente en Cundinamarca, Antioquia y Norte de Santander. En Antioquia la siembra de esta fruta fue fomentada por parte de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. En el año 2011, según datos del Anuario Estadístico de

Frutas y Hortalizas, Colombia reportó una producción en fresa de 44.895 toneladas, en 1.114 hectáreas destinadas a este frutal. Cundinamarca, contribuyó con el 53% de hectáreas cosechadas, seguido de Antioquia con un 25% y Norte de Santander con un 11% (Trelles y Diaz, 2017).

#### **6.1.5. Origen y clasificación**

Inicialmente se tenían más de 45 especies dentro del género *Fragaria*, según Folques (1991), hoy sólo se reconocen 11 especies. Las principales variedades comerciales provienen del cruce entre la especie *Fragaria virginiana* y *Fragaria chiloensis*. Estos híbridos se caracterizan por tener frutos de mayor tamaño que las especies originales.

#### **6.1.6. Clasificación botánica**

Tabla 2. Clasificación taxonómica según Linneo

Nombre común	Fresa
Nombre científico	<i>Fragaria</i> sp.
Familia	Rosácea
Género	<i>Fragaria</i>
Especies	<i>Fragaria</i>

Fuente: Vega, 2019

#### **6.1.7. Morfología**

La planta de fresa es de tipo herbáceo y perenne, con estolones que enraízan en el ápice y hojas compuestas trifoliadas completamente. En Colombia este cultivo tiene un tiempo de producción de dos años con vida comercialmente viable (Bayer CropScience, 2009).

#### **6.1.8. Sistema radicular**

Es fasciculado, se compone de raíces y raicillas, las primeras presentan cambium vascular y suberoso, mientras que las segundas carecen de este, las raicillas sufren un proceso de renovación fisiológico. La profundidad del sistema radicular es en promedio de 40 cm, encontrándose el 90% en los primeros 25 cm (Cubillos, 2015).

### 6.1.9. Tallo

Está constituido por un eje corto de forma cónica llamado corona, en el que se observan numerosas escamas foliares. La planta es constituida por una o más coronas donde crecen inflorescencias, estolones, coronas ramificadas y raíces accidentales (Cubillos, 2015).

### 6.2.1 Hojas

Las hojas aparecen en roseta y se insertan en la corona. Son largamente pecioladas y provistas de dos estípulas rojizas. Su limbo está dividido en tres folíolos pediculados, de bordes aserrados, tienen un gran número de estomas (300-400/ mm<sup>2</sup>), por lo que pueden perder gran cantidad de agua por transpiración (Martínez et al., 2007).

### 6.2.2 Flor y fruto

Las inflorescencias se pueden desarrollar a partir de una yema terminal de la corona, o de yemas axilares de las hojas. La flor tiene 5-6 pétalos, de 20 a 35 estambres y muchos pistilos sobre un receptáculo carnoso, el desarrollo de los aquenios da lugar al fruto de la fresa (Martínez et al., 2007).

### 6.2.3 Especies e híbridos

**Diploidi** • *Fragaria daltoniana*

• *Fragaria nipponica*

• *Fragaria nubicola*

• *Fragaria vesca*

(fresa silvestre)

• *Fragaria viridis*

**Tetraploides**

• *Fragaria*

*moupinensis*

• *Fragaria orientalis*

**Hexaploides**

• *Fragaria moschata*

**Octaploides** • *Fragaria ananassa*

(fresa o frutilla)

• *Fragaria chiloensis*

(fresa chilena)

• *Fragaria virginiana*

• *Fragaria ovalis*



El cruce entre *Fragaria chiloensis* y *Fragaria virginiana* dio como origen el híbrido *Fragaria ananassa*. Es importante anotar que los híbridos octaploides son los de mejor calidad y productividad, con frutos grandes y de muy buen sabor, con abundante producción de estolones, en algunos casos tolerantes al ataque de ciertos hongos como *Colletotrichum* sp., y *Botrytis cinérea* y artrópodos plaga como es el caso de ácaros *Tetranychus* sp. *Brevipalpus* sp. y *Steneotarsonemus pallidus* (Carmona, 2009).

#### **6.2.4 Variedades antiguas**

##### **Chandler**

Fue la variedad más sembrada en Colombia en los años 70 y 80, muy apetecida por su calidad, pero poco recomendable por su baja productividad. Douglas También fue una variedad con mucha aceptación por su alta producción y buen calibre de frutos, bastante resistente al manipuleo y fácil de transportar, muy susceptible al ataque de hongos especialmente de *Phytophthora fragariae* y *Verticillium* sp. Pájaro fue la otra variedad preferida por los cultivadores por su gran vigor, frutos grandes, cónicos, de muy buen grosor y sabor muy agradable, también susceptible al ataque de *Phytophthora fragariae* y *Verticillium* sp (Bayer CropScience, 2009).

##### **Oso grande**

Variedad con poca productividad, resistente al manipuleo, viajaba bien, proveniente de California (USA), en ocasiones 10 Fresa presentaba rajado en el fruto, de buen sabor y tamaño (Carmona, 2009).

#### **6.2.5 Variedades actuales**

##### **Camino Real**

Variedad de día corto. Sus rendimientos medios son superiores a la camarosa y su porcentaje de fruta de segunda calidad considerablemente más bajo. Las plantas son

pequeñas, compactas y fáciles de manejar, su fruta es grande, firme y de color interno y externo más oscuro que camarosa. Ha tenido buena aceptación entre los agricultores nacionales, pero su manejo es un poco más exigente, especialmente en sus estados iniciales. Tolerante a problemas de hongos como *Phytophthora*, *Verticillium* y *Antracnosis*. Es susceptible a *Botrytis* sp (Eurosemillas, 2005).

### **Camarosa**

Es la variedad más cultivada a nivel mundial. De fácil adaptación climatológica, se cultiva desde regiones subtropicales húmedas. Al agricultor colombiano le gusta por su alta productividad y su buena resistencia postcosecha (Bayer CropScience, 2009).

### **Albión**

Se caracteriza por la alta calidad de su fruto, tanto en tamaño como en sabor y firmeza, es de muy fácil recolección y es resistente a las actividades postcosecha. En Colombia, actualmente es la variedad de mayor crecimiento en área sembrada y se destaca por su adaptabilidad a zonas entre 2500-2800 msnm, resistentes a *Phytophthora*, *Verticillium* y *Antracnosis*. Es una de las variedades preferidas por los agricultores por sus producciones constantes durante la cosecha (EuroSemillas, 2005).

### **Ventana**

Esta variedad californiana es muy productiva, en el ciclo de 18 meses puede producir entre 4 a 5 libras por planta, sembrada a 30 cm para 206 plantas por cama de 31 m. Es importante anotar que los estolones se utilizan para obtener las plantas con las cuales se va a desarrollar el cultivo. El estolón se siembra en una bolsa pequeña y allí se deja durante un mes, al cabo del cual la planta está lista para llevarla al sitio definitivo. A los 2 meses de haber sido trasplantada al sitio definitivo se empiezan a ver las primeras flores, las cuales hay que eliminar buscando darle una mejor formación y desarrollo a la planta, esta labor se conoce con el nombre de “desflorada” o primera poda de formación o capada (Carmona, 2009).

Posteriormente a los 2 meses de la desflorada se tiene una pequeña cosecha y a los 4 meses de haber realizado la desflorada se presenta la primera cosecha en forma. Sweet Charlie Es la más dulce de estas variedades, tamaño de fruta grande y de buen sabor, de gran producción de estolones, muy susceptible al ataque de mildew polvoso *Oidium* o *Sphaerotheca* y al ataque de bacterias como *Xanthomonas*, tolerante a *Colletotrichum*, muy exigente en fertilización. Cosecha de 5 libras por planta, las más productiva. Gaviota Es la que presenta el mejor color de fruto, de muy buen sabor y tamaño medio, tolera alta densidad de siembra (25 cm entre plantas), demanda mayores requerimientos de agua, tolerante al ataque de *Colletotrichum* sp y susceptible al ataque de *Phytophthora* sp y *Verticillium* sp (Bayer CropScience, 2009).

### **Diamante**

Es la que produce los frutos más duros, aguanta el manipuleo en postcosecha, viaja muy bien sin maltratarse, tiene un problema por cuanto no madura parejo, por lo general presenta tonos verdes y rojos (Bayer CropScience, 2009).

### **6.2.6 Propagación**

Aunque la planta de fresa es perenne, como cultivo se considera anual, o sea que se renueva todos los años. Por ser una planta híbrida, no se utilizan sus semillas para propagarla. Su sistema de crecimiento y formación de nueva coronas y estolones permite una propagación vegetativa rápida y segura.

Por ser un híbrido la fresa no se puede reproducir sexualmente Su reproducción se hace vegetativa o asexualmente en tres formas: por estolones, que es la más común, por división de la corona y por micropropagación in vitro (Angulo, 2009).

### **6.2.7 Siembra**

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 cobertura mulch (o plástico oscuro). 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 un mes antes de la siembra de acuerdo con las necesidades arrojadas por el análisis de suelo. La desinfección se hace luego de la enmienda y su duración depende del método elegido (solarización, desinfección química, vacío y llenado biológico). Para las diferentes variedades de fresa, existen características de siembra específicas, principalmente en cuanto al espaciamiento entre hileras. Éste cambia según la variedad y la oferta agroclimática de la zona. Para todos los casos las plantas se siembran en zigzag o tresbolillo (Carmona, 2009)

#### **6.2.8 Coberturas de suelo**

Consiste en cubrir las eras con algún material que impida que la fruta tenga contacto directo con el suelo. En sentido tradicional, el cultivo con coberturas consiste en cubrir los camellones con materiales sintéticos u orgánicos, cuya selección está de acuerdo con la accesibilidad de conocimiento y disponibilidad financiera que posea el productor. La cobertura favorece el control natural de las malezas y aumenta la retención de humedad y la temperatura del suelo. Presenta el inconveniente de que a veces produce calentamiento excesivo, quemando frutas y hojas. El polietileno se coloca sobre la era, una vez que ésta se ha preparado totalmente, inclusive con la aplicación de fertilizantes e insecticidas de suelo. Se tensa bien y se prensa a ambos lados de la era con la misma tierra o con grapas de alambre galvanizado. Una vez colocado, se marca la distancia de siembra y se abren huecos de unos 10 cm de diámetro en cada punto, donde van las plantas (Agropedia, 2019)

#### **6.2.9 Riego**

Para establecer el riego en el cultivo de fresa, es necesario conocer los requerimientos hídricos de la planta y las condiciones de precipitación de la zona donde se va a implementar

el cultivo. De esta forma se garantiza que la planta disponga del agua que necesita. También se debe instaurar un sistema de riego adecuado para el cultivo, y el coeficiente de este, para relacionar la demanda de agua con la etapa de desarrollo de la planta. Es necesario conocer estas variables, ya que el estrés hídrico puede ocasionar pérdidas significativas en la producción, bien sea por falta o por exceso de agua (Cubillos, 2015).

En todas las regiones del mundo donde se produce fresa, el riego es un factor fundamental si se desea tener éxito, ya que esta tiene una alta demanda de agua durante su ciclo productivo de aproximadamente 7000 m<sup>3</sup> por hectárea. En las zonas templadas, la cosecha se da durante el verano y en la región intertropical, la principal cosecha se inicia en noviembre o diciembre y se mantiene en producción durante toda la época seca; por eso para aprovecharla es determinante contar con un adecuado sistema de riego (Agropedia, 2019).

### **6.3.1 Fertilización**

La fertilización depende de factores como: variedad de la planta, requerimientos de agua y nutrición del cultivo, análisis fisicoquímico del agua de riego y del suelo. La fertilización puede ser aportada por medio del sistema de riego seleccionado, para el caso de la fresa es comúnmente utilizado el riego por goteo, teniendo en cuenta los resultados de los análisis anteriormente mencionados, así como la tasa de absorción de nutrientes del cultivo según el estado de desarrollo (Cubillos, 2015).

La composición que debe tener los suelos donde se vaya a sembrar fresa deben contener los siguientes niveles: •PH 5.5 – 6.5 • Materia orgánica 4 a 6 % • Nitrógeno asimilable 100 a 200 ppm • Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 20 a 30 ppm • Potasio (K<sub>2</sub>O) 120 a 180 ppm • Calcio (Ca) 1000 a 1500 ppm • Magnesio (Mg) 150 a 200 ppm • Sulfatos (So<sub>4</sub>) 100 a 200 ppm • Cloruros (Cl) menos de 20 ppm • Sodio (Na) menos de 100 ppm • Manganeso (Mn) 4 ppm • Hierro (Fe) 10 ppm • Zinc (Zn) 3 ppm • Boro (B) 2 ppm • Cobre (Cu) 1 ppm. Para lograr tener unos suelos realmente balanceados para la siembra de fresa se debe contar con un análisis de suelo para

luego realizar enmiendas con el acompañamiento de un profesional en balances nutricionales como un Ingeniero Agrónomo o un Ingeniero Químico (Cubillos, 2015).

### **6.3.2 Poda**

El proceso de poda depende básicamente del nivel de desarrollo de la planta. De esta forma, si se evidencia un desarrollo limitado de la planta pocas semanas después de la siembra (cuando aparecen las primeras flores), es necesario realizar podas que estimulen el desarrollo vegetativo de la planta; si la planta presenta un alto nivel de desarrollo, pero aún no florece del todo, es necesario realizar poda de hojas con frecuencia, que además de inducir la floración, promueven la renovación de la planta. Los estolones deben ser removidos de la planta para intensificar el desarrollo de las coronas en la planta madre, con el fin de evitar retrasos y pérdidas de energía durante la fructificación; además deben eliminarse también todas las partes de la planta como hojas, peciolo y pedúnculos que están en proceso de senescencia (marchitamiento). Las podas en general deben ser realizadas de forma adecuada, evitando daños a la planta como ralladuras, cortes equivocados o desprendimiento de coronas (Carmona, 2009).

### **6.3.3 Plagas enfermedades y fisiopatías**

La mayoría de las enfermedades de estos cultivos son causadas por hongos y, en menor grado, por bacterias. Para el control de las plagas y enfermedades de estos cultivos, existen varios métodos de control, pero en la región de Villa Guerrero, se hace uso y abuso de los productos químicos, que en su mayoría tienen un efecto en la calidad del aire, suelo y agua. El uso de estos productos químicos, en muchos casos, no es de la mejor manera porque se utilizan dosis elevadas y productos no específicos para los cultivos y para las plagas y enfermedades presentes (Villanueva, 2008).

El Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIP), es un sistema dinámico orientado al monitoreo constante y programado de los cultivos por parte de los agricultores. No es un sistema rígido que se pretenda implantar dentro de las producciones, pues es más un modelo flexible en el cual se han de incluir las prácticas agrícolas de cada usuario (Cubillos, 2015).

### 6.3.4 Enfermedades de la raíz y del cuello

#### **Pudrición roja de la raíz** *Phytophthora fragariae*

		Tabla 3. Clasificación taxonómica según Hickman (1940)
Filo:	Heterokontophyta	
Clase:	Oomycota	
Orden:	Peronosporales	
Familia:	Peronosporáceas	
Género:	<i>Phytophthora</i>	
Especies:	<i>P. fragariae</i>	

Fuente: Vega, 2019

Plantas con una alta severidad de la enfermedad presentan mal desarrollo y se marchitan en condición de alta temperatura. Las hojas jóvenes tienen una apariencia azul-verdosa y las más viejas se tornan rojas, anaranjadas o amarillas. Después, las plantas no producen o producen frutos pequeños y pocos estolones y eventualmente mueren. Las raíces más jóvenes de las plantas se pudren progresivamente de la punta hasta la corona. La enfermedad también puede causar pudrición de las raíces laterales y desintegrarlas, dándole una apariencia a las raíces principales de “rabo de ratón”. La característica principal de esta enfermedad es la coloración rojiza del cilindro vascular, el rojizo se visualiza cuando se corta

longitudinalmente la punta de una raíz podrida. Eventualmente, la coloración rojiza llega hasta la corona y la enfermedad está asociada a una alta humedad del suelo (Trelles y Diaz, 2017).

Para el manejo cultural se debe tener en cuenta el uso de variedades resistentes o tolerantes como Albión, recolección y quema de residuos del cultivo anterior, incorporar enmiendas que mejoren estructura de suelos, evitar riego fuerte, rotaciones largas, inoculación del suelo con microorganismos benéficos y como última acción aplicación de fungicidas de categoría toxicológica III, permitidos por la norma BPA (Manual Técnico del Cultivo de Fresa, 2014).

***Marchitez por Verticillium dahliae /Verticillium alboatrum***

Tabla 4. Clasificación taxonómica según Gottfried (1776)

<i>Reino</i>	<i>Fungi</i>
<i>Filo</i>	<i>Ascomycota</i>
<i>Clase</i>	<i>Incertae sedis</i>
<i>Familia</i>	<i>Plectosphaerellaceae</i>
<i>Género</i>	<i>Verticillium</i>

Fuente: Vega, 2019

Las hojas interiores muestran poco desarrollo, pero tienden a permanecer verdes y turgentes hasta que la planta muere, generalmente, este síntoma sirve para distinguir la marchitez por *Verticillium* de otras enfermedades. La médula central en su interior se observa poco o nada decolorada. La marchitez por *Verticillium* tiende a ser más severa en plantas que están en periodo de fructificación (Reyes, 2015).

La enfermedad puede afectar las plantas individualmente o en grupos, plantas sanas se intercalan con las enfermas el control de este hongo del suelo es el uso de cultivares o variedades con resistencia, obtención de material de siembra libre de enfermedades.



Aplicación en drench o en el sistema de riego/goteo de fungicidas benzimidazoles (Trelles y Diaz, 2017).

**Marchitez y amarillamiento por *Fusarium*: *Fusarium oxysporum*, f. sp. *Fragariae***

Tabla 5. Clasificación taxonómica según Grey (1821)

Reino	Fungi
División	Deuteromycota
Clase	Sordariomycetes
Orden	Hypocreales
Familia	Nectriaceae
Género	<i>Fusarium</i>
Especie	<i>F. oxysporum</i>

Fuente: Vega, 2019

Los síntomas son marchitez del follaje, enanismo de plantas y el follaje se seca y marchita. El resultado es el colapso y muerte de las plantas, una coloración oscura, café-naranja, se presenta en los tejidos internos de la corona las condiciones de estrés como temperaturas extremas, carencia de agua, suelos poco fértiles y carga pesada de frutas favorecen la enfermedad es importante el uso de cultivares o variedades con resistencia. Obtención de material de siembra libre de enfermedades, rotación de cultivos, no sembrar en campos con historial de la enfermedad. Evitar el estrés en las plantas, aplicar fungicidas benzimidazoles en drench o en el sistema de riego/goteo y el uso de insumos biológicos con eficacia biológica comprobada (Trelles y Diaz, 2017).

### 6.3.5 Enfermedades del follaje

#### Viruela *Mycosphaerella fragariae*

		Tabla 6. Clasificación taxonómica según Johanson (1884)
Reino	Fungi	
División	Ascomycota	
Subdivisión	Pezizomycotina	
Clase	Dothideomycetes	
Subclase	Dothideomycetidae	
Orden	Capnodiales	
Familia	Mycosphaerellaceae	
Género	<i>Mycosphaerella</i>	

Fuente: Vega, 2019

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 (2009) la relaciona dentro de las más importantes para Colombia.

### **Manchas de las hojas *Diplocarpon* sp.**

Tabla 7. Clasificación taxonómica según Wolf (1912)

Reino	Fungi
División	Ascomycota
Subdivisión	Pezizomycotina
Clase	Leotiomycetes
Orden	Helotiales
Familia	Dermateaceae
Género	<i>Diplocarpon</i>

Fuente: Vega, 2019

Son dos tipos de manchas de las hojas que aparecen esporádicamente, sobre todo en condiciones de alta humedad. *Dendrophoma* sp. Produce grupos de cinco a seis lesiones circulares de color rojo púrpura en las hojas en desarrollo, cuyo centro, posteriormente, toma un color grisáceo. Cuando la enfermedad avanza, las lesiones coalescen y toman un color café con forma de letra V y en su centro se pueden observar los picnidios. *Diplocarpon* sp. Causa numerosas manchas en forma irregular y color púrpura que pueden alcanzar un

diámetro entre 1 y 5 mm. Las lesiones coalescen con el avance de la enfermedad por lo que la lámina de la hoja toma una coloración rojiza o púrpura (Martínez et al., 2007)

**Mancha angular** *Xanthomonas* sp.

		Tabla 8. Clasificación taxonómica según Pammel (1895)
Dominio	Bacteria	
Filo	Proteobacteria	
Clase	Gamma Proteobacteria	
Orden	Xanthomonadales	
Familia	Xanthomonadaceae	
Género	<i>Xanthomonas</i>	
Especie	<i>Xanthomonas</i> sp.	

Fuente: Vega, 2019

Los síntomas típicos son lesiones pequeñas, húmedas, por el envés de la hoja. Estas lesiones se alargan hasta formar manchas angulares, usualmente delimitadas por las pequeñas venas de las hojas. Las lesiones son translúcidas cuando son vistas contra luz y de coloración verde oscuro cuando se miran con luz reflejada, lo cual es una característica distintiva de esta enfermedad los controles integrados son Antibióticos y fungicidas con contenido de cobre

como sulfato de estreptomicina, oxitetraciclina, hidróxido de cobre y sulfato de cobre han demostrado ser protectores efectivos; sin embargo, 5 o 6 aplicaciones de cobre en intervalos de 7 o menos días pueden causar fitotoxicidad. La prevención de la mancha angular en el vivero de plantas y su diseminación en el almácigo es crucial en el control de la enfermedad. No hay cultivares comerciales con resistencia a la enfermedad (Trelles y Diaz, 2017).

### **Mildiu polvoso** *Sphaerotheca macularis*

Tabla 9. Clasificación taxonómica según Wallroth

Reino	Fungi
Filo	Ascomycota
Clase	Leotiomycetes
Subclase	Leotiomycetidae
Orden	Erysiphales
Familia	Erysiphaceae
Género	<i>Podospaera</i>
Especie	<i>P. macularis</i>

Fuente: Vega, 2019

Los síntomas son parches blancos de micelio por debajo de la hoja, los parches pueden coalescer y cubrir toda la superficie foliar del envés, los bordes de las hojas se enrollan hacia arriba, exponiendo el micelio blanco del hongo. Los peciolo de las hojas, los racimos

florales, flores y frutas también pueden ser infectados, principalmente, en sistemas de ambiente protegido. El control integrado, se sugiere plantar almácigos libres de la enfermedad, eliminar hojas muertas, con micelio del hongo y aplicar fungicidas sistémicos y protectores. Las aplicaciones calendarizadas durante el periodo de crecimiento disminuyen la producción de inóculo. El fungicida sistémico triadimefón presenta acción contra este hongo (Trelles y Diaz, 2017).

### 6.3.6 Enfermedades de la flor y el fruto

#### Moho gris *Botrytis cinérea*

Tabla 10. Clasificación taxonómica según Whetzel (1945)

Reino	Fungi
Filo	Ascomycota
Subfilo	Pezizomycotina
Clase	Leotiomycetes
Orden	Helotiales
Familia	Sclerotiniaceae
Género	<i>Botryotinia</i>
Especie	<i>cinérea</i>

Fuente: Vega, 2019

El moho gris es causado por *Botrytis cinérea*, 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 puedan 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 (2009) la relaciona dentro de las más importantes para Colombia.

### **Antracnosis** *Colletotrichum* sp.

Tabla 11. Clasificación taxonómica según Corda (1831)

Reino	Fungi
División	Ascomicota
Clase	Sordariomycetes
Orden	Glomerellales
Familia	Glomerellaceae
Género	<i>Colletotrichum</i>

Fuente: Vega, 2019

La producción, germinación e infección de esporas en frutos y plantas de fresa es favorecido por condiciones de clima cálido y húmedo. En el fruto presentan puntos color café claro y con apariencia húmeda, rápidamente las lesiones de forma circular se endurecen y se torna color café oscuro a negro. Bajo condiciones de humedad, se forman masas de conidias de coloración rosado - salmón o anaranjado, en el centro de las lesiones. El fruto infectado se seca y momifica. Flores: La infección puede ocurrir en cualquier momento luego de que el botón floral emerge de la corona. Las flores abiertas son las más susceptibles. Una flor

infectada rápidamente muere y se seca y la lesión de coloración oscura rápidamente se extiende varios milímetros por el pedicelo por debajo del cáliz.

Un control muy importante es evitar el uso excesivo de fertilizante nitrogenado, uso de riego por goteo en vez de riego por aspersión. Las frutas con lesiones de antracnosis deben ser removidas rápidamente del campo para reducir los niveles de inóculo, especialmente en la época de cosecha. La pudrición del fruto causada por antracnosis es parcialmente controlada por aplicaciones de fungicidas protectantes desde la emergencia del botón floral hasta la cosecha, muchos aislamientos de estos patógenos han demostrado ser resistentes al Benomil. (Trelles y Díaz, 2017).

## **7. Marco legal**

En Colombia, existen normas y políticas que se orientan al sector agrícola en relación con frutas y hortalizas, con el fin de orientar acciones que sean sostenibles con el ambiente. Este marco legal está basado en la guía ambiental hortifrutícola de Colombia del 2009.

La legislación ambiental aplicable al subsector hortifrutícola se desarrolla a partir de la constitución política nacional, encontrando que, se constituye en el marco legal de carácter supremo que recoge gran parte de los enunciados sobre el manejo y conservación del medio ambiente. La constitución política de 1991 estableció un conjunto importante de derechos y deberes del estado, las instituciones y los particulares en materia ambiental, enmarcado en los principios del desarrollo sostenible (MinAmbiente y Asohofrucol, 2009).

Así mismo, se cuenta con las leyes del congreso de la república a partir de las cuales se desarrolla la reglamentación específica normativa y son el marco jurídico sobre el cual se suscribe la gestión ambiental de las actividades agropecuarias y del subsector hortifrutícola (MinAmbiente y Asohofrucol, 2009).



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

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

Con el siguiente reglamento de la Universidad de Pamplona fue realizado el trabajo de grado correspondiente 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

### **7.2 Decreto 1594 (1984)**

El decreto 1594 reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la Parte III Libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.

### **7.3 Resolución 00375 (2004)**

En el trabajo de investigación realizado se tiene en cuenta la resolución donde dictan las disposiciones sobre el registro, control de los bioinsumos y de extractos vegetales utilizados en la agricultura colombiana.

## **Capítulo 3.**

### **8. Metodología**

La investigación se desarrolló en la finca el Aliso de la vereda Alto Grande, productiva del Municipio de Pamplona Norte de Santander en el periodo comprendido de abril a julio de 2019. Se realizaron trabajos de caracterización de los bioproductos M4 y Caldo rizosfera (microorganismos eficientes), en los laboratorios de microbiología de la Universidad de Pamplona. La fase de campo se desarrolló teniendo en cuenta condiciones meteorológicas de temperatura, humedad relativa con un Datalogger que es un dispositivo electrónico que registra datos en el tiempo o en relación con la ubicación por medio de instrumentos y sensores propios o conectados externamente y para las precipitaciones se utilizó un Pluviómetro.

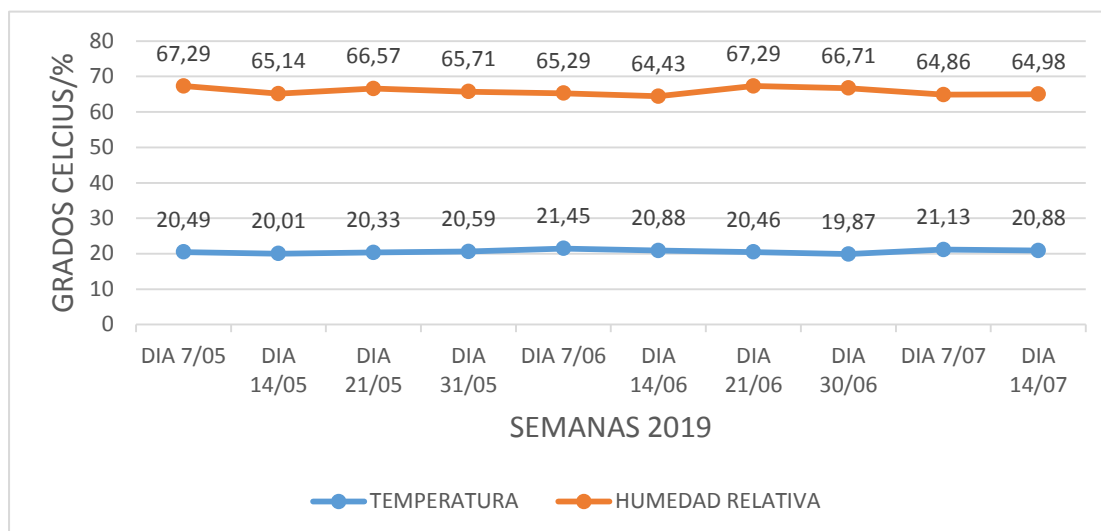


Figura 2. Datos meteorológicos de temperatura media y humedad relativa media.  
Fuente: Datalogger, 2019

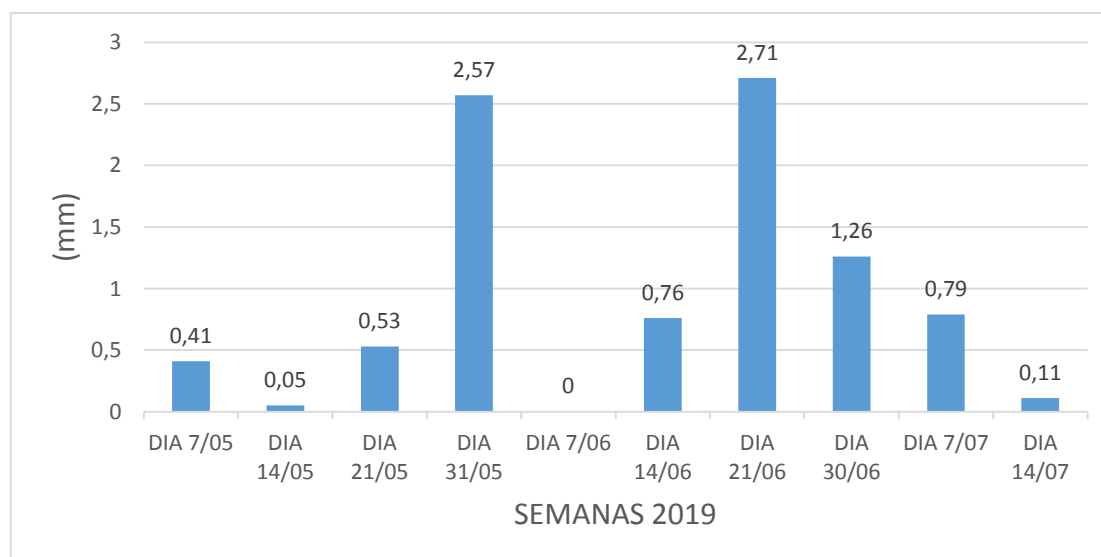


Figura 3. Datos meteorológicos de precipitaciones, 2019

### 8.1 Identificación de las enfermedades fúngicas foliares en el cultivo de la fresa en el área de investigación.

La toma de muestras de las enfermedades fúngicas foliares del cultivo de fresa, se realizó en la vereda Alto Grande del Municipio de Pamplona, donde se escogieron muestras foliares y fueron llevadas al laboratorio de microbiología de la Universidad de Pamplona para realizar sus debidos procesos donde se emplearon técnicas como la observación directa de signos al

estéreo y al microscopio, la técnica de la cámara húmeda y siembras de tejido enfermo en medios de cultivos artificiales y cuando fuese necesario se realizaron siembras en medios selectivos de los hongos u organismos relacionados aislados. Se realizó un muestreo mínimo de 20 plantas de cada surco o cama, siempre escogiendo el centro del cultivo, es decir sin monitorear plantas de los bordes.

## **8.2. Caracterización de los bio preparados producidos en la finca Sol vida con posibilidades de utilizar en la investigación.**

La caracterización de los bio preparados se desarrolló en los laboratorios de microbiología y bacteriología de la Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad de Pamplona. Los tratamientos tienen una presentación líquida característica por realizarse fermentación aeróbica y anaeróbica. Se inició con las siembras el lunes 20 de mayo de 2019 donde se realizaron observaciones cada 24, 48 y 72 horas para realizar los conteos de las colonias de hongos y bacterias de cada bio preparado. Se caracterizaron microbiológicamente cuatro “bio preparados” que se producen y se comercializan por la Granja de Agro biológicos Sol Vida de Pamplona, integrante de la Asociación ASPAGRO. En esta granja se obtienen Microorganismos Eficientes (ME) por fermentación anaeróbica y aeróbica a partir de la hojarasca en descomposición de un bosque de un área protegida de la Vereda Jurado en el Municipio de Pamplona, que después se utiliza como base para obtener otros productos comerciales. También a partir de microorganismos de Montaña (MM) obtenidos de una reserva en la propia finca. Los cuatro bio productos estudiados se denominan M4, M6, M30 y Caldo rizosfera. A continuación, se relacionan los ingredientes de cada bio preparado, tipo de fermentación y el uso que se le propone (Tabla 12).

Tabla 12. Bio preparados, ingredientes, tipo de fermentación y uso propuesto.

<b>Bio preparados comerciales</b>	<b>Ingredientes</b>	<b>Tipo de fermentación</b>	<b>Uso propuesto</b>
<b>M4</b>	MM, melaza y salvado de arroz	Aeróbica	Biofertilizante y

	( <i>Oryza sativa</i> L).		antagonista
<b>Caldo rizosfera</b>	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> ).	Aeróbica	Biofertilizante y antagonista
<b>M6</b>	M4, pimienta ( <i>Piper nigrum</i> L), ají ( <i>Capsicum</i> L), cebolla cabezona ( <i>Allium cepa</i> L) ortiga ( <i>Urtica dioica</i> L). Botón de oro ( <i>Tithonia diversifolia</i> , (Hemsl. Gray).	Anaeróbico	Biofertilizante y antagonista
<b>M30</b>	M4, se mantiene en fermentación 30 días.	Aeróbico	Biofertilizante y antagonista

Fuente: Vega, 2019

Se obtuvieron muestras de los bio preparados artesanales de la Finca, después de producidos, se llevaron inmediatamente al laboratorio y se mantuvieron a temperatura ambiente hasta su procesamiento. Se utilizaron 25mL de cada tratamiento en un Erlenmeyer con 250mL de agua destilada, luego se realizó la dilución en serie en tubos de ensayo, se trabajó con la segunda, tercera y cuarta dilución para todos los biopreparados. Se realizaron siembras en diferentes medios de cultivos específicos para cuantificar los diferentes grupos de microorganismos. Para el conteo de hongos (medio Rosa bengala), para bacterias y actinomicetos (medio SPC), para fijadores de N atmosférico (medio Asbhy) y para solubilizadores de fosforo el medio Pykoskaia.

De cada disolución de los bio preparados se sembraron tres placas de Petri de cada uno de los medios de cultivo, añadiendo 1mL por placa. Las placas fueron incubadas a temperatura de 37°C por 24 horas (bacterias y actinobacterias), 48 horas (hongos) y 72 horas (bacterias solubilizadoras de fosfato). Pasado ese tiempo se realizó el conteo del número de colonias de cada grupo de microorganismo en cada placa y se observaron las características principales

de las colonias. Los datos de las poblaciones de microorganismos fueron transformados en  $\text{LOG } \sqrt{x+1}$ , por no observarse colonias en algunas placas. Posteriormente fueron sometidos a un análisis de varianza. Las medias de las variables poblacionales de los microorganismos una vez comprobada el cumplimiento del supuesto de normalidad por la prueba de Kolmogorov Smirnov. fueron comparadas mediante la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ), utilizando el programa estadístico SPSS, versión 21.

### **8.3 Determinación de la eficacia de diferentes biopreparados producidos por ASPAGRO en el control de las enfermedades fúngicas foliares del cultivo de la fresa.**

Se condujo una investigación experimental. Se desarrolló un ensayo de campo en la finca el Aliso de la vereda Alto Grande donde se aplicaron los biopreparados para el control de las enfermedades foliares que afectan el cultivo de la fresa.

Se escogió una plantación joven de fresa con fuente de inóculo natural de agentes patógenos en campos aledaños. Para el control de enfermedades foliares inicialmente se realizó un saneamiento a la parcela del ensayo realizando manejo de arvenses. En la finca se instalaron dispositivos como datalogger para medir la humedad relativa y temperatura y un pluviómetro para medir las precipitaciones que se presenten en el transcurso de la investigación, también 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 parcela se realizó un muestreo mínimo de 20 plantas aleatorias o en zigzag, siempre escogiendo el centro del cultivo, es decir sin monitorear plantas de los bordes.

Las aplicaciones se realizaron a partir del mes de mayo hasta julio del 2019 cada 8 días. Los tratamientos fueron los siguientes:

1. **Biopreparado a base de Caldo Rizosfera** a dosis de 10% (10L/100L)
2. **Biopreparado ME4 de ASPAGRO:** a dosis de 10% (10L/100L)

3. ***Trichoderma sp***: bioproducto comercial SAFER SOIL WP. a dosis de 1g/L
4. **Fosfito mono potásico**: AGRIFOS 400 SL. A dosis de 1L/200L
5. **Benomil**: BENOMIL 50 WP AGRICENSE. A dosis de 135-150 g/100L
6. Testigo sin tratamiento.

Los dos biopreparados de Sol Vida se seleccionaron según las recomendaciones de la finca y los resultados que se obtuvieron de caracterización en el laboratorio, así como resultados de investigaciones anteriores donde se emplearon productos de esta finca para el control de enfermedades foliares de fresa (Baldovino, 2017). Los químicos comerciales se seleccionaron en función de las recomendaciones del ICA para enfermedades foliares y de la raíz de la fresa. *Trichoderma sp* se incluyó por ser el antagonista por excelencia utilizado en la zona y está recomendada para enfermedades de la fresa.

Las dosis utilizadas de los biopreparados de ASPAGRO fueron del 10 % (1L/10L de agua) para el área foliar según se recomienda por la Finca Sol Vida.

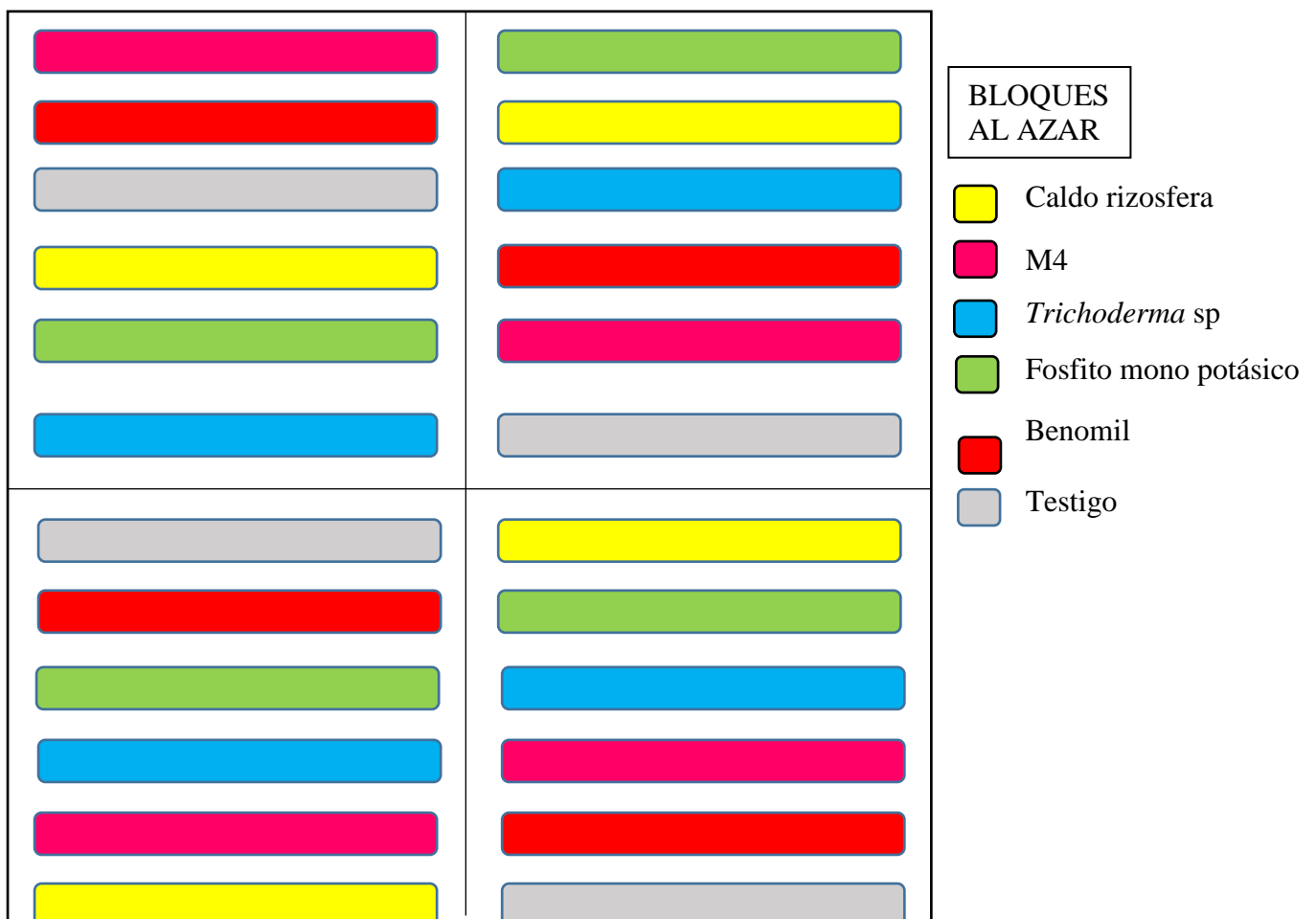
Las dosis de los productos comerciales: BENOMIL 50 WP AGRICENSE, Fosfito mono potásico: AGRIFOS 400 SL y *Trichoderma sp*: SAFER SOIL WP se seleccionaron a partir de las recomendaciones de las casas comerciales que los venden.

Se realizaron los tratamientos con asperjadoras manuales de espalda utilizando una campana para no generar problemas de deriva en los tratamientos ya que están muy cerca uno de otro, siempre realizando las aplicaciones directa al área radicular y foliar de la planta. Las fumigadoras fueron obtenidas del Centro de Investigación en Sanidad Vegetal y Bioinsumos (CISVEB), de la Universidad de Pamplona, una para los tratamientos biológicos y la otra para los tratamientos químicos, se realizaron las aplicaciones con mucha responsabilidad y compromiso para obtener buenos resultados y los tratamientos se realizaron semanalmente.

Los tratamientos se dispusieron en un diseño de bloques al azar (seis tratamientos con cuatro repeticiones o bloques), o sea, 24 parcelas como unidades experimentales. Cada

unidad experimental contó de tres canteros (con doble surco) cada uno de un metro de ancho y nueve metros de largo para un área de 19,5 m<sup>2</sup>

Figura 4. Parcela de fresa con sus respectivos tratamientos



Fuente: Vega, 2019



La evaluación de los síntomas de las enfermedades se realizó semanalmente un día antes de cada tratamiento. Se evaluaron 20 planta/parcela cada 7 días en los surcos centrales de la parcela, o sea. 4 surcos. Los muestreos se realizaron durante cuatro meses, comprendiendo los meses de abril hasta julio del 2019.

Se evaluaron las enfermedades fungosas foliares del cultivo de fresa y en cada parcela o unidad experimental, durante la cual se determinó el porcentaje de incidencia, severidad y se asignó un datalogger en la finca para determinar variables meteorológicas.

### **Se aplicó la siguiente escala a cada planta:**

**0**= planta sin síntomas de deficiencia.

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

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

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

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

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

### **Variables determinadas**

Con la información obtenida en los muestreos se determinó el Porcentaje de Distribución o Incidencia por la siguiente fórmula propuesta por Townsend y Heurberger (1943).

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

Así como la severidad del tejido afectado por la fórmula siguiente.

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

### **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

Con la información de los muestreos semanales se determinó el Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE), para cada patología, por medio de la fórmula propuesta por Campbell y Madden (1990).

$$ABCPE = \sum_{i=1}^{n-1} [(y_i + y_{i+1})/2 * (t_{i+1} - t_i)]$$

### **Análisis estadístico**

Los datos de porcentaje de incidencia y severidad se transformaron en  $2 \arcsen \sqrt{\%/100}$ , y los de ABCPE en  $\text{LOG}(ABCPE + 1)$ . Con estos se realizaron análisis de varianza en las variables obtenidas (Incidencia, Severidad y ABCPE). Se comprobó previamente de supuesto de normalidad, para el análisis de varianza y por la prueba de kolmogorov Smirnov. Se compararon las medias por la prueba de Tukey con una probabilidad de error de  $p \leq 0,05$ ). Para los análisis se empleó el paquete estadístico SPSS versión 21 para Windows.

## Capítulo 4.

### 9. Resultados y análisis

#### 9.1 Identificación de las enfermedades fúngicas foliares en el cultivo de la fresa bajo las condiciones de la finca el Aliso, vereda Alto Grande.

En los recorridos por la parcela y sus debidos tratamientos, las muestras recolectadas se lograron identificar tres enfermedades foliares como las más importantes de la fresa en las condiciones de la finca el Aliso: 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.

Tabla 13. 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 purpura y posteriormente de plateado con caída de tejido.	<i>Ramularia tulasnei</i> (Fuckel)
Antracnosis en hojas, flor 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	<i>Botrytis cinérea</i> (de Bary) Whetzel

Fuente: Vega, 2019

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

a



b



Figura 5. Síntomas de viruela a); conidio y conidióforo de *Ramularia tulasnei* b).

Fuente: Vega, 2019.

La antracnosis se presentó como lesiones necróticas café y hundidas en hojas, flores y frutos cuando la infección avanzaba se momificaban. En las cámaras húmedas y bajo condiciones de mucha húmedas en el campo se observaba una fructificación color salmón característica del género *Colletrotichum gloeosporioides* (Penz.).

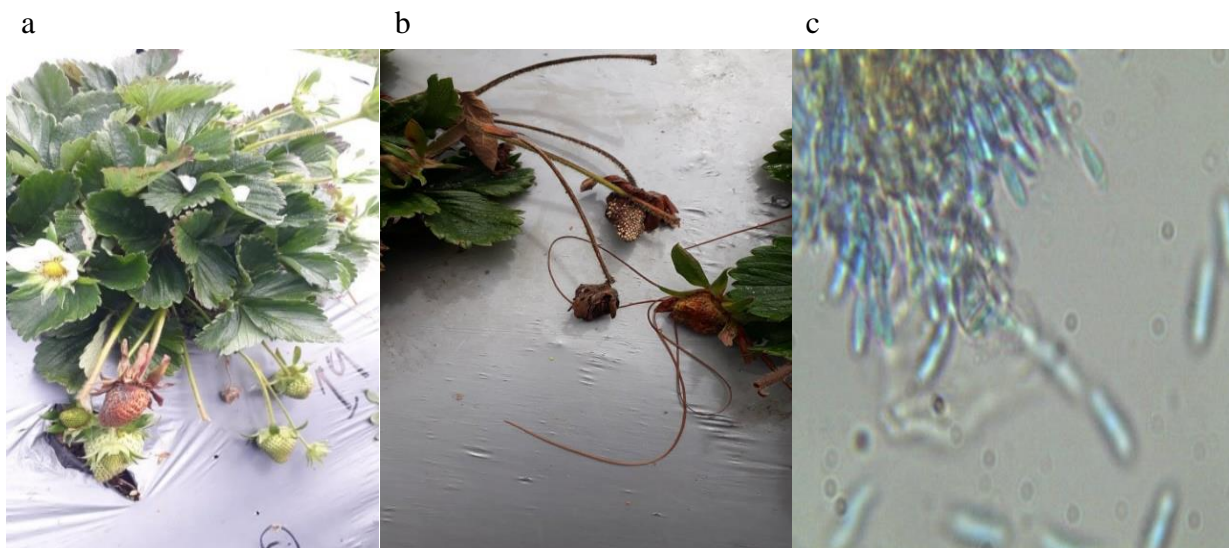


Figura 6. Síntomas de antracnosis en flor, fruto y hoja a,b); conidios y conidióforos de *Colletotrichum* sp c).

Fuente: Vega, 2019

El moho gris o pudrición blanda, se observó con abundante micelio café- grisáceo. La enfermedad se presentó generalmente en frutos maduros cuando no se realizaban las cosechas oportunas por el agricultor, el fruto es muy susceptible cuando hay mucha humedad en la etapa de maduración y por ende la enfermedad se propaga rápidamente generando un micelio gris en la totalidad de la fruta a cosechar.

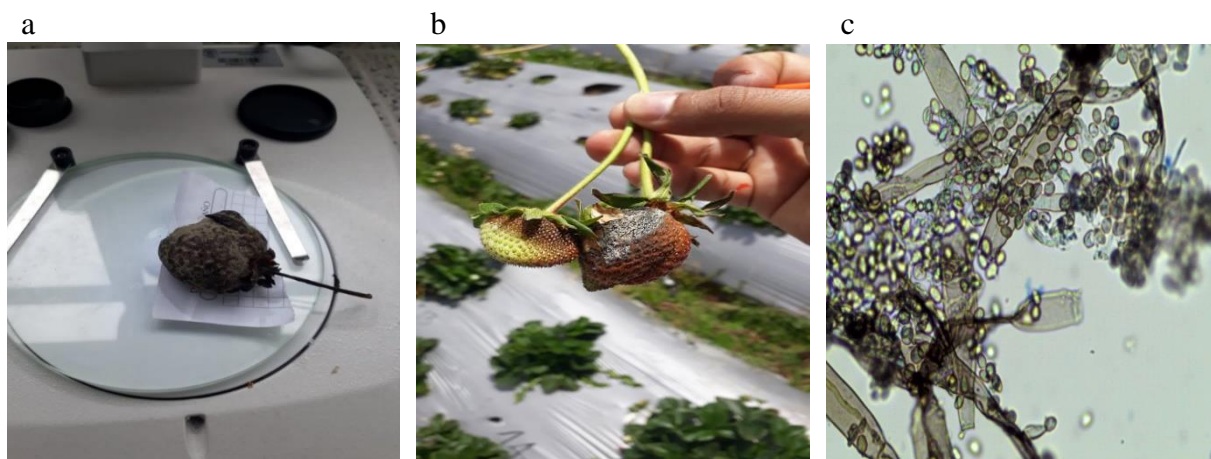


Figura 7. Síntomas de moho gris en frutos a,b); hifas y conidios del hongo *Botrytis cinérea* c). Fuente: Vega, 2019

Angulo (2009). Relaciona que estas son las enfermedades más importantes de la fresa para Colombia, la antracnosis, el moho gris, la peca y la mancha bacteriana.

## 9.2. Caracterización de los bio preparados producidos en la finca Sol vida a utilizar en la investigación.

Al analizar el resultado del ANOVA referente al conteo de colonias de cada microorganismo por bio preparado se mostró que si hubo diferencia estadística notables entre los bio preparados y entre los grupos de microorganismos dentro de cada bio preparado. Se destaca por el nivel de actinomicetos y bacterias totales para el bio preparado Caldo rizosfera y con el menor valor al producto M6 a pesar de no ser utilizado en la investigación se tuvo en cuenta y fue caracterizado para realizar comparaciones de efectividad de los MM para poder analizar y utilizar los adecuados en control de enfermedades (Tabla 14).

Tabla 14. Análisis estadístico de las poblaciones de los grupos de microorganismos de cada bio preparado.

Tratamientos	Unidades formadoras de colonias							
	Bacterias y actinomicetos		Fijadores de N		Solubilizadores de P		Hongos	
	Media 10 <sup>4</sup>	Log x+1	Media10 <sup>3</sup>	Log x+1	Media10 <sup>3</sup>	Log x+1	Media 10 <sup>2</sup>	Log x+1
<b>C. Rizosfera</b>	205	14,35a	239	15,48a	22,5	4,84b	41	5,87bc
<b>M4</b>	3,5	2,10bc	176	13,29ab	0	1c	255,5	16,01a
<b>M6</b>	6,0	1,88c	57	7,51c	17	4,18b	1,5	1,57c
<b>M30</b>	10,0	3,31b	92	9,44bc	47	6,92a	172	12,69ab
<b>C.V. (%)</b>		<b>0,89</b>		<b>12,99</b>		<b>10,99</b>		<b>30,04</b>
<b>Error T*</b>		<b>0,24</b>		<b>0,74</b>		<b>0,23</b>		<b>1,35</b>

Fuente: Vega, 2019

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

Para bacterias fijadoras de N, se destacó también el bio preparado Caldo rizosfera y de nuevo se presenta M6 como el más bajo de los bio preparados en estos microorganismos. En bacterias solubilizadoras de P se destacó como mejor producto el M30 teniendo en cuenta que es otro bio preparados, y el de menor valor al M4, sin embargo este grupo es más importante para el suelo y no como antagonistas, aunque dentro de las BSP pueden haber bacilaceas que

podrían tener efecto antagonista. En el medio rosa bengala M4 manifestó la mayor población de hongos en comparación con otro bio preparado, mientras que M6 mostró menores poblaciones.

Teniendo en consideración estos resultados y los obtenidos por Baldovino (2017) donde Caldo rizosfera fue el mejor bio preparados local contra enfermedades de la fresa, se determinó llevar al ensayo de campo a Caldo rizosfera y M4, que le siguió en bacterias totales y actinomicetos y fue junto a CR el de mayores poblaciones de bacterias fijadoras de N y el de mayores poblaciones de hongos.

### 9.3. Determinación de la eficacia de diferentes bio preparados producidos por ASPAGRO en el control de las enfermedades fúngicas foliares del cultivo de la fresa.

La incidencia de la mancha por *R. tulasnei* en las hojas de fresa con los seis tratamientos dieron como resultado que en la segunda semana hubo una incidencia que osciló entre 35 y 43%. En la tercera semana se realizó una poda fitosanitaria por lo que se observa una disminución de la incidencia de la enfermedad, a partir de la tercera semana hasta la semana ocho oscilando esta variable entre 3 y 23%. El tratamiento testigo siempre se mantuvo algo por debajo del tratamiento con Benomil a partir de la semana tres, lo que quiere decir que la acción de la poda fue muy fuerte sobre el potencial de inóculo y las variables de la enfermedad. hubo una alta incidencia de la enfermedad y además que los tratamientos con Benomil no mostraron alta eficacia contra *R. tulasnei* en esa etapa. Sin embargo, en las semanas nueve y diez se observa que el testigo sobrepasó a los otros tratamientos y mantuvo una oscilación superior al 32% (Figura 8).

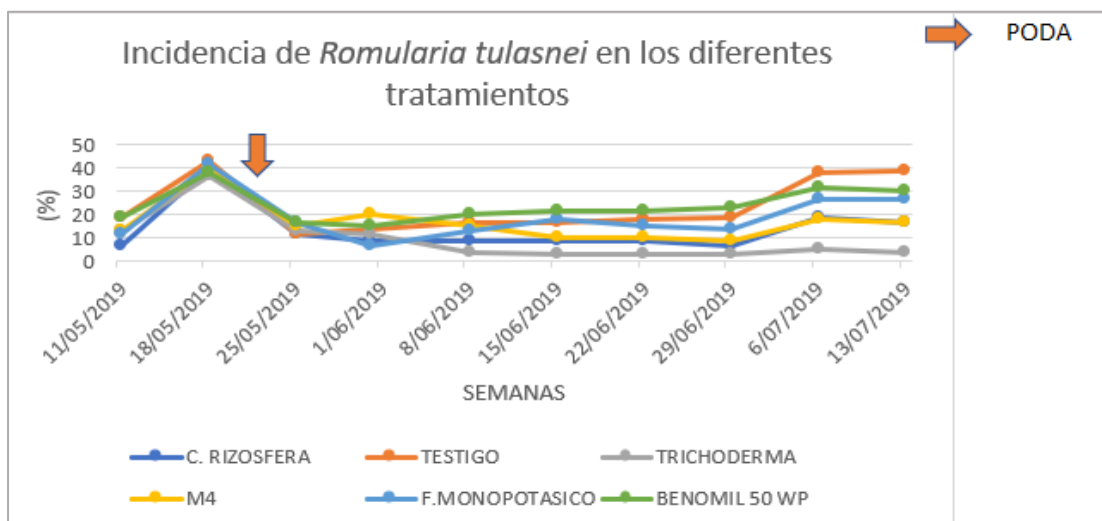


Figura 8. Dinámica de la incidencia de *Mycosphaerella fragariae* (Tul.) Lindau *Ramularia tulasnei* (Fuckel) en el follaje de la fresa en los diferentes tratamientos

La incidencia de la enfermedad en el testigo puede explicarse por el potencial de inóculo que se encuentra en los cultivos aledaños presentes, ya que no tienen ningún tipo de tratamiento y es propagada principalmente por las mismas labores culturales que se realizan en los lotes y de igual manera por altas humedades relativas las cuales favorecen tanto para el desarrollo de las enfermedades como de la producción se tienen en cuenta los fuertes vientos y lluvias que se presentaron en el transcurso de la investigación para el progreso de la enfermedad.

La severidad de la mancha por *R. tulasnei* en las hojas de fresa muestra que el tratamiento con *Trichoderma* sp fue inferior hasta la quinta semana y posteriormente se mantuvo con una severidad que no fue creciendo con el tiempo, teniendo en cuenta que en la tercera semana se realizó una poda fitosanitaria que se ve reflejada con una baja severidad que oscila entre el 2% y 4% en cuanto a la segunda semana, donde la enfermedad tuvo una severidad que osciló entre el 7,2% y 8,8%. En los demás tratamientos donde se aplicaron los bio preparados de ASPAGRO la severidad de la enfermedad estuvo oscilando entre 1,8% y 3,8% de conjunto con los tratamientos anteriores menos el tratamiento químico con Benomil que mostró valores relativamente superiores a partir de la semana cinco hasta la semana ocho, pero luego se ve una disminución de la enfermedad, alcanzando el testigo valores relativos superiores al resto de los tratamientos entre el 7,5% y 7,8% (Figura 9).



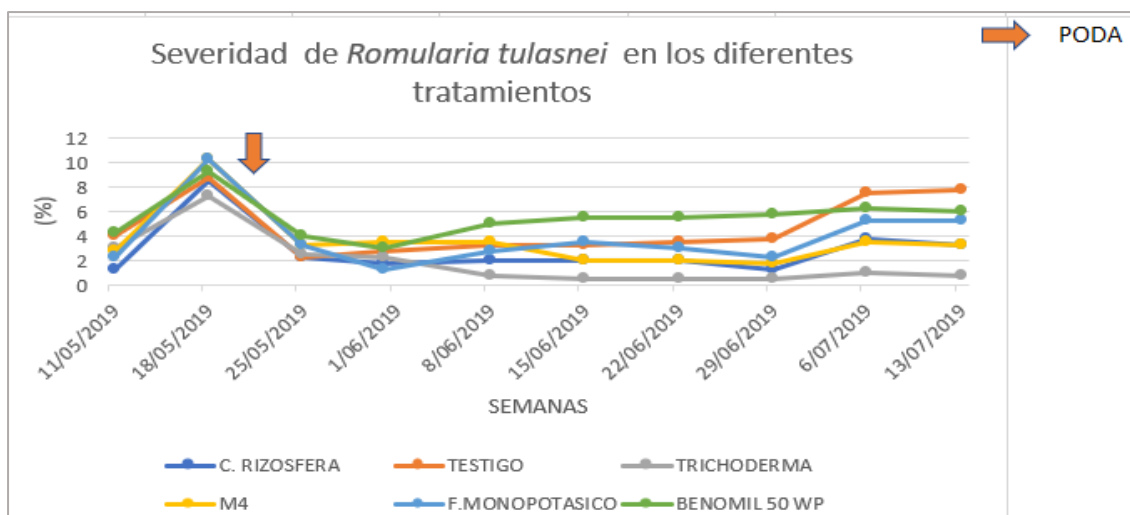


Figura 9. Severidad de *Ramularia tulasnei* (Tul.) Lindau. *Mycosphaerella fragaria* (Fuckel) en el follaje de la fresa en los diferentes tratamientos.

En general todos los tratamientos a partir de la semana tres fueron incrementando sus niveles de incidencia en el tiempo favorecidas por elevadas humedades relativas y vientos (excepto *Trichoderma* sp.) a pesar de no sobrepasar en ningún momento el 7 % de severidad. Con respecto a los tratamientos de los bio preparados de ASPAGRO, F. mono potásico, *Trichoderma* y el Testigo se observa que la curva de la dinámica de la enfermedad desde la semana cinco hasta la ocho estuvieron similar o ligeramente por debajo del tratamiento químico con Benomil, pero en la novena y décima semana el Testigo sobrepasa en valores relativos a todos los tratamientos. Estos resultados del Benomil con relación *R. tulasnei* constituyen una alerta para usar estrategias anti-resistencia con respecto al Benomil por las características de este producto de seleccionar razas resistentes a los patógenos en particular en especies de *Mycosphaerella*, fase perfecta de *Ramularia* (Ortuño et al., 2017).

Al analizar el resultado del ANOVA referente a la mancha por *R. tulasnei* en las hojas de fresa se pudo observar que no hubo diferencia estadística en el transcurso del tiempo en la semana cuatro y la semana siete en los muestreos de las variables incidencia y severidad. En la semana diez se manifestó diferencia estadística entre los tratamientos alcanzando mayor valor el Testigo, el resto de los tratamientos quedaron intermedios desde el punto de vista

estadístico ya que como se observa, los tratamientos con los químicos manifestaron incidencias y severidades superiores a *Trichoderma* sp, M4 y Caldo rizosfera (Tabla 15).

Tabla 15. Resultado del análisis estadístico de la incidencia (I) y severidad (S) *Ramularia tulasnei* Fuckel (*Mycosphaerella fragariae* (Tul.) en hojas de fresa en diferentes momentos de muestreos entre los diferentes tratamientos.

Tratamientos	MAYO- JULIO						ABCPE	
	I N4	SV4	I N7	SV7	I N10	SV10	INC.	SEVE.
<b>C. Rizosfera</b>	0,62a	0,32a	0,63a	0,34a	0,84ab	0,41ab	2,91a	2,23a
<b>Testigo</b>	0,77a	0,38a	0,86a	0,41a	1,36a	0,59a	3,13a	2,43a
<b>Trichoderma</b>	0,63a	0,34a	0,34a	0,24a	0,39b	0,25b	2,74a	2,04a
<b>sp.</b>								
<b>M4</b>	0,92a	0,40a	0,63a	0,33a	0,83ab	0,40ab	2,94a	2,30a
<b>F. Mono</b>	0,79a	0,29a	0,81a	0,38a	1,01ab	0,47ab	2,95a	2,29a
<b>potásico</b>								
<b>Benomil</b>	0,51a	0,39a	0,75a	0,44a	1,12ab	0,49ab	3,01a	2,35a
<b>C.V. (%)</b>	<b>39,59</b>	<b>92,38</b>	<b>59,91</b>	<b>43,68</b>	<b>46,06</b>	<b>32,01</b>	<b>10,33</b>	<b>13,08</b>
<b>Error típico*</b>	<b>0,14</b>	<b>0,05</b>	<b>0,2</b>	<b>0,07</b>	<b>0,21</b>	<b>0,01</b>	<b>0,15</b>	<b>0,14</b>

Fuente: Vega, 2019

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

Con relación al área bajo la curva del progreso de la incidencia de la peca a pesar de no haber diferencia estadística entre los tratamientos, cabe destacar que los tratamientos con menor ABPCE de incidencia relativa fueron *Trichoderma* sp y Caldo Rizosfera y el que mostró un valor relativo mayor fue el Testigo cuyos valores no se alejaron mucho del tratamiento químico con Benomil. Y para las ABCPE de las severidades el tratamiento que presentó el con valor relativo más bajo fue M4 y el más alto el tratamiento testigo.

La dinámica de la incidencia de *Colletotrichum gloeosporioides* en hojas de fresa muestra una alta incidencia en el primer muestreo, tanto el testigo como los otros tratamientos. A partir de la segunda semana, teniendo en cuenta que se hizo una poda fitosanitaria, la dinámica se mantuvo con el mismo margen de decrecimiento que oscila entre 2,5% y 7,5%, lo que quiere decir que los tratamientos fueron muy efectivos y favorables por bajas precipitaciones que se presentaron en la investigación de tal manera que favorecen el desarrollo de la enfermedad, a pesar de mantener el testigo valores de incidencia similares a

estos, ya al final del ensayo se observa que el testigo en la semana nueve y diez se separa con una pendiente más pronunciada que la del resto de los otros tratamientos, con 24% de incidencia (Figura 10).

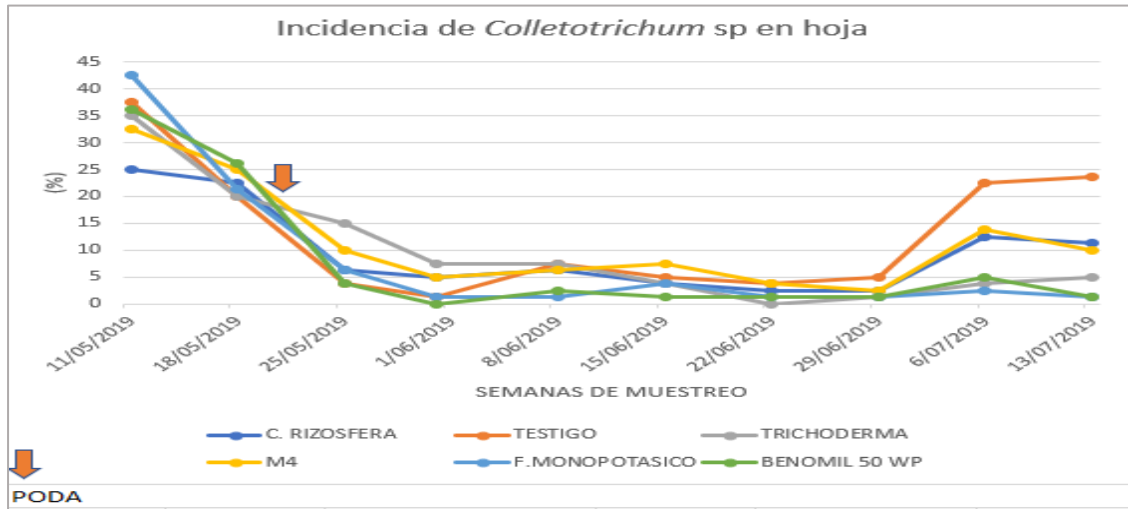


Figura 10. Dinámica de la incidencia de la antracnosis *Colletotrichum gloeosporioides* Penz en el follaje de la fresa en los diferentes tratamientos.

La dinámica de la severidad de antracnosis en hojas *Colletotrichum gloeosporioides* en hojas de fresa presenta que el tratamiento testigo mantiene un decrecimiento con los otros tratamientos desde la primera semana, teniendo en cuenta que se realizó una poda fitosanitaria de igual manera se tuvo en cuenta temperaturas optimas y humedades que no influyeron en el desarrollo de la enfermedad, el tratamiento con *Trichoderma* sp, en la tercera semana estuvo en un margen de 3% por encima del resto de los tratamientos. La dinámica de la enfermedad a partir de la cuarta semana hasta la séptima muestra un decrecimiento en todas las curvas, pero los tratamientos con los químicos oscilaron con porcentajes más bajos a comparación de los biopreparados y *Trichoderma* sp, Al final se observa como el testigo sobrepasa todos los tratamientos (Figura 11).

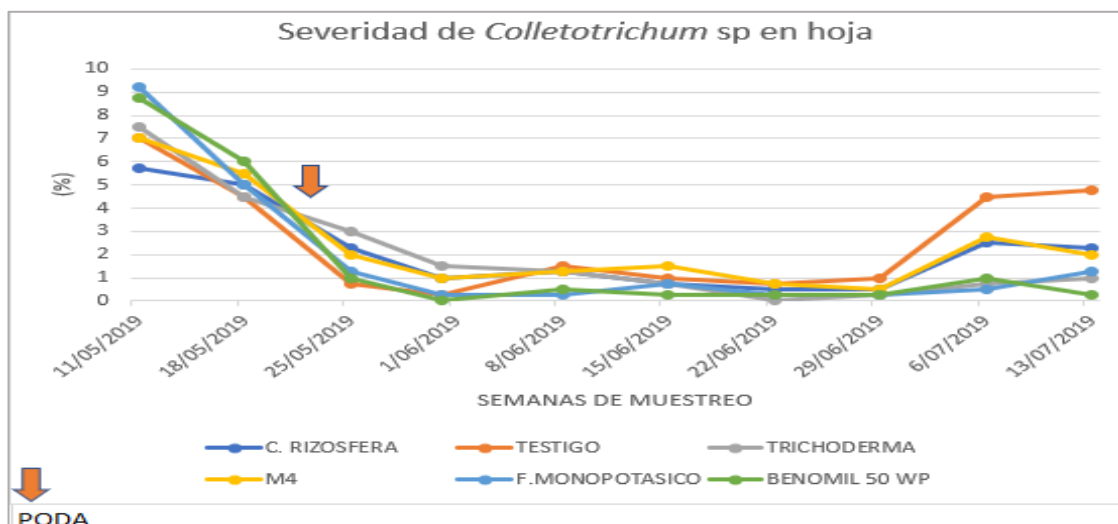


Figura 11. Dinámica de la severidad de la antracnosis *Colletotrichum gloeosporioides* Penz en hojas de fresa en los diferentes tratamientos.

Al analizar el resultado del ANOVA de la incidencia de la antracnosis en hojas en el muestreo de la semana cuatro muestra que, si hubo diferencia estadística en los tratamientos donde fue menor para el tratamiento con Benomil y mayor para *Trichoderma sp*, el resto de los tratamientos quedaron intermedios entre estos, similarmente la severidad que fue mayor para el *Trichoderma sp* y la menor para Benomil. En cuanto a los otros tratamientos quedaron intermedios entre estos. De igual manera se observa que la semana siete tampoco presentó diferencia entre los tratamientos, con el paso del tiempo en la semana diez si se presenta diferencia estadística entre los tratamientos teniendo el mayor valor el Testigo y menor *Trichoderma sp*, los otros tratamientos no presentaron variabilidad y en la severidad de igual manera se presenta el testigo de mayor variabilidad a los otros tratamientos (Tabla 16).

Tabla 16. Resultado del análisis estadístico de la incidencia (I) y severidad (S) de la antracnosis *Colletotrichum gloeosporioides* en hojas de fresa

Tratamientos	MAYO- JULIO				ABCPE			
	INC4	SEV4	INC7	SEV7	I NC10	SEV10	INC.	SEVE.
<b>C. Rizosfera</b>	0,43ab	0,27ab	0,34a	0,24a	0,69ab	0,35ab	2,68a	2,03a
<b>Testigo</b>	0,27ab	0,22ab	0,39a	0,25a	1,03a	0,48a	2,80a	2,10a
<b>Trichoderma sp.</b>	0,58a	0,31a	0,20a	0,20a	0,42b	0,27ab	2,69a	1,99a
<b>M4</b>	0,46ab	0,27ab	0,39a	0,25a	0,62ab	0,33ab	2,78a	2,10a

<b>F. Mono potásico</b>	0,27ab	0,22ab	0,27a	0,22a	0,27ab	0,27ab	2,59a	1,94a
<b>Benomil</b>	0,20b	0,20b	0,27a	0,22a	0,27ab	0,22b	2,61a	1,97a
<b>C.V. (%)</b>	<b>44,84</b>	<b>21,73</b>	<b>55,23</b>	<b>23,45</b>	<b>39,36</b>	<b>29,28</b>	<b>8,38</b>	<b>11,67</b>
<b>Error típico*</b>	<b>0,08</b>	<b>0,02</b>	<b>0,08</b>	<b>0,02</b>	<b>0,10</b>	<b>0,04</b>	<b>0,11</b>	<b>0,11</b>

Fuente: Elaboración propia

\* 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 incidencia y severidad de Antracnosis en hojas a pesar de no haber diferencia entre los tratamientos, cabe destacar que los tratamientos con menor incidencia relativa fueron los químicos. Y para las severidades el tratamiento más bajo se presentó en el Fosfito Mono potásico, pero el tratamiento M4 se mantuvo en margen con el testigo con mayor severidad en comparación con los otros (Tabla 16).

La incidencia de Antracnosis en fruto en la primera semana fue muy alta por la presencia de humedades altas con un margen de oscilación entre el 24% y 38% de incidencia, pero en el transcurso de la investigación las temperaturas y las humedades no influyeron en el desarrollo de la enfermedad observando un decrecimiento de los tratamientos, en la segunda semana se presenta el tratamiento de Caldo rizosfera con un valor menor del 21%. Se realizaron labores de poda y cosecha de fruto en diferentes semanas que influyeron en la incidencia de la enfermedad por ejemplo entre la semana dos, cuatro, cinco y nueve donde hubo una disminución de la incidencia en todos los tratamientos, sin embargo, en la semana cuatro, cinco, siete, ocho, nueve y diez se observa como el testigo sobrepasa todos los tratamientos. Pero a partir de la semana tres el tratamiento con Benomil hasta la semana diez, muestra las incidencias más bajas en relación con el resto de los tratamientos (Figura 12).

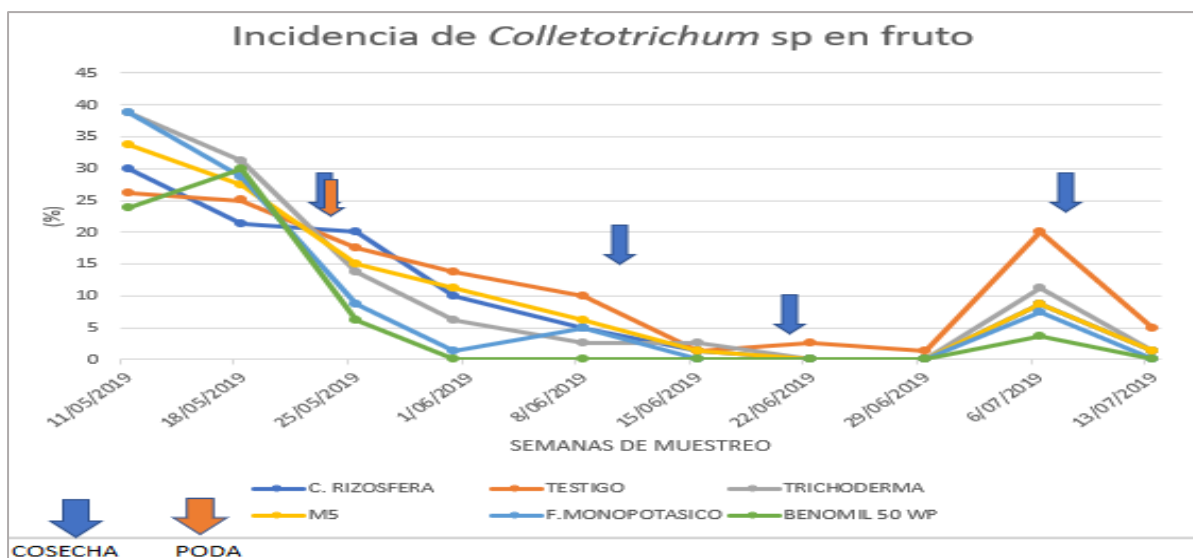


Figura 12. Dinámica de la incidencia de la antracnosis *Colletotrichum gloeosporioides* Penz en frutos de fresa en los diferentes tratamientos.

Las poda, las cosechas y los factores ambientales son prácticas culturales muy importantes en el sistema productivo del cultivo de fresa, manteniendo, aumentando y disminuyendo la productividad y calidad de la fruta, estas labores son de mucha importancia realizarse a tiempo ya que son atacadas por enfermedades tanto en cosecha como en postcosecha, si se realizan a tiempo se mantiene el cultivo con bajos niveles de hongos que perjudican la calidad de la fruta, además, agiliza las demás labores culturales.

Al analizar el ANOVA de la incidencia de la antracnosis en los frutos para los diferentes tratamientos se observó que la semana cuatro y siete no hubo diferencia estadística entre los tratamientos, solo hasta la semana nueve se presentó diferencia entre los tratamientos siendo el Testigo el de mayor incidencia y el *Trichoderma* sp con el de menor valor. El resto de los tratamientos quedaron intermedios al no diferir de ninguno de estos. Con relación a la variable ABCPE de la incidencia se observó una situación similar al presentar el tratamiento con Benomil el menor valor con diferencia con el testigo, sin embargo, el resto de los tratamientos no difieren de ninguno de estos dos (Tabla 17).

Tabla 17. Resultado del análisis estadístico de la incidencia (I) de la antracnosis *Colletotrichum gloeosporioides* en fruto de fresa

Tratamientos	MAYO- JULIO			ABCPE	Fuente: Veg a, 201 9 * Let ras desi gua les en
	INC4	INC7	INC9	INC.	
<b>C. Rizosfera</b>	0,65a	0,20a	0,62ab	2,74ab	
<b>Testigo</b>	0,76a	0,34a	0,94a	2,85a	
<b>Trichoderma sp</b>	0,46a	0,20a	0,69b	2,76ab	
<b>M4</b>	0,64a	0,20a	0,62ab	2,77ab	
<b>F. Mono potásico</b>	0,27a	0,20a	0,54ab	2,68ab	
<b>Benomil</b>	0,20a	0,20a	0,42ab	2,55b	
<b>C.V. (%)</b>	<b>51,32</b>	<b>31,48</b>	<b>27,78</b>	<b>4,33</b>	
<b>Error típico*</b>	<b>0,12</b>	<b>0,03</b>	<b>0,08</b>	<b>0,05</b>	

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

Se verifica la eficacia de Benomil para el control de la antracnosis en fresa lo que coincide con el Fosfite monopotásico y aunque los biopreparados de ASPAGRO en el noveno muestreo semanal, presentaron valores de incidencia de antracnosis en fruto con valores relativos menores que el testigo y similares a los de *Trichoderma sp*, ninguno de los productos biológicos presentó diferencia con el testigo, lo que ocurrió también con el ABCPE.

La dinámica de la incidencia de la antracnosis en flores fue muy variable entre todos los tratamientos al no presentar altas incidencias, ya que no se presentaron altas precipitaciones que favorecen el desarrollo de la enfermedad en flor, solo mostró que en el tratamiento con Benomil fue creciendo durante las primeras cinco semanas por encima de todos los tratamientos, llegando a su incidencia más baja en las últimas semanas, mientras que los otros tratamientos oscilaron una curva de dinámica con valores menores que el Benomil (Figura 13).

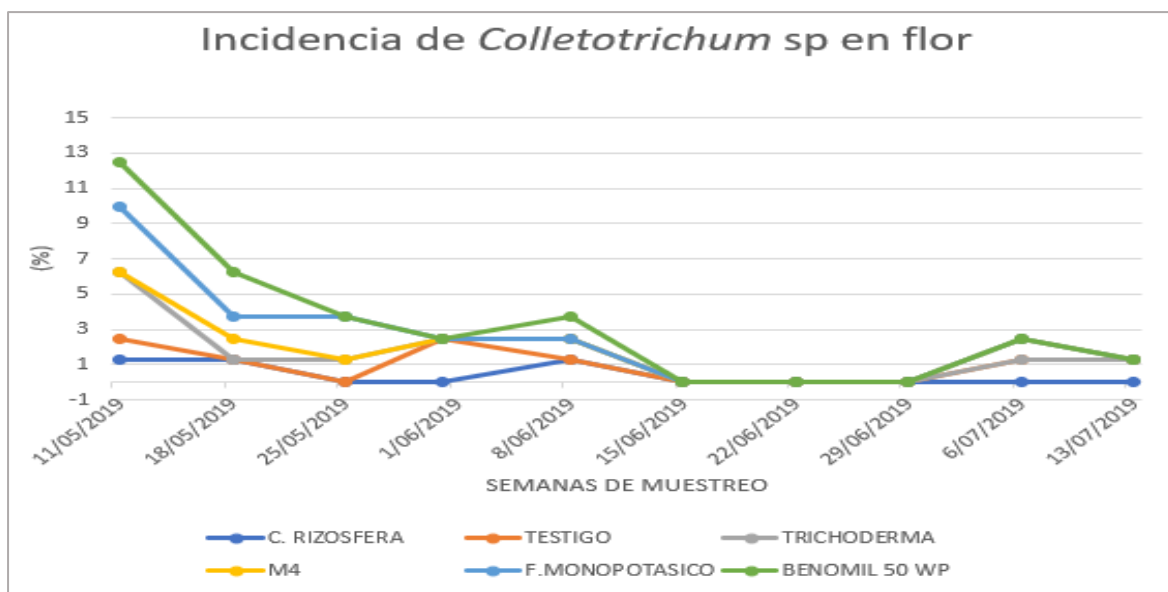


Figura 13. Dinámica de la incidencia de la antracnosis *Colletotrichum gloeosporioides* Penz en flores de fresa en los diferentes tratamientos.

Al analizar por medio del ANOVA la incidencia de antracnosis en flor en los diferentes tratamientos utilizados se observó que no se presentó diferencia estadística en ningún tratamiento (Tabla 18).

Tabla 18. Resultado del análisis estadístico de la incidencia (I) de la antracnosis *Colletotrichum gloeosporioides* en flor de fresa

Tratamientos	MAYO- JULIO				ABCPE	Fuente: Vega, , 2019 * Letra as desi gual es en las
	INC4	INC7	INC10	INC.		
<b>C. Rizosfera</b>	0,20a	0,20a	0,20a	0,48a		
<b>Testigo</b>	0,34a	0,20a	0,27a	1,19a		
<b>Trichoderma sp</b>	0,20a	0,20a	0,20a	1,16a		
<b>M4</b>	0,20a	0,20a	0,20a	0,77a		
<b>F. Mono potásico</b>	0,20a	0,20a	0,20a	1,24a		
<b>Benomil</b>	0,20a	0,20a	0,20a	1,24a		
<b>C.V. (%)</b>	<b>31,48</b>	<b>0</b>	<b>29,79</b>	<b>85,96</b>		
<b>Error típico*</b>	<b>0,03</b>	<b>0</b>	<b>0,03</b>	<b>0,43</b>		

columnas difieren para  $P \leq 0,05$  por la prueba de Tukey

El área bajo la curva del progreso de la incidencia de la enfermedad en los diferentes tratamientos utilizados se observó que no se presentó diferencia estadística en ningún



tratamiento esto pone de manifiesto que los tratamientos con los químicos fueron los de mayor valor (Tabla 18).

La dinámica de la incidencia de *Botrytis cinérea* en fruto desde la primera semana Caldo rizosfera mantuvo los valores más bajos en el transcurso de toda la investigación. Finalizando la segunda semana se realizaron labores de poda fitosanitaria y cosecha ya que son labores que se deben realizar en el cultivo para que no haya presencia de *Botrytis cinérea*. La incidencia de la enfermedad se mostró con una dinámica de crecimiento y disminución en todos los tratamientos por labores de cosecha, teniendo en cuenta las bajas precipitaciones y humedades optimas que se presentaron en la investigación que no favorecieron el desarrollo de la enfermedad, incluso se observa que en la semana seis, siete y ocho no se presentó incidencia de la enfermedad debido a las labores de cosecha oportunas (Figura 14).

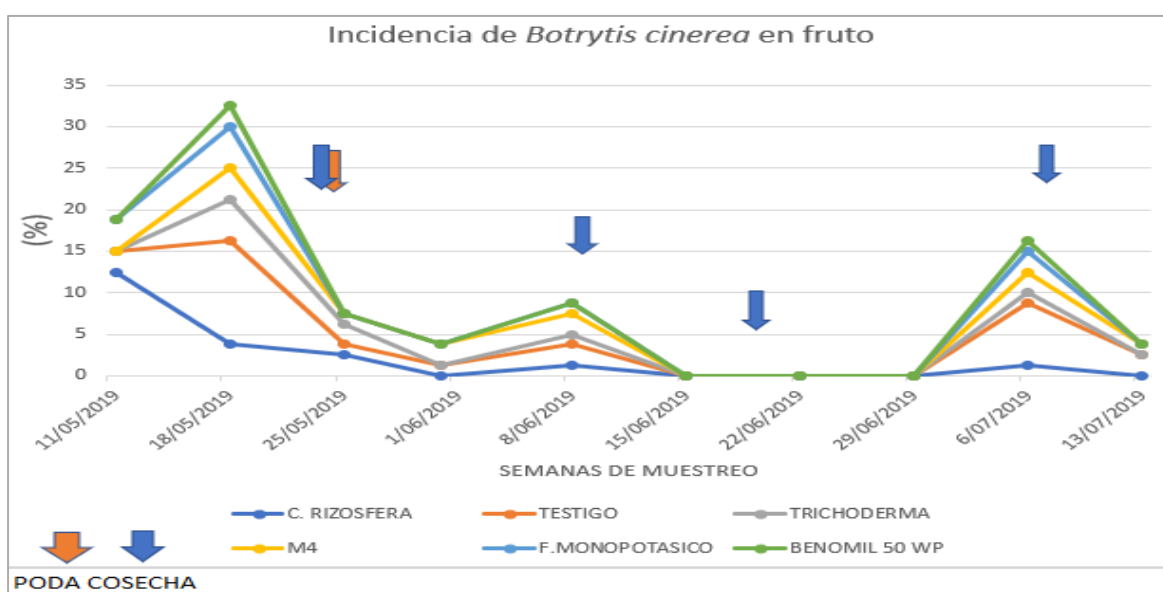


Figura 14. Dinámica de la incidencia de *Botrytis cinerea* en fruto de fresa en los diferentes tratamientos.

La incidencia de *Botrytis cinérea* en el cultivo de fresa se ve reflejada por labores muy importante como la cosecha, si se manejan los ciclos de cosecha adecuados la enfermedad en su incidencia será muy baja. De los numerosos patógenos que causan enfermedades en la fruta, el hongo de moho gris (*Botrytis cinérea*) es el de mayor extensión e importancia en el

cultivo ya que genera pérdidas significativas antes y después de la cosecha debido a que se desarrolla tanto en el campo como en el almacenaje y en transporte. Es uno de los patógenos más difíciles de controlar cuando las condiciones ambientales favorecen su crecimiento y desarrollo (Bolda y Koike, 2016).

Al analizar el ANOVA se observa que no hubo diferencia estadística entre los tratamientos evaluados, aunque el M4 presentó una incidencia con valores relativos más altos en la semana cuatro y el Testigo en la semana diez, esto podría explicarse por las prácticas culturales como recolección de los frutos afectados por esta enfermedad (Tabla 19).

Tabla 19. Resultado del análisis estadístico de la incidencia de *Botrytis cinerea* en fruto de fresa

Tratamientos	MAYO- JULIO			ABCPE
	INC4	INC7	INC10	INC.
<b>C. Rizosfera</b>	0,20a	0,20a	0,20a	1,50a
<b>Testigo</b>	0,27a	0,20a	0,34a	2,25a
<b>Trichoderma sp</b>	0,20a	0,20a	0,20a	0,61a
<b>M4</b>	0,31a	0,20a	0,27a	1,45a
<b>F. Mono potásico</b>	0,20a	0,20a	0,20a	1,84a
<b>Benomil</b>	0,20a	0,20a	0,20a	0,85a
<b>C.V. (%)</b>	<b>49,12</b>	<b>0</b>	<b>37,75</b>	<b>62,66</b>
<b>Error típico*</b>	<b>0,05</b>	<b>0</b>	<b>0,04</b>	<b>0,44</b>

Fuente: Vega, 2019

\* 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 incidencia no se presentó diferencia estadística en ningún tratamiento. Esto pone de manifiesto que no se observó diferencia estadística entre los tratamientos en cuanto a la incidencia de *Botrytis cinérea*, los niveles de la enfermedad permanecieron bajos. (Tabla 19).

Entre los patógenos de la fresa donde se han destacado la acción de los antagonistas está *Botrytis cinérea*, 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. Los presentes resultados avalan la necesidad de continuar los estudios de estos biopreparados de ASPAGRO sobre esta enfermedad.

## **10. Conclusiones**

1. Las enfermedades foliares más importantes de la fresa en la finca el Aliso de la Vereda Alto Grande de Pamplona fueron *Ramularia tulasnei*; *Colletotrichum* sp; *Botrytis cinérea*.
2. Los cuatro biopreparados caracterizados de ASPAGRO manifestaron poblaciones de microorganismos, siendo mayores las concentraciones de los actinomicetos y las bacterias totales para Caldo Rizosfera, las bacterias fijadoras de N para M4, las bacterias solubilizadoras de P para M30 y los hongos para M4, por lo que este último y Caldo Rizosfera se seleccionaron para incluirlos en el ensayo de campo.
3. La dinámica de las enfermedades fúngicas del follaje, flores y frutos de la fresa en la parcela del ensayo, estuvieron muy influenciadas por una labor de podas y la recolección de los frutos realizadas por los agricultores.
4. Los tratamientos tuvieron influencia al final del ensayo sobre la incidencia y severidad de la mancha por *Ramularia*, manifestando *Trichoderma* el mejor nivel de control, aunque los biopreparados de Aspagro y los químicos no tuvieron diferencia estadística con este bioproducto.
5. Los tratamientos químicos y biológicos tuvieron influencia al final del ensayo sobre la incidencia y severidad de la antracnosis en las hojas resultando *Trichoderma* la mejor variante para la incidencia de la enfermedad y Benomil para la severidad, los biopreparados de Aspagro quedaron intermedios entre estos y el testigo.
6. Los tratamientos químicos y biológicos no tuvieron influencia significativa sobre la antracnosis en flor y la pudrición por *Botrytis* en fruto, manteniéndose en general los niveles de las enfermedades bajos después del saneamiento realizado.

## 11. Recomendaciones

1. Informar a los asociados de ASPAGRO sobre los resultados de la incidencia y severidad de las tres enfermedades foliares más importantes en la finca el Aliso del sector de la Vereda Alto Grande del municipio de Pamplona, Norte de Santander.
2. Validar en áreas más extensas de fresa los biopreparados M4 y Caldo rizosfera como alternativas de control agroecológicas ya que tuvieron en general resultados similares a los tiramientos químicos con Benomil y fosfito mono potásico en las enfermedades de *Ramularia tulasnei*; *Botrytis cinérea* y *Colletotrichum* sp.
3. Analizar la posibilidad de mejorar la calidad de los productos ASPAGRO especialmente para M4 ya que sus caracterizaciones no fueron muy claras y deja en duda seguir usándose, por ende, se deben realizar caracterizaciones microbiológicas más específicas
4. Presentar o divulgar los presentes resultados para el conocimiento general de los agricultores no solo del sector Norte Santandereano si no, de todos los sectores productores de fresa en Colombia, técnicos, estudiantes y profesionales, realizando conferencias científicas entre otros.
5. Alertar a los agricultores con relación a aplicar estrategias antifungoresistencias en el uso del Benomil por no presentar los resultados de eficacia espectaculares acostumbrados sobre todo contra la mancha por *Ramularia*

## 12. Referencias bibliográficas

- Angulo, R. (2009). Bayer CropScience, fresa *Fragaria ananassa*, Bogotá, 2009, mil ejemplares obtenido de [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)
- Agrocadena de Fresa, (2007). Ministerio de Agricultura y Ganadería. Costa Rica. 37p. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00070.pdf>
- Agropedia, (2019). Obtenido de <https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-de-la-fresa-o-frutilla/#Coberturas>.
- Baldovino, A. (2017). Enfermedades foliares más importantes de la fresa en Pamplona, algunas alternativas de control. Facultad Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona.
- Bolda, M. Koike, S. (2016). El Moho Gris, o Pudrición de Fresa, obtenido de <https://ucanr.edu/blogs/fresamora/blogfiles/37849.pdf>.
- Bolívar, J. Pinzón, H. Cely, G. (2016). Efecto de sustratos orgánicos en plantas de fresa (*Fragaria* sp.) cv 'Albion' bajo condiciones de campo.
- Born, H. Guereña, M. (2007). Fresas: Producción Orgánica, cartilla ATTR A Tree Fruits: Organic Production Overview obtenido de [http://www.chilealimentos.com/medios/Servicios/noticiero/EstudioMercadoCoyuntura2010/Organicos/fresas\\_produccion\\_organica\\_argentina.pdf](http://www.chilealimentos.com/medios/Servicios/noticiero/EstudioMercadoCoyuntura2010/Organicos/fresas_produccion_organica_argentina.pdf)
- Campbell, C.L. Madden, L.V. (1990) Introduction to Plant Disease Epidemiology. John Wiley & Sons, New York
- Cano, M. Hoyos, C. (2011). Interacción de microorganismos benéficos en plantas: Micorrizas, *Trichoderma* spp. y *Pseudomonas* spp. *UDCA Act. & Div. Cient*, 14(2) 15-31. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v14n2/v14n2a03.pdf>
- Carmona, R. (2009). Fresa. *Fragaria x ananassa*, Bayer CropScience S. A. obtenido de [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).

- Cubillos, E. (2015). Programa de apoyo agrícola y agroindustrial vicepresidencia de fortalecimiento empresarial cámara de comercio de Bogotá, obtenido de Cámara de Comercio de Bogotá, proyecto realizado por: Núcleo Ambiental S.A.S.
- Damaceno, M. (2007). Caracterización y procesado de kiwi y fresa cultivados por diferentes sistemas, tesis doctoral; facultad de ciencias. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=107865>
- Eurosemillas, (2005). *Eurosemillas*. Obtenido de Eurosemillas: [http://www.diariocordoba.com/noticias/cordobalocal/eurosemillas-presenta-5-variedades-fresa-huelva\\_388854.html](http://www.diariocordoba.com/noticias/cordobalocal/eurosemillas-presenta-5-variedades-fresa-huelva_388854.html)
- FAO, (2018). ¿Qué es la agricultura orgánica? Organización de las Naciones Unidas, obtenido de <http://www.fao.org/organicag/oa-faq/oa-faq1/es/>
- Gaspar, F. M. Barrios, D. O. Rodríguez, O. H. Téllez, J. M. y De la O Quezada, D. (2011). El exceso de nitratos: Un problema actual en la agricultura. *Aventuras del pensamiento*, 11-16. Obtenido de [https://www.academia.edu/18050712/El\\_exceso\\_de\\_nitratos\\_un\\_problema\\_actual\\_en\\_la\\_agricultura](https://www.academia.edu/18050712/El_exceso_de_nitratos_un_problema_actual_en_la_agricultura).
- Gaitán, M. 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. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v8n1/v8n1a05.pdf>
- Gualdron, C. Guerrero, 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, Volumen 17-Nº2; Págs. 142-156, obtenido de [http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs\\_viceinves/index.php/FACE/article/view/2658](http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/FACE/article/view/2658)
- Kessel, D. A. (2012). Mejora genética de la fresa (*fragaria x ananassa* Duch.), a través de métodos biotecnológicos, vol. 33, núm. 3, pp. 34-41. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas La Habana, Cuba.

- Lema, M. L. Chiqui, F. A. (2010). Evaluación del rendimiento en el cultivo de fresa (*Fragaria* sp) variedad oso grande, bajo invernadero mediante dos tipos de fertilización (orgánica y química) en la parroquia Octavio Cordero Palacios, Cantón Cuenca, tesis de pregrado, obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4745/1/UPS-CT001855.pdf>
- MADR, (2006). Desarrollo de la Fruticultura en el Norte de Santander. Obtenido de [http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca\\_100\\_BOYACA.pdf](http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_100_BOYACA.pdf)
- Martínez, D. González, P. Leoni, C. Paullier, J. Arboleña, J. (2007). Normas de Producción Integrada de Frutilla, programa de producción integrada normas de frutilla.
- MinAgricultura, (2012). *Anuario estadístico de frutas y hortalizas 2007-2011 y sus calendarios de siembras y cosechas resultados evaluaciones agropecuarias municipales 2011* (Vol. 1). Bogotá D.C: Dirección de política sectorial- Grupo sistemas de información. Obtenido de [https://www.google.com/search?q=MinAgricultura.+\(2012\).+Anuario+estad%C3%A9stico+de+frutas+y+hortalizas+2007](https://www.google.com/search?q=MinAgricultura.+(2012).+Anuario+estad%C3%A9stico+de+frutas+y+hortalizas+2007).
- MinAmbiente y Asohofrocol, (2009). *Guía Ambiental Hortícola de Colombia*. Bogotá D.C. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/>
- Niño, E. C. 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. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/320985435\\_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](https://www.researchgate.net/publication/320985435_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)
- Ocampo, C. (2015). Cultivo de fresa con criterios agroecológicos, aplicando conocimientos ancestrales, Colciencias obtenido de <http://www.acienciacierta.gov.co/index.php/experiencias-ganadoras-2015/335->



cultivo-de-fresa-con-criterios-agroecologicos-aplicando-conocimientos-ancestrales-296.

Ocio, (2015). Exceso de fertilizante y productos químicos, causa de contaminación ambiental, obtenido de <http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/fresa.htm>.

Ochoa, M. (2006). La fresa, situación actual y perspectivas en el corto plazo, obtenido de <http://www.cambiodemichoacan.com.mx/nota-47976>

Ortiz, R. Villadiego, J. y 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. Obtenido de <http://www.didacticaambiental.com/revista/numero10/7%20valoracion%20de%20los%20impactos.pdf>.

Ortuño, D. Pérez, A. Torés, A. (2017). Instituto de Hortofruticultura Subtropical y Mediterránea "La Mayora". Universidad de Málaga-Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IHSM-UMA-CSIC). Estación Experimental "La Mayora". Algarrobo-Costa (Málaga). 2IHSM-UMA-CSIC. Dept. de Microbiología. Facultad de Ciencias. Málaga, Depósito Legal: V-2869-1981 / ISSN 0211-2728.

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 Máster en gestión de la producción de flores y frutas andinas para exportación. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. Obtenido de [http://www.advancesincleanerproduction.net/7th/files/sessoes/5B/2/castellanos\\_1\\_et\\_a\\_l\\_academic.pdf](http://www.advancesincleanerproduction.net/7th/files/sessoes/5B/2/castellanos_1_et_a_l_academic.pdf)

Reyes, C. (2015). Marchitez por *verticillium* - *Verticillium dahliae*, obtenido de <https://panorama-agro.com/?p=1760>

Torres, D. Capote, T. (2004). Agroquímicos un problema ambiental global: uso del analisis quimico como herramienta para el monitoreo ambiental. *Ecosistemmas Revista*

*científica y técnica de ecología y medio ambiente*, 13(3), 2-6. Obtenido de <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/201>.

Townsend, G.R. and Heuberger, J.W. (1943) Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. *The Plant Disease Reporter*, 27, 340-343.

Trelles, S. Diaz, A. (2017). Manual de buenas prácticas agrícolas y de producción para el cultivo de la fresa (2017). Ministerio de Agricultura y Ganadería, Servicio Fitosanitario del Estado, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. – San José, C.R.: MAG: SFE. Obtenido de <http://repositorio.iica.int/bitstream/11324/2932/1/BVE17058869e.pdf>.

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, R. (2008). Diagnostico de enfermedades fungosas de dos cultivos agrícolas de importancia económica: fresa y gladiola. *Instituto Politécnico Nacional*. Obtenido de <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/14640/DIAGNOSTICO%20FITOSANITARIO%20DE%20LA%20FRESA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

### 13. Anexos



*Anexo 1. Toma de muestras para cámara húmeda*



*Anexo 2. Manejo de arvenses y marcación de tratamientos*



*Anexo 3. Aplicaciones de productos*





*Anexo 4. Observaciones de enfermedades al estereoscopio y microscopio*



*Anexo 5. Monitoreos de enfermedades*



*Anexo 6. Productos utilizados en tratamientos*



*Anexo 7 Pesaje y preparación de productos*



*Anexo 8. Preparación y disolución de biopreparados para su caracterización*



*Anexo 9. Muestras y disoluciones de los biopreparados*

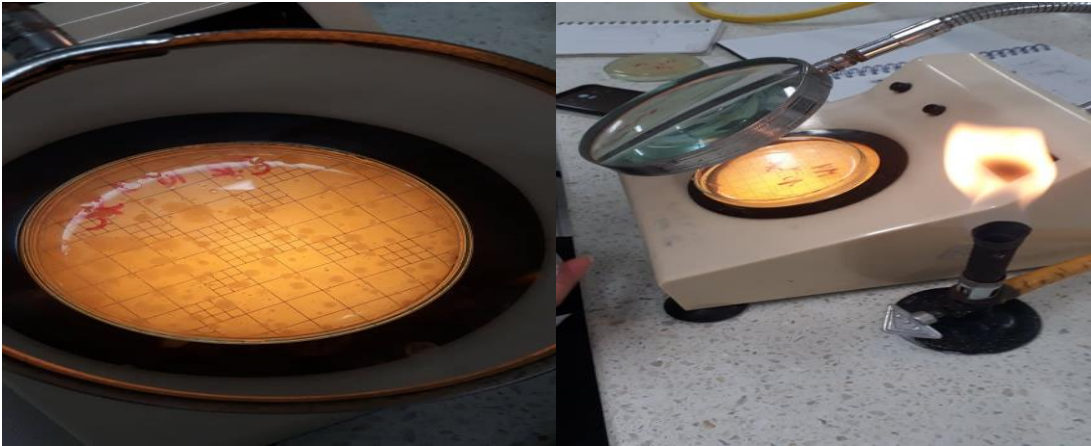




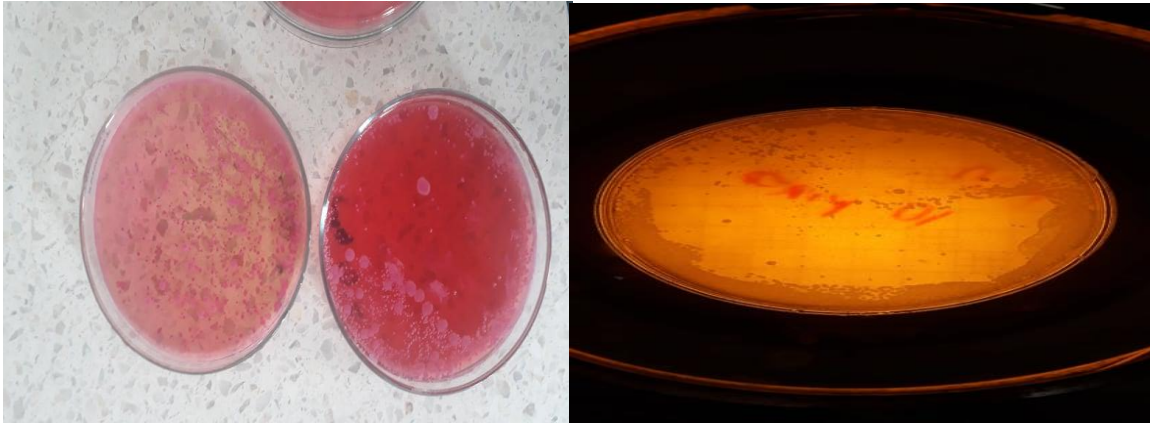
*Anexo 10. Siembra de muestras para caracterización de los biopreparados*



*Anexo 11. Observaciones de colonias en diferentes medios de cultivos*



*Anexo 12. Observaciones de placas*



Anexo 13. Crecimiento de colonias de M4 en medio rosa bengala y M30 en medio Pykoskaia

Modelo de campo para cuantificar enfermedades:

FINCA: EL ALISO		HEINER VEGA CHADID		TRATAMIENTO: DDT 200 SL			FECHA:		
CULTIVO: FRESA		VARIEDAD: VENTANA							LOTE: 1
PLANTAS	Mycosphaerella	Botrytis	Antracnosis hoja	Antracnosis flor	Antracnosis fruto	Phytophthora	Fusarium	Verticillium	
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
Enfermas									
Sanas									
Grado 1									
Grado 2									
Grado 3									
Grado 4									
Grado 5									
Distr (%)									
Sever (%)									

Anexo 14. Modelo de campo para cuantificar enfermedades