

**EVALUACIÓN DE LAS ENFERMEDADES RADICULARES MÁS IMPORTANTES EN
EL CULTIVO DE FRESA Y DE ALGUNOS PRODUCTOS AGROBIOLÓGICOS
COMO ALTERNATIVAS PARA SU CONTROL EN EL MUNICIPIO DE PAMPLONA,
NORTE DE SANTANDER.**

Otto Sergio Carrillo Albarracín Cód. 1094267640

Marzo del 2018

**Universidad de Pamplona
Facultad de Ciencias Agrarias
Programa de Ingeniería Agronómica
Pamplona.
2018**

**EVALUACIÓN DE LAS ENFERMEDADES RADICULARES MÁS IMPORTANTES EN
EL CULTIVO DE FRESA Y DE ALGUNOS PRODUCTOS AGROBIOLÓGICOS COMO
ALTERNATIVAS PARA SU CONTROL EN EL MUNICIPIO DE PAMPLONA, NORTE
DE SANTANDER.**

Otto Sergio Carrillo Albarracín Cód. 1094267640

Director

Leónides Castellanos González

**Ingeniero Agrónomo
MSc. Ciencias Agrícolas
Ph D. Ciencias Agrícolas**

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

2018

DEDICATORIA

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

***Mi madre:** Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.*

***Mi padre:** Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.*

***A mis familiares:** en especial a mis hermanas Aura, Pilar y Naldy, de las cuales aprendí a salir adelante superando las circunstancias que se nos presentan en el transcurrir de nuestros días; mis abuelos, sobrina Danna, mi novia Jenny Roperó por ser un apoyo incondicional en esta etapa y a todos aquellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis. ¡Gracias a ustedes!*

Agradecimientos:

Mis más sinceros agradecimientos a mi tutor y amigo Dr Leónides Castellanos González por sus conocimientos y experiencias compartidas, por su disponibilidad en todo momento que lo necesité hasta culminar mi tesis.

A la Universidad de Pamplona en especial facultad de Ciencias Agrarias por haberme formado científica y técnicamente para poder desarrollar mi tesis y todos los docentes que cuentan con Ética profesional.

Al señor Lincon Monroy dueño de la finca donde desarrollé el experimento, siempre se mostró interesado y dispuesto a colaborar muchas gracias por su atención prestada.

A todos aquellos compañeros y amigos que compartieron sus conocimientos y experiencias durante los procesos de formación muchas gracias por su atención prestada mil gracias.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
2. JUSTIFICACIÓN	8
3. OBJETIVOS	10
4.1. Objetivo general:	10
4.2. Objetivos específicos:	10
5. MARCO REFERENCIAL.....	11
5.1. Antecedentes	11
5.2. Marco Contextual.....	14
5.3. Marco Teórico	16
5.3.1. Organización general de las plantas.....	16
5.3.2. Desarrollo de la fresa	16
5.3.3. Morfología de la fresa.....	17
5.3.4. Variedades de fresa.....	19
5.3.5. Plagas presentes en el cultivo de fresa.....	20
5.3.6. Enfermedades y fisiopatías	22
5.3.7. Hongos presentes en el suelo en los cultivos de fresas.....	24
5.3.8. Buenas Prácticas Agrícolas.....	28
5.3.9. Alternativas biológicas u orgánicas para el control de enfermedades de la fresa... 31	

5.3.10.	Manejo integrado de plagas.....	31
5.3.11.	Microorganismos eficientes	34
5.3.12.	Microorganismos de montaña	35
5.3.13.	Hongos antagonistas.....	36
5.3.14.	Bacillus subtilis	37
5.3.15.	Trichoderma harzianum	38
5.3.16.	Biofertilizantes artesanales.....	39
5.4.	Marco legal.....	40
6.	METODOLOGÍA.....	43
6.1.	Identificación de las principales enfermedades radiculares en el cultivo de fresa bajo las condiciones climáticas del municipio de Pamplona	44
6.2.	Determinación de la incidencia de las principales enfermedades radiculares del cultivo de la fresa en el municipio Pamplona	46
6.2.	Determinación del efecto de tres biopreparados orgánicos producidos por ASPAGRO para el control de enfermedades radiculares en el cultivo de fresa.....	48
7.	RESULTADOS Y ANÁLISIS	52
7.1.	Identificación de las principales enfermedades radiculares en el cultivo de fresa bajo las condiciones climáticas del municipio de Pamplona	52
7.2.	Determinación de la incidencia de las principales enfermedades radiculares del cultivo de la fresa en el municipio Pamplona	56
7.3.	Determinación del efecto de tres biopreparados orgánicos producidos por ASPAGRO para el control de enfermedades radiculares en el cultivo de fresa.	58
8.	CONCLUSIONES	66
•	RECOMENDACIONES.....	67
9.	BIBLIOGRAFÍA	68
10.	ANEXOS	75

LISTA DE TABLAS

	PAG
Tabla 1: Variedades de fresa.....	19
Tabla 2: Bases Normativas.....	42
Tabla 3: Biopreparados a evaluar.....	50
Tabla 4: Tratamientos utilizados en la Finca San Francisco.....	50
Tabla 5: Patógenos identificados en el cultivo de fresa en las cuatro veredas de estudio.....	53
Tabla 6: Porcentaje de incidencia de las enfermedades detectadas por vereda y Municipio.....	57
Tabla 7: Porcentaje de incidencia de las enfermedades detectadas por variedad.....	58
Tabla 8: Incidencia de enfermedades <i>Phytophthora fragariae</i> en los diferentes momentos de la evaluación para cada uno de los tratamientos aplicados (Fuente: Autor).....	59
Tabla 9: Incidencia de enfermedades <i>Fusarium</i> sp., en los diferentes momentos de la aplicación para los diferentes tratamientos aplicados (Fuente: Autor).....	61
Tabla 10: Resultados del análisis estadístico para ABCPE de las enfermedades radiculares <i>Fusarium</i> sp. y <i>Phytophthora fragariae</i> según los diferentes tratamientos (Fuente: Autor).....	63

LISTA DE FIGURAS

	PAG
Figura 1: Localización espacial del proyecto.....	15
Figura 2: Ubicación del lote finca san Francisco, vereda Monteadentro.....	16
Figura 3: Metodología para la realización del proyecto.....	43
Figura 4: Registro de humedad relativa máxima, mínima, media.....	44
Figura 5: Registro de Temperatura máxima, mínima, media.....	45
Figura 6: Registro de lluvia (mm).....	45
Figura 7: Síntomas asociados a las enfermedades encontradas en las fincas.....	52
Figura 8: Hongo <i>Phytophthora fragariae</i> : clamidosporas con pared celular delgada (A); esporangios ovoides alargados papilados (B).crecimiento colonia joven de <i>Phytophthora fragariae</i> (C), crecimiento colonia adulta de <i>Phytophthora fragariae</i> (D) (Fuente: Autor).....	54
Figura 9: Hongo <i>Fusarium</i> sp: Macroconidio de <i>Fusarium</i> sp. (A); Conidiosforos y conidios de <i>Fusarium</i> sp. (B).Crecimiento colonia joven de <i>Fusarium</i> sp. (C), crecimiento colonia adulta de <i>Fusarium</i> sp. (D) (Fuente: Autor).....	55
Figura 10: Dinámica de <i>Phytophthora fragariae</i> (Fuente: Autor).....	60
Figura 11: Dinámica de <i>Fusarium</i> sp (Fuente: Autor).....	62

RESUMEN

El objetivo general de la investigación fue evaluar las enfermedades radiculares más importantes en el cultivo de fresa y de algunos productos agrobiológicos como alternativas de control de estas en el municipio de Pamplona, Norte de Santander. Se seleccionaron cuatro veredas del municipio de Pamplona: Fontibón, Chíchira, Monte dentro y Rosal, donde se efectuó el reconocimiento e identificación de las principales enfermedades radiculares mediante la realización de muestreos y análisis en el laboratorio de microbiología de la Universidad de Pamplona. Se desarrolló un experimento en la Finca San Francisco en la Vereda Monte dentro donde se evaluaron los biopreparados: MM, M6, Caldo Rizósfera (producidos por ASPAGRO) y el hongo *Trichoderma* sp junto con los productos químicos Benomyl® y Ceraquint®. Se determinó el porcentaje de incidencia de las enfermedades radiculares encontradas para comparar el efecto de los tres biopreparados producidos localmente para el control de este tipo de enfermedades.

Se pudo determinar que las enfermedades radiculares que más afectan el cultivo de fresa en el Municipio de Pamplona son *Phytophthora fragariae* y *Fusarium* sp (Fuente: Autor) con un total de incidencia del 7,92% y 4,09% respectivamente, destacándose las veredas Chichira y El Rosal por manifestar mayores niveles de incidencia de *Fusarium* sp. mientras que no hubo diferencia entre las veredas para *P. fragariae*. Las variedades Festival y Albión se destacaron por presentar menor porcentaje de incidencia a *Phytophthora fragariae* y *Fusarium* sp. (Fuente: Autor) en las cuatro veredas del municipio Pamplona. Los tres productos de ASPAGRO (Caldo rizósfera, MM y M6) obtuvieron similar nivel de control que Benomyl® y Ceraquint® contra *Phytophthora fragariae* y *Fusarium* sp. (Fuente: Autor) y superior al biopreparado *Trichoderma* sp. desecándose Caldo rizósfera para *Phytophthora fragariae* y MM para *Fusarium* sp. (Fuente: Autor)

1. INTRODUCCIÓN

A través de los años el cultivo de fresa se ha venido utilizando como alimento y medicina por las propiedades y características que posee, como su capacidad para combatir la anemia. Las notables propiedades de las fresas se deben a su alto contenido en vitaminas y sales minerales, según estudios analíticos recientes, el zumo de fresas es uno de los productos más complejos del reino vegetal. Además de contener vitaminas A, C, B1 y B2, las fresas son notables por sus ácidos orgánicos (ácido cítrico en particular) los cuales, quemándose en el organismo, liberan bases que confieren a esta fruta un interesante poder alcalinizante (Peña, 2012).

Colombia es un país productor de fresa, las condiciones climáticas de algunos departamentos permite que el cultivo se desarrolle y el sector agricultor lo implemente en sus fincas. Colombia, hasta el año 2011 contaba con un área de cultivo de 1.130 ha, con una producción de 45.000 t año⁻¹ y un rendimiento aproximado de 39.718 kg ha⁻¹, con una distribución de cultivos principalmente en las 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 tiene altas características nutricionales, medicinales y de valor económico sin embargo es altamente susceptible al ataque de patógenos, por lo cual, uno de los principales retos en el desarrollo del cultivo e incluso en la pos-cosecha de la fruta, es el manejo 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, 2013).

Estas enfermedades revisten gran importancia en el cultivo debido a que pueden afectar todos los tejidos vegetales, como: raíces, estolones, coronas, tallos, hojas, flores y frutos, dando como resultado grandes pérdidas de la fruta, afectando la calidad, cantidad y la rentabilidad del mismo (Boland & Brimer, 2003).

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

Los Microorganismos de Montaña (MM) se podrían catalogar como un tipo de ME, o sea, un consorcio de microbianos ya que su composición y las posibles relaciones que generan son múltiples, se indica que contienen bacterias fotosintéticas, bacterias productoras de ácido láctico, actinomicetes, hongos filamentosos y levaduras. Los MM son un producto de fabricación artesanal de bajo costo, que no requiere medios de crecimiento sofisticados para el escalamiento y que pretende aprovechar la diversidad microbiana tanto taxonómica como funcional, de las comunidades de microorganismos nativos de zonas boscosas, para luego incorporarlos en las unidades de producción agrícola. Entre los usuarios de este tipo de tecnología se acepta que la mejor fuente de inóculo son los bosques cercanos a los sitios de producción agrícola, ya que

presentan microorganismos adaptados a las condiciones de la zona (Castro, Murillo, Uribe, & Mata, 2015).

El presente trabajo de investigación está orientado a la evaluación de las enfermedades radiculares que afectan en gran medida el cultivo de fresa en el municipio de Pamplona, Norte de Santander. Así mismo identificar las alternativas de control en el cultivo, con el fin, que posteriormente los agricultores mejoren los niveles de producción en esta zona del país y obtengan mayor rendimiento en el cultivo y a su vez sea rentable, productivo y sostenible la producción y comercialización del producto. Esto con el fin de contribuir a mejorar sus condiciones de vida de vida. Generalmente las enfermedades radiculares presentes en este cultivo están asociadas a problemas fitosanitarios relacionados con hongos y en algunos casos con bacterias, así mismo, los ácaros y las babosas también atacan de manera considerable este cultivo.

Los biopreparados que produce la asociación de ASPAGRO son una serie de hongos antagonistas y cada uno de ellos cumple una actividad vital, Los Microorganismos Eficientes (ME) son una combinación de microorganismos beneficiosos de cuatro grupos principales: bacterias fototróficas, levaduras, bacterias productoras de ácido láctico y hongos de fermentación. Estos microorganismos efectivos cuando entran en contacto con materia orgánica secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelatados y fundamentalmente sustancias antioxidantes ayudan a controlar enfermedades foliares ya que cada uno de los productos se encuentra a diferentes concentraciones las UFC (Castellanos, Céspedes, Sequeda, Jaimes, & Niño, 2018).

El MM manifestó $1,72 \times 10^6$ UFC por ml de microorganismos totales y de ellas $1,65 \times 10^6$ correspondieron a actinobacterias. El Caldo rizósfera se contabilizaron $1,24 \times 10^6$ UFC por ml de microorganismos totales predominando las bacterias, con presencia de B.S.F. así como hongos y

actinomicetos, como este biopreparado se reproduce a partir de materiales existentes en la propia finca es de interés comprobar en campo si los microorganismos presentes tiene acción antagonista o biofertilizante. El biopreparado M6 presentó $9,13 \times 10^5$ UFC por ml de microorganismos totales donde predominaban los hongos y bacterias, con presencia de B.S.F. y baciláceas o sea, no presentó la concentración relativa más alta de microorganismos pero si variada. Como este biopreparado se reproduce a partir de un consorcio de ME obtenido en un, sitio de ecosistema de Pamplona es de interés verificar su acción en campo, tanto como biofertilizante como antagonista. (Castellanos, Céspedes, Sequeda, Jaimes, & Niño, 2018).

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A través del tiempo el hombre ha desarrollado distintas actividades como la explotación pecuaria y agrícola con la fin de tener seguridad alimentaria, ha utilizado diferentes técnicas con las cuales ha podido avanzar con los años, tanto que la agricultura es una actividad practicada hace más de 10 mil años. Sin embargo, desde sus orígenes hasta la actualidad ha sufrido muchas transformaciones buscando ser más eficiente en la producción. Uno de los cambios en la forma de trabajar la tierra es la fertilización, que al tiempo de perseguir mayor cantidad y calidad de alimentos también ha contribuido a contaminar el medio ambiente.

Esta actividad la realizan los pequeños, medianos y grandes productores con uso de tecnología moderna para obtener mayor producción de calidad, que satisface las necesidades del ser humano para su desarrollo y crecimiento, no es la única práctica que atenta contra el planeta, de manera que debemos ser más conscientes a la hora de realizar actividades agropecuarias con el fin de no alterar el ecosistema que contiene diferentes microorganismos presentes en el suelo que ayudan a formación del suelo y formación de flora y fauna. Al realizar buenas prácticas agrícolas se disminuye la contaminación ambiental, se reduce la producción de gases que contaminan el aire y destruyen cada día la tierra haciéndola infértil (Carles, 2016).

La presencia de enfermedades en un cultivo de fresa tiene consecuencias graves, se destacan las pérdidas económicas, razón por la que los agricultores aplican fungicidas sintéticos para controlar a estos patógenos, pero se ha demostrado que estos microorganismos se hacen resistentes a dichos productos, además de representar un riesgo potencial para el ambiente y la salud humana (Pritts, 2002).

Los monocultivos y el uso excesivo de fertilizantes y plaguicidas químicos son dos prácticas que erosionan con mayor facilidad los suelos, acabando con sus propiedades químicas (los nutrientes) y físicas (textura, permeabilidad y retención de agua) (Carles, 2016).

Cuando se aplican agroquímicos de manera inadecuada para controlar estas enfermedades, pueden ocasionar alteraciones al sistema hormonal y que están relacionadas con enfermedades crónicas y problemas de fertilidad, así como cánceres de tipo hormonal (cáncer de mama, de próstata, de testículo), obesidad o diabetes.

Los químicos no solamente son perjudiciales para la salud de los consumidores de nuevo, algunas de las sustancias utilizadas en California son cancerígenas y pueden afectar al sistema endocrino, sino que los habitantes de las zonas cercanas a los cultivos también sufren las consecuencias de los tóxicos (MinAmbiente & Asohofrocol, 2009).

Un factor que influye en la aparición de plagas son las plantaciones de monocultivos que disminuyen la biodiversidad y empobrecen los suelos. Las enfermedades de la raíz causadas por hongos y pseudohongos son las principales limitantes fitosanitarias del cultivo de la fresa, debido a que produce marchitamiento y muerte gradual en la planta, Cuando no se controlan estos microorganismos causan pérdidas en el cultivo.

La afectación de los ecosistemas ha inducido al sector agrícola a realizar prácticas que sean sostenibles, por eso es necesario que las medidas de control de plagas y enfermedades sea con técnicas que no afecten la naturaleza y la salud humana con el fin de obtener mayor producción y uso adecuado de productos químicos que actúan contra el control de plagas y enfermedades con el

fin de no crear resistencias entre plagas y enfermedades realizando aplicaciones adecuadas haciéndola de esta forma más eficientes en determinado cultivo .

Con la implementación de este trabajo de investigación se pretende evaluar las enfermedades radicales en el cultivo de fresa presentes en el municipio de Pamplona, y de esta manera mejorar el rendimiento de la producción mediante la aplicación de biopreparados orgánicos que aportan a fortalecer los microorganismos del suelo, creando resistencia entre las plantas cultivadas estos productos se producen en la propia localidad para contribuir a una agricultura rentable ,productiva, sostenible y amigable con el medio ambiente.

2. JUSTIFICACIÓN

El uso de los agroquímicos de manera incontrolada en un cultivo genera una contaminación ambiental de gran magnitud, las aplicaciones de estos productos no sólo contaminan el ambiente, además destruyen la flora y la fauna, los recursos naturales que están disponibles, y provocan en los seres humanos enfermedades crónicas. 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 los mismos en los países desarrollados; no obstante éstos se siguen aplicando en forma intensiva en los países tropicales. Se ha establecido que sólo un 0.1 % de la cantidad de plaguicidas aplicado llega a la plaga, mientras que el restante circula por el medio ambiente, contaminando posiblemente el suelo, agua y la biota (Torres & Capote, 2004).

Por esta razón es importante aplicar en los cultivos productos agrobiológicos que sean más sostenibles, es decir que controlen la presencia de plagas y enfermedades pero que no alteren las condiciones naturales del suelo, aire y el agua.

Al identificar las enfermedades que realmente afectan al cultivo de fresa, se tiene una base de conocimiento que permita proponer alternativas para el control de las mismas, utilizando intervenciones que causen menos impactos en la salud humana y en los ecosistemas, obteniendo de esta manera una agricultura sostenible en todos los aspectos.

El uso de productos naturales como los biopreparados, que son preparaciones realizadas con productos naturales, no solo controlan las plagas y enfermedades si no que activa la vida del suelo, mejora el crecimiento y desarrollo de la planta, son productos amigables con el medio ambiente.

Este estudio está orientado a identificar las enfermedades radiculares que afectan el cultivo de fresa en el municipio, de manera que posteriormente 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. Existen pocos documentos y artículos sobre el tema de las enfermedades radiculares en la región, así como de resultados científicos de la eficacia de alternativas orgánicas de fertilización de control de agentes nocivos en este cultivo, de manera que este estudio aporta en conocimiento e investigación.

3. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general:

Evaluar las enfermedades radicales más importantes en el cultivo de fresa y algunos productos agrobiológicos como alternativas para control de estas en el municipio de Pamplona, Norte de Santander.

4.2. Objetivos específicos:

- Identificar las principales enfermedades radicales en el cultivo de fresa bajo las condiciones climáticas del municipio de Pamplona.
- Determinar la incidencia de las principales enfermedades radicales del cultivo de fresa en el municipio Pamplona.
- Determinar el efecto de tres biopreparados orgánicos producidos por ASPAGRO para el control de enfermedades radicales en el cultivo de fresa bajo dichas condiciones.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1. Antecedentes

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

En México, las enfermedades de la raíz causadas por hongos y pseudohongos son las principales limitantes fitosanitarias del cultivo de la fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) destacando la secadera la cual consiste en un marchitamiento y muerte gradual de la planta (Mendoza & Romero, 1989).

En un trabajo realizado en la región de Villa Guerrero, Estado de México los síntomas más importantes de enfermedades fueron la pudrición café de tallos, estolones y frutos con presencia de *Botrytis* sp, además estuvieron presentes con necrosis de hojas *Alternaria* sp. y *Cladosporium* sp.; antracnosis de tallos y frutos por *Colletotrichum* sp, pudrición correosa de frutos por

Phytophthora sp, pudrición de corona y secadera por *Colletotrichum* sp, *Fusarium* sp, y *Phytophthora* sp. La mancha o peca de la hoja por *Ramularia tulasnei* Fuckel (*Mycosphaerella fragariae* (Tul.) Lindau). Además se presentó la mancha angular causada por la bacteria *Xanthomonas fragariae* (Villanueva, 2008).

El cultivo de fresa ocupa un lugar muy importante en la producción agrícola, y caracterizada por un alto desarrollo tecnológico en las regiones donde es cultivada, el cultivo de la fresa presenta un crecimiento importante, de acuerdo con datos de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO su crecimiento ha sido constante, pasando de 3.3 millones de toneladas en el 2000 a 4.6 toneladas en el 2011, lo que equivale a un incremento del 40% (Calderón, 2015).

Existe una gran cantidad de especies de fresa a través del mundo. Aunque no se sabe bien su origen, se indican dos zonas de procedencia: una en Europa, específicamente de los Alpes europeos, y otra en Sur América en Chile. Para el año 2013 en Colombia se produjeron 42.453 t de fresa, siendo Cundinamarca el departamento con mayor producción 22.562 t, seguido por Antioquia con 12.545 t, Norte de Santander con 3.360 t, Cauca 2.808 t y Boyacá con 542,2 t (Cámara de Comercio, 2015).

La producción de fresa en el país tiene un buen nivel de productividad, aspecto que se refleja en los aumentos que ha tenido esta actividad en los últimos años. En los últimos siete años las áreas destinadas al cultivo de fresa en Colombia han crecido progresivamente, pasando de 791 hectáreas censadas oficialmente en 2004 a 1.300 hectáreas entre los años 2008 y 2011, con lo cual este segmento ha logrado una participación del 1% en el mercado de todos los frutales transitorios del país (La República, 2012).

El área total sembrada en el país fue de 1.798 hectáreas, siendo el área cosechada 1.306 hectáreas, para un total de 43.254 toneladas en los departamentos productores. Cundinamarca, Antioquía, Norte de Santander, Boyacá, Cauca, Caquetá, Nariño, Quindío, Santander y Valle de Cauca, son los principales departamentos que producen actualmente la mayor cantidad de fresa (La República, 2012).

Entre las enfermedades más importantes que afectan el cultivo de fresa en Colombia se relaciona la antracnosis por *C. gloesporioides*, además de otras enfermedades causadas por la antracnosis (Angulo, 2007).

Entre los antagonistas más empleados para el control de las enfermedades fúngicas resaltan varias especies de hongos como *Trichoderma* spp. y *Gliocladium roseum* (Cano, 2013) (*Clonostachys rosea* (Link) Schroers, así como la bacteria *Bacillus subtilis* Cohn. El uso de inoculantes microbianos multifuncionales con atributos en la promoción del crecimiento vegetal y en la regulación biológica de patógenos, directa o indirectamente proporciona múltiples beneficios para las plantas, aumentando los rendimientos, calidad, sanidad de los productos y con respeto al medio ambiente se convierte en una estrategia biológica interesante para el cultivo de la fresa en Colombia (Cano, 2013).

Sin embargo a pesar de que existen resultados del uso de microorganismos eficientes con efecto antagonistas que controlan las enfermedades radiculares en diferentes cultivos y pudieran tener eficacia para el control de las enfermedades causadas por patógenos del suelo en la fresa. Los resultados de una tesis de grado de un estudiante de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad de Pamplona Colombia demostraron que biopreparados artesanales producidos

localmente en Pamplona y comercializados por ASPAGRO eran eficaces para el control de enfermedades radicales de la alverja en este Municipio (Castellanos, Céspedes, Sequeda, Jaimes, & Niño, 2018).

5.2.Marco Contextual

Pamplona es un municipio colombiano, ubicado en el departamento de Norte de Santander. Está localizado geográficamente en la Cordillera Oriental de los Andes colombianos, a una altitud de 2200 m.s.n.m, en la zona suroccidental el departamento de Norte de Santander. Su extensión territorial es de 1.176 km² y su temperatura promedio de 16 °C. Limita al norte con Pamplonita, al sur con Cácuta y Chitagá, al oriente con Labateca y al occidente con Cucutilla. El municipio de Pamplona está situado en las coordenadas -72° 39° de longitud al Oeste de Greenwich a 7° y 23° de Latitud Norte (Alcaldía de Pamplona, 2016).

La Figura 1, señala la localización espacial del proyecto, Inicialmente se ubica Colombia, luego Norte se Santander y el municipio de pamplona, posteriormente se ubican las veredas del municipio.

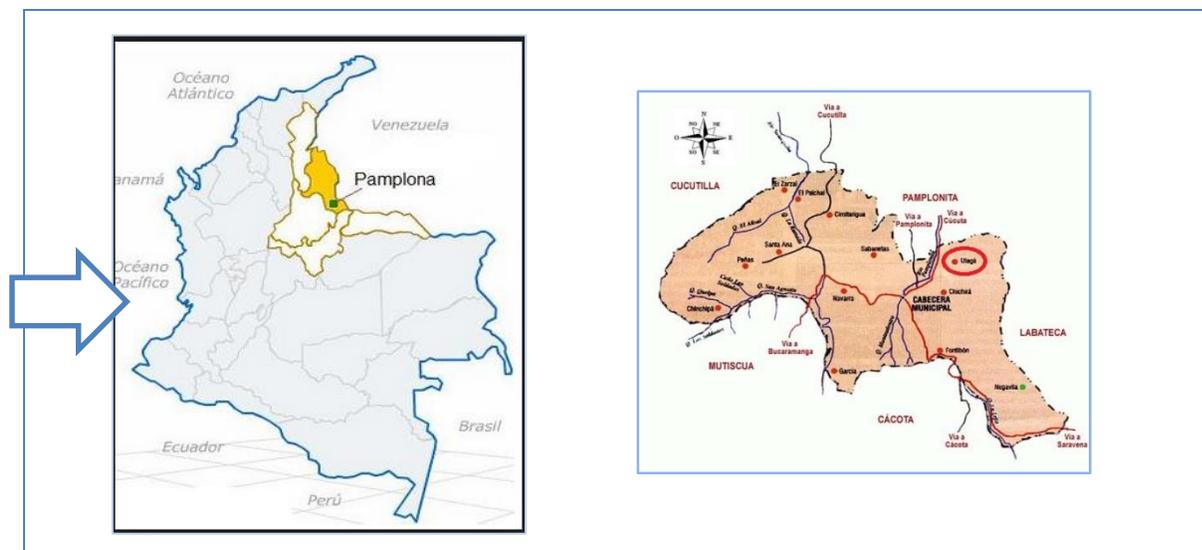


Figura 1: Localización espacial del proyecto

Las cuatro veredas vinculadas al proyecto son: vereda Fontibón, vereda Chichira, vereda Monteadentro y vereda Rosal. Los biopreparados se aplicarán en la Finca San Francisco en la Vereda Monteadentro y el seguimiento se realizará en campo.

La finca donde se realiza el proyecto limita al Norte con José Patrocinio Montes Gelves, al Sur con Beatriz Amelia Muñoz de Jordán, al Oriente con carretera y camino de piedra y al Occidente con camino real y callejuela.

En la Figura 2 se muestra el lote en el cual se realizan las aplicaciones de los biopreparados quincenalmente en la vereda Monteadentro finca san Francisco.



Figura 2: Ubicación del lote, finca san Francisco, vereda Monteadentro (AyB)

La principal actividad socioeconómica del Municipio es agropecuaria, donde el principal cultivo es de fresa (*Fragaria* sp.) y existen otros como la papa, maíz y la arveja y cuenta con producción de ganadería y cabras.

5.3.Marco Teórico

5.3.1. Organización general de las plantas

Las plantas tienen dos sistemas importantes, uno aéreo: el caulinar y otro subterráneo: el radicular. La porción aérea, incluye órganos tales como las hojas, brotes, flores, y frutos. La porción radicular incluye aquellas partes de la planta que se encuentran por debajo del nivel del suelo, tales como raíces, tubérculos, bulbos y rizomas (Universidad Nacional del Nordeste, 1998)

La planta de fresa tiene un sistema radical que en un 80% o más se ubica en los primeros 15 cm del suelo (Calderón, 2015).

5.3.2. Desarrollo de la fresa

La fresa se desarrolla de manera adecuada en suelos ligeramente ácidos, sueltos, aireados y bien drenados, ya que los suelos pesados limitan el desarrollo radicular. La raíz es altamente sensible a

la salinidad generando reducciones de hasta el 50% en el rendimiento de la planta. Se deben evitar suelos donde se haya cultivado antes papa, tomate, pimentón, melón, sandía y calabaza, con el fin de prevenir la propagación de enfermedades que comparten con estos cultivos (Cámara de Comercio, 2015).

Los suelos para el cultivo de fresa no tienen que ser muy profundos; deben ser livianos, preferiblemente arenosos y con muy buen drenaje. Los suelos volcánicos con buen contenido de materia orgánica, típicos de las partes altas del Valle Central, se comportan en buena forma para este cultivo. En pH debe estar entre 5,5 a 6,5 y el suelo debe tener buena fertilidad. (*Fragaria* sp., Rosaceae) (Angelfire, 2001).

Algunas condiciones ambientales influyen de manera significativa en los cultivos de fresas, las bajas temperaturas destruyen las flores y se pueden producir frutos deformados, el exceso de calor causa una aceleración en la maduración de los frutos y su descomposición y las lluvias excesivas pueden causar problemas de clorosis férrica (Angelfire, 2001).

5.3.3. Morfología de la fresa

La planta es herbácea, perenne y de porte rastrero, su sistema radicular es fasciculado, compuesto por raíces y raicillas. Las primeras presentan un cambio vascular y suberoso, mientras que las segundas carecen de éste, son de color más claro y tienen un periodo de vida corto (de algunos días o semanas). Estas raicillas sufren un proceso de renovación fisiológico, aunque influenciado por factores ambientales, patógenos de suelo, etc. La profundidad del sistema radicular es variable, dependiendo entre otros factores, del tipo de suelo y la presencia de patógenos en el mismo. En condiciones óptimas pueden alcanzar los 2-3m, aunque lo normal es

que no sobrepasen los 40cm, encontrándose la mayor parte (90%) en los primeros 25 cm (Infoagro, 2009).

El cultivo de fresa se caracteriza en grupos de acuerdo con las horas de luz que se recomienda para cada variedad, así, pueden ser: de día largo, corto o neutro, esta característica depende de la zona geográfica donde se ubique el cultivo (Bonilla, 2011).

Plantas de día corto: Variedades que responden al fotoperiodo (duración del día); requieren días cortos con una duración menor de 14 horas de luz para el desarrollo de yemas florales. En Colombia las variedades de día corto pueden presentar dos periodos de cosecha por temporada (Cámara de Comercio, 2015).

Plantas de día neutro: Variedades que no presentan respuesta al fotoperiodo (duración del día); requieren de temperaturas en el suelo superiores a los 12°C para el desarrollo de yemas. La producción y el tamaño de los frutos es más homogéneo durante la temporada, dependiendo de la variedad; por lo general, la producción es más estable lo cual ayuda para realizar los estimados de cosecha y planeación. En cuanto a la temperatura en las condiciones específicas de Colombia se sugiere buscar zonas donde el cambio de temperatura entre día y noche sea el mayor posible. Esta variación permite un balance entre el desarrollo de las hojas (se favorecen en temperaturas altas) y el desarrollo floral (se favorecen en temperaturas bajas). Esta variación se denomina el Delta de temperatura y se determina mediante la documentación de los mínimos y los máximos de temperatura durante el día (24 horas) para cada estación o temporada climática. Se puede prever que los picos de producción se alcanzan en las épocas del año en que la temperatura es más fría.

Temperaturas bajas inducen floración y producción de frutos. Temperaturas altas inducen desarrollo vegetativo y formación de hoja (Cámara de Comercio, 2015).

5.3.4. Variedades de fresa

Las variedades más utilizadas comercialmente son Camarosa, Albión, Camino Real, Monterrey, San Andreas, Portola, Ventana y Palomar; estas dos últimas, las más cultivadas en Colombia (Cámara de Comercio, 2015). En la Tabla 1 se muestra las diferentes variedades de fresa junto con las características más relevantes de cada variedad.

Tabla 1: Variedades de fresa

Variedad	Característica
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 post-cosecha.
Ventana	Es una variedad de día corto y se produce en zonas frías. Presenta mayor productividad y mejor calidad de fruta comparado con la variedad camarosa. Su fruto es grande, firme, resistente y con un color tanto interno como externo, más claro que la variedad camarosa, no se deforma fácilmente debido a su excelente polinización. Es una variedad resistente a problemas sanitarios como los ácaros. Sensibilidad a enfermedades del suelo.
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 <i>Phytophthora fragariae</i> , <i>Verticillium</i> sp, y <i>Antracnosis</i> sp. Es susceptible a <i>Botrytis</i> sp.
Palomar	Es la variedad temprana con más calidad organoléptica del mercado. La producción por planta es un poco inferior a ventana, pero al ser de menor tamaño y más compacto se pueden sembrar más plantas por hectárea incrementando la producción por superficie.
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 pos cosecha. 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

	<i>Phytophthora</i> , <i>Verticillium</i> y la antracnosis. Es una de las variedades preferidas por los agricultores por sus producciones constantes durante la cosecha.
San Andreas	Es una variedad de día neutro moderado. Su fruto es de excelente calidad y sabor, con poca necesidad de frío en vivero, resistente a enfermedades. Es más precoz que la variedad camarosa, con curva de producción estable durante todo el ciclo.
Monterrey	Es similar a la variedad san Andreas en las características de producción. Sus principales diferencias son el sabor y el vigor de la planta. La planta es más vigorosa que la variedad Albión. La fruta de esta variedad es llamativa para el consumidor en general, pero especialmente para el consumidor asiático en Japón, corea y china.
Portola	Es la variedad más productiva. Es ligeramente más temprana que la variedad albion en producir fruto. La fruta es tolerante a la lluvia y es de tamaño similar a la variedad Albión, pero de color más claro. El sabor de la fruta es excelente y especialmente consistente y firme durante la cosecha. Es altamente resistente a las enfermedades, por lo que no requiere mayores cuidados fitosanitarios. La producción en el vivero es excepcional.

Fuente: Adaptado (Eurosemillas, 2005).

5.3.5. Plagas presentes en el cultivo de fresa

Entre los insectos y arañas que más impactan el cultivo de fresa se encuentran los pulgones (*Chaetosiphon fragaefolii*), gusano soldado de la remolacha (*Spodoptera exigua*), gusano falso medidor (*Trichoplusia ni*), gusano elote de maíz (*Helicoverpa (Heliothis) zea*), gusanos cortadores (*Agrotis ípsilon*, *Athetis mindara*, *Peridroma saucia*), acaro del ciclamino (*Phytonemus pallidus*), tijerilla europea (*Forficula auricularia*), ciempiés del jardín (*Scutigera immaculata*), palomilla tortrix de jardín (*Ptycholoma (=Clepsis) peritana*), escarabajos de la raíz (*Otiorhynchus sulcatus*, *Otiorhynchus cribricollis*, *Pantomorus cervinus*, *Nemocestes incumtus*, *Hoplia dispar*, *H. callipyge*), entre otras (Universidad de California, 2005).

Algunas de las plagas más frecuentes en el cultivo de fresa son: Rosquilla negra (*Spodoptera littoralis* Boisduval), Pulguilla azul (*Haltica ileracea* L.), Antonomo del fresal (*Anthonomus rubi* Herbst), Gorgojos, Pulgones, Araña roja (*Tetranychus cinnabarinus* Boisd.),

Frankliniella occidentalis, y otras plagas: como Gusanos grises, moluscos que devoran las hojas y Nematodos (Agroes, 2014).

5.3.5.1.Chizas (*Phyllophaga* spp)

Son las larvas de escarabajos y se alimentan de raíces, ocasionando daño en las plantas al interferir con la toma de nutrientes. Las heridas ocasionadas a su vez permiten el ingreso de hongos patógenos que afectan la producción y pueden causar la muerte de la planta; los adultos normalmente se conocen como ronrón de mayo.

5.3.5.2.Ácaro Blanco (*Steneotarsonemus pallidus*)

Es imperceptible a simple vista; con su ataque las plantas toman un aspecto achaparrado. Las hojas jóvenes no se abren completamente quedando pequeñas y de color parduzco; ulteriormente se secan causando defoliación. Su establecimiento se ve beneficiado por la dinámica poblacional, donde una hembra puede poner hasta 90 huevos, de los cuales el 80% aproximadamente son hembras; cuenta con un ciclo de vida corto de aproximadamente de dos semanas (García & Gonsales, 2010).

5.3.5.3.Trips (*Frankliniella* spp)

Son insectos pequeños que no sobrepasan los 2 mm, de cuerpo alargado, color amarillento o negruzco; succionan el alimento de las hojas y frutos, ocasionando amarillamientos en la planta, y en las frutas raspaduras. Altas poblaciones pueden inducir pérdida prematura de flores; además son transmisores de virus que afectan la producción.

5.3.5.4. Mosca Blanca (*Trialeurodes vaporariorum*)

A pesar de que el adulto es el que usualmente se observa en el cultivo, existen otros estados en el cultivo que normalmente no se monitorean: Huevos y ninfas. Los huevos son colocados en las hojas más jóvenes en forma de herradura; las ninfas, que son inmóviles (sólo se mueven las más pequeñas), se alimentan del tejido de las hojas, deteniendo el crecimiento de la planta y reduciendo la cantidad de azúcar de los frutos, produciendo fumagina la cual afecta la calidad final del fruto.

5.3.5.5. Babosas (*Milax gagates*)

Tienen hábitos nocturnos y en el día se ocultan debajo de residuos de material vegetal, piedras o terrones. Las babosas se desarrollan en el suelo, prefiriendo las condiciones húmedas; atacan el follaje tierno, cortando las plántulas en los semilleros y las recién trasplantadas, consumiendo las hojas y en algunas situaciones los frutos (ICAMEX, 2006).

5.3.5.6. Trozador (*Spodoptera* sp.)

Aparecen cuando las plántulas de la fresa están pequeñas. Se identifican en campo al encontrarse hojas cortadas; son las larvas (gusanos) las que causan el daño. Entre más grandes, mayor cantidad de follaje pueden consumir; pueden incluso aparecer en el momento de la cosecha cortando frutos.

5.3.6. Enfermedades y fisiopatías

La aparición de enfermedades en una planta manifiesta en ella algunos síntomas. De acuerdo a un estudio realizado en el estado de México donde se realizaron muestreos dirigidos al material enfermo, se encontró que los principales síntomas asociados al cultivo de fresa fueron pudrición

café de tallos, estolones y frutos con *Botrytis* sp, además de necrosis de hojas con *Alternaria* sp., y *Cladosporium* sp., antracnosis de tallos y frutos con *Colletotrichum* sp., pudrición correosa de frutos con *Phytophthora* sp, pudrición de corona y secadera con *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp., y *Phytophthora* sp. La mancha o peca de la hoja con *Ramularia tulasnei* (*Mycosphaerella fragariae*), así como la mancha angular con (*Xanthomonas fragariae*) (Villanueva, 2008).

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, plagas y enfermedades presentes (Villanueva, 2008).

Varias enfermedades afectan la frutilla, disminuyendo la longevidad de la planta, el rendimiento y la calidad de la fruta. Dentro de estas patologías se pueden reconocer aquellas que son frecuentes y causan daños importantes en las plantaciones, las ocasionales y que bajo condiciones excepcionales causan daños a las plantas y las enfermedades de poscosecha. Entre las primeras se pueden mencionar las siguientes: corazón rojizo (*Phytophthora fragariae*), pudrición de la corona (*Phytophthora cactorum*) rizoctoniosis (*Rhizoctonia solani*) Verticilosis (*Verticillium dahliae*) Oídio (*Sphaerotheca macularis* f. sp. *fragariae*) pudrición gris (*Botrytis cinerea*), tizón de la hoja (*Phomopsis obscurans*), viruela (*Ramularia tulasnei*) En el caso de las enfermedades ocasionales se pueden mencionar las siguientes patologías: mancha negra de la hoja (*Colletotrichum gloeosporoides* Penz.), mancha necrótica de la hoja (*Coniella fragariae*) Quemadura de hoja (*Diplocarpon earlianum*) Mancha de la hoja (*Gnomonia comari*, *Hainesia lythri*), fusariosis

(*Fusarium oxysporum*) pudrición carbonosa (*Macrophomina phaseolina*) pudrición blanca (*Sclerotinia sclerotiorum*) (INIA, 2013).

El moho gris y la antracnosis son considerados como las enfermedades más importantes de la fresa. En el caso del moho gris se han reportado pérdidas del 50% o más de la producción mientras que, para la antracnosis las perdidas han estado entre el 60-75%, pudiendo ser limitante para su cultivo, en virtud de su naturaleza devastadora, la susceptibilidad de los cultivares y la baja eficiencia de medidas de control del problema (Farrera, Zambrano, & Ortiz, 2007).

5.3.7. Hongos presentes en el suelo en los cultivos de fresas

5.3.7.1. *Rhizoctonia solani* (J.G.Kühn), *Phytophthora fragariae* (Hickman) y *Verticillium alboatrum* (Kleb):

Su ataque inicial se evidencia a través de una marchitez en la planta, diferenciándose de la siguiente manera: *R. solani* presenta síntomas más visibles en el momento de la cosecha; las hojas bajas de la planta se tornan de color púrpura, el cuello de la planta muere, las raíces se pudren y toman color café; *P. fragariae* produce enanismo en la planta, las hojas jóvenes tornan coloraciones verdes azuladas y las hojas viejas rojizas; al cortar la raíz se observan manchas de color rojizo. *Verticillium* sp. produce muerte de las hojas externas que adquieren coloración café, mientras las hojas internas mantienen su color verde. Para distinguir el agente causal se debe cortar la raíz de manera longitudinal: Si la pudrición se presenta en tejidos externos y en cuello, hay presencia de *Rhizoctonia solani*; si es en los tejidos internos se atribuye a *Verticillium* y si el daño solo se presenta en raíces y no en el cuello se trata de *Phytophthora* (Angelfire, 2001).

Rhizoctonia solani, agente de podredumbre, muy polífaga, puede propagarse rápidamente a una temperatura de 20°C. Se localiza en las capas superiores del suelo donde puede conservarse varios años, en principio ataca la planta a nivel del cuello. El ataque progresa rápidamente hacia el bulbo y el sistema radicular. La turba favorece el desarrollo del hongo. Todo substrato de este tipo, no desinfectado, puede considerarse como potencialmente infectado (Agroes, 2014).

5.3.7.2. *Phytophthora* (*Phytophthora* spp.)

El género *Phytophthora* es un oomiceto, está entre los principales agentes causales de enfermedad y es el responsable directo de pérdidas económicas altas en el cultivo de la fresa. La humedad relativa elevada, humedad abundante del suelo y la temperatura de 25 a 30 °C aumentan la severidad de *Phytophthora capsici*. Las plantas hospedantes infestadas con *Phytophthora* spp. Muestran frecuente marchitamiento, clorosis y resquebrajamiento de tallo, por lo que se debilitan, son susceptibles a otros patógenos y mueren (Lopez, Espinosa, Gomez, & Delgadillo, 2016).

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

La podredumbre de la raíz y del cuello provocada por *Phytophthora cactorum* (Browne, 2011) es una enfermedad de las fresas que desde hace mucho tiempo viene cobrando importancia. Es responsable de pérdidas de producción esporádicas aunque graves en viveros de fresas y plantaciones en California. La fumigación del suelo antes de la plantación, la mejora en las prácticas de cultivo y los fungicidas sistémicos para Oomycetes han ayudado a minimizar las pérdidas, pero la capacidad del patógeno para sobrevivir indefinidamente en el suelo y su capacidad de rápida reproducción han evitado su erradicación de los sistemas de producción de fresas. El patógeno causa pérdidas principalmente matando a las plantas, pero también puede reducir el crecimiento y el rendimiento a través de infecciones que no llegan a causar la muerte (Browne, 2011).

Epidemiología: *P. fragariae* sobrevive por varios años en el suelo. El patógeno después de 10 años permanece viable y las oosporas tienen la capacidad de germinar e infectar plantas hospedantes de fresa, las oosporas germinan y forman uno u ocasionalmente varios esporangios. La temperatura ideal para la germinación es de 10-15 °C, pero la germinación puede ocurrir a 20 °C. Las infecciones son más lentas cuando se tienen temperaturas por debajo de los 10 °C, pero la producción de inóculo secundario se lleva a cabo durante períodos más largos a estas bajas temperaturas, lo cual explica porque esta enfermedad es más severa después de inviernos húmedos. Por lo anterior, la infección ocurre con más facilidad en condiciones de humedad y temperaturas frescas (Newton, Duncan, Augustin, Guy, & Cooke, 2010).

5.3.7.3. *Fusarium* spp

Los hongos del género *Fusarium* spp son cosmopolitas y muy abundantes en las zonas tropicales y templadas del mundo. Es una de las más importantes especies del género *Fusarium* spp, debido

a las pérdidas económicas que causa en los cultivos comerciales. Este hongo se caracteriza por producir tres tipos de esporas: las microconidios, macroconidios y clamidosporas, estas últimas tienen paredes muy gruesas, lo cual las hace muy resistentes a condiciones ambientales desfavorables y a la ausencia de hospedantes (Pullupaxi & Manuel, 2016).

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

Epidemiología:

La primera fase del ciclo de la enfermedad el patógeno sobrevive a situaciones adversas, como la ausencia del hospedero y/o condiciones climáticas desfavorables. Las estrategias de sobrevivencia del inóculo pueden ser agrupadas en cuatro grupos: estructuras especializadas de resistencia, actividades saprofitas, plantas hospederas y vectores. Al presentarse las condiciones favorables, los propagulos (Inoculo) son liberados desde la fuente de inóculo, transportados y depositados sobre el cultivo sano para que la infección ocurra. Este proceso se denomina dispersión. Este inoculo es depositado sobre el tejido sano y susceptible y necesita condiciones específicas de ambiente para poder infectar iniciándose así el proceso de infección que incluye:

pre-penetración, penetración y se completa con el establecimiento de las relaciones parasitarias estables entre el patógeno y el hospedante. Luego que se completa la infección el patógeno se desarrolla en el hospedero interfiriendo en su fisiología correspondiendo esta fase a la colonización. Posteriormente, durante la fase de reproducción, el patógeno se multiplica y estas estructuras reproductivas serán diseminadas, que alcanzarán nuevos sitios de infección iniciándose un nuevo ciclo de infección correspondiente al ciclo secundario (Rosero, 2008).

5.3.8. Buenas Prácticas Agrícolas

Las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), son un conjunto de principios, normas y recomendaciones técnicas aplicables a la producción, procesamiento y transporte de alimentos, orientadas a cuidar la salud humana, proteger al medio ambiente y mejorar las condiciones de los trabajadores y su familia (FAO, organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura, 2012).

Las BPA surgen a partir de las exigencias en cuanto a trazabilidad, higiene y demás información relevante para la salud y bienestar de los compradores y que son traspasadas a los productores. Implica una plusvalía para los productores que cumplan con ciertas normas y controles, pues pueden comercializar su producto diferenciado (con mayores posibilidades de venta y con acceso a mejores mercados). De la misma forma, las BPA favorecen al consumidor, al garantizársele el acceso a alimentos que cumplen con sus estándares y las exigencias de seguridad contemporáneas. Adicionalmente, la implementación de las BPA genera beneficios al medio ambiente, ya que hacer uso adecuado y racional de los recursos naturales y de los productos químicos reduce la contaminación, conserva la biodiversidad y valoriza los recursos del suelo y del agua principalmente (Cámara de Comercio, 2015).

La definición que ha elaborado la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), es más amplia y explícita e indica que las BPA: “consisten en la aplicación del conocimiento disponible a la utilización sostenible de los recursos naturales básicos que para la producción, en forma benévola, de productos agrícolas alimentarios y no alimentarios inocuos y saludables, a la vez que se procuran la viabilidad económica y la estabilidad social” (Ortiz, 2009).

Las Buenas Prácticas Agrícolas van más allá del ámbito agrícola; también está relacionada con la economía, la sociedad, la inocuidad de los alimentos que producimos y que consume su propia familia, con la salud de las personas y el cuidado del medioambiente y su tierra. Las BPA nos brindan muchos beneficios, pero lo primero que debemos aprender sobre ellas es que para aprovecharlas al máximo, debemos conocerlas, comprenderlas y usar nuestra experiencia para planificar cómo las vamos a implementar en nuestras actividades agrícolas (Ortiz, 2009).

Lo interesante de las prácticas de manejo integrado de enfermedades es la búsqueda continua de alternativas para el uso racional de los recursos destinados para la protección de los cultivos. El uso de inoculantes microbianos multifuncionales con atributos en la promoción del crecimiento vegetal y en la regulación biológica de patógenos, directa o indirectamente proporciona múltiples beneficios para las plantas, aumentando los rendimientos, la calidad, la sanidad de los productos y el respeto al medio ambiente y se convierte en una estrategia biológica que puede incluirse en el Manejo Integrado de Enfermedades (MIE) o ser una opción independiente ajustada a los sistemas de producción limpia (Cano, 2013).

Actualmente es importante emplear productos biológicos para no causar impactos ambientales significativos. En un estudio realizado en Ecuador se probaron tres fungicidas biológicos en el

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

Las Buenas Prácticas Agrícolas permiten ahorrar en materias primas y energía, y en consecuencia, sus costos de producción serán más bajos. Proteger a los insectos, animales, plantas beneficiosos que viven en su parcela, mejorar y proteger la salud de su familia y de los trabajadores/as, proteger la seguridad de su familia y el medioambiente, mejorar los productos y la forma en que se procesen (Ortiz, 2009).

Es importante aplicar las Buenas Prácticas Agrícolas porque se deben registrar todas las actividades relacionadas con la producción y poder conocer la historia agrícola y la ubicación de los lotes. Así se conoce cómo se hicieron las cosas desde que se sembró hasta que el producto llega a las manos del consumidor, esto da mayor información sobre su negocio, ayuda a ser mejores productores y tener mejor administración de nuestra siembra, protegen el ambiente, dado que se usan menos agroquímicos, plaguicidas y otros productos químicos, lo cual previene que los suelos y aguas se contaminen, y se protege la biodiversidad de nuestro país, logra el bienestar y la seguridad de los trabajadores, se capacita y enseña acerca de los temas que deben cuidar y cómo prevenir accidentes y enfermedades, se garantiza que los alimentos que se producen se pueden consumir, son higiénicos y sanos, ya que no tienen contaminantes ni sustancias peligrosas para los consumidores (IICA, 2010).

5.3.9. Alternativas biológicas u orgánicas para el control de enfermedades de la fresa

Generalmente para controlar las diversas enfermedades que dañan los cultivos se usan fungicidas sintéticos, pero actualmente estos hongos se han hecho resistentes a los productos aplicados, además usar químicos con esas características presentan riesgos para la salud y el ambiente, razón por la cual se deben utilizar biopreparados que ayuden a controlar las enfermedades y que no causen alteraciones graves en los ecosistemas.

Así mismo, en Colombia también se han desarrollado este tipo de estudios, En Tunja, se desarrolló una investigación donde se evaluaron contra *B cinérea* en fresa a *Trichoderma harzianum* y a *T. lignorum* e iprodione en dosis comercial y un tratamiento testigo en dos cultivares comerciales de fresa (Camino Real y Ventana). La incidencia de la enfermedad en el tratamiento testigo fue del 60%, mientras que para los tratamientos con *T. harzianum* y *T. lignorum* solo alcanzó un 33%, lo que indica un control mayor de los antagonistas en comparación con el químico sobre la enfermedad. En cuanto a la severidad, los tratamientos con *Trichoderma* redujeron significativamente en un 32% el desarrollo del patógeno en la planta. La masa fresca de frutos mostró diferencias significativas cuando se aplicó *T. lignorum*, ya que este tratamiento obtuvo los frutos más grandes y con mayor tonalidad roja (Merchán, Ferrucho, & Alvarez, 2014).

5.3.10. Manejo integrado de plagas.

El manejo integrado de plagas (MIP) se define como la utilización de varias tácticas de manera ecológicamente compatible con el objetivo de mantener poblaciones de artrópodos, patógenos, nematodos, malezas y otras plagas, en niveles por debajo de aquellos que causan daño económico, al mismo tiempo que aseguran protección contra daños al hombre y al medio ambiente (FAO, 1998).

El MIP procura reducir los problemas fitosanitarios a través de la utilización de diversas tácticas, considerando factores económicos, sociales y ambientales, optimizando el control en relación a todo el sistema de producción de una especie cultivada. Las principales tácticas, utilizadas en combinaciones diferentes conforme la situación de cada cultivo en cada localidad (FAO, 1998).

El Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE), 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. La meta es proveer un producto limpio e inocuo para el consumidor y esto se logra con monitoreos constantes para preveer el ataque de plagas y enfermedades y así anticiparse a los incrementos críticos, logrando con esto mantener las poblaciones en niveles no perjudiciales (Cámara de Comercio, 2015).

Lo interesante de las prácticas de manejo integrado de enfermedades es la búsqueda continua de alternativas para el uso racional de los recursos destinados para la protección de los cultivos. El uso de inoculantes microbianos multifuncionales con atributos en la promoción del crecimiento vegetal y en la regulación biológica de patógenos, directa o indirectamente proporciona múltiples beneficios para las plantas, aumentando los rendimientos, calidad, sanidad de los productos y con respeto al medio ambiente se convierte en una estrategia biológica que puede incluirse en el Manejo Integrado de Enfermedades (MIE) o ser una opción independiente ajustada a los sistemas de producción limpia y sostenible (Cano, 2013).

Entre los microorganismos más utilizados para controlar las diferentes enfermedades en cultivos de fresa están los hongos micorrizógenos vesículo arbusculares (HMA o AMF en inglés) (Matsubara, 2004). Existen plantas que al ser inoculadas son más tolerantes al marchitamiento por algunos tipos de hongos, en un estudio realizado se encontró que plantas de fresa inoculadas con AMF fueron más tolerantes al marchitamiento producido por *Fusarium* sp., comparado con plantas sin tratar. A partir de los cambios metabólicos observados en las plantas inoculadas con AMF, en cuanto al aumento del contenido de aminoácidos totales (Matsubara & Koshikawa, 2009).

En trabajos desarrollados por (Murph, Rafferty, & Cassells, 2000), inocularon microplantas de fresa silvestre (*Fragaria vesca*) en la fase de adaptación en invernadero con tres inoculantes comerciales Endorize IV, VAMINOC y la especie *Glomus mosseae*, a la vez utilizaron un sustrato enriquecido Supresor®, de turba comercial modificado con restos de mariscos que contenían quitina en su composición. Estos autores verificaron un efecto aditivo en la estimulación de la longitud de raíces y porcentajes de colonización radicular, en los tratamientos con VAMINOC, la especie *G. mosseae* y el sustrato enriquecido, pero no con las plantas inoculadas con Endorize IV y el sustrato.

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

Las plantas micorrizadas también tienen beneficios en cuanto a su nutrición vegetal, en la estimulación y absorción de agua (Cano & Hoyos, 2011), estos beneficios repercuten directamente en la sanidad de los cultivos y la calidad de la cosecha.

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

Entre los antagonistas más empleados para el control de las enfermedades fúngicas resaltan varias especies de hongos como *Trichoderma* spp. y *Gliocladium roseum* (*Clonostachys rosea* (Link) Schroers, así como la bacteria *Bacillus subtilis* Cohn. El amplio espectro de estos microorganismos antagonistas contra diferentes blancos patológicos; la posibilidad de incluirlos antes y durante el establecimiento del cultivo e incluso en la poscosecha; y la multifuncionalidad que presentan no solo como agentes de control biológico, sino como promotores del crecimiento vegetal y biofertilizantes, hacen que la inclusión de esta estrategia biológica en el manejo integrado de enfermedades sea atrayente para los productores, los cuales deben adaptarse a las exigencias de los consumidores que cada día demandan más productos limpios e inocuos (Cano, 2013).

5.3.11. Microorganismos eficientes

Los Microorganismos Eficientes (ME) son una combinación de microorganismos beneficiosos de cuatro grupos principales: bacterias fototróficas, levaduras, bacterias productoras de ácido láctico y hongos de fermentación. Estos microorganismos efectivos cuando entran en contacto con

materia orgánica secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelatados y fundamentalmente sustancias antioxidantes. Además mediante su acción cambian la micro y macroflora de los suelos y mejoran el equilibrio natural, de manera que los suelos causantes de enfermedades se conviertan en suelos supresores de enfermedades. A través de los efectos antioxidantes promueven la descomposición de la materia orgánica y aumentan el contenido de humus (BID, 2009).

5.3.12. Microorganismos de montaña

Los Microorganismos de Montaña (MM) se podrían catalogar como un tipo de ME, o sea, un consorcio de microbianos ya que su composición y las posibles relaciones que generan son múltiples, se indica que contienen bacterias fotosintéticas, bacterias productoras de ácido láctico, actinomicetes, hongos filamentosos y levaduras. Los MM son un producto de fabricación artesanal de bajo costo, que no requiere medios de crecimiento sofisticados para el escalamiento y que pretende aprovechar la diversidad microbiana tanto taxonómica como funcional, de las comunidades de microorganismos nativos de zonas boscosas, para luego incorporarlos en las unidades de producción agrícola. Entre los usuarios de este tipo de tecnología se acepta que la mejor fuente de inóculo son los bosques cercanos a los sitios de producción agrícola, ya que presentan microorganismos adaptados a las condiciones de la zona (Castro, Murillo, Uribe, & Mata, 2015).

Los microorganismos de montaña son: hongos, bacterias, micorrizas, levaduras y otros organismos benéficos. Los cuales viven y se encuentran en el suelo de montañas, bosques, barras de bambú, lugares sombreados y sitios donde en los últimos 3 años no se han utilizado agroquímicos. Estos microorganismos habitan y se desarrollan en un ambiente natural, Muchos de

estos microorganismos cumplen roles benéficos en los procesos biológicos de los suelos y agroecosistemas, y pueden ser encontrados en la capa superficial y orgánica de todo suelo de un ecosistema natural donde no haya habido mucha intervención del hombre (Tencio, 2014).

Los MM contienen un promedio de 80 especies de microorganismos de unos 10 géneros, que pertenecen básicamente a cuatro grupos: bacterias fotosintéticas, actinomicetos, bacterias productoras de ácido láctico, Levaduras. En un suelo degradado debido al abuso de agroquímicos, la actividad de los microorganismos es casi nula, mientras que en un suelo fértil, la fauna y la flora microbiana presentes son las encargadas de regular los procesos de intercambio entre el suelo y las plantas. Entonces la clave para pasar de una agricultura convencional a una agricultura ecológica es mejorando el suelo, el cual se logra aplicando los MM (Microorganismos de Montaña) (Tencio, 2014).

Los Microorganismos de Montaña tienen las siguientes funciones: Descomponen la materia orgánica, compiten con los microorganismos dañinos, reciclan los nutrientes para las plantas, fijan el nitrógeno en el suelo, degradan las sustancias tóxicas (pesticidas), y producen sustancias y componentes naturales que mejoran la textura del suelo (Tencio, 2014).

5.3.13. Hongos antagonistas

Entre los antagonistas más empleados para el control de la enfermedades fúngicas resaltan varias especies de hongos como *Trichoderma* spp. y *Gliocladium roseum* (*Clonostachys rosea* (Link) Schroers, así como la bacteria *Bacillus subtilis* Cohn. El amplio espectro de estos microorganismos antagonistas contra diferentes blancos patológicos; la posibilidad de incluirlos antes y durante el establecimiento del cultivo e incluso en la poscosecha; y la multifuncionalidad

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

El control biológico con microorganismos antagonistas comenzó a ser investigado de forma constante a partir de los años 80. *Trichoderma harzianum* se ha utilizado en el control de hongos como *Botrytis cinerea* postcosecha en uvas, controlando parcialmente la enfermedad *in situ*. También se ha usado contra *Botrytis cinerea* y *Penicillium expansum* en manzanas, protegiendo durante dos meses al fruto *in situ*. Los mecanismos de biocontrol atribuidos a *Trichoderma* spp. son: micoparasitismo, competencia por los nutrientes y antibiosis, siendo el micoparasitismo el principal mecanismo de acción de este hongo. Este biocontrolador cubre al hongo, ataca y penetra en sus células causándole un daño extensivo alterando y degradando la pared celular, causa retracción de la membrana plasmática y desorganización del citoplasma. La identificación de hongos postcosecha en fresa representa un avance para determinar los mejores métodos de control, siendo el control biológico uno de los más adecuados por ser inocuo a los seres humanos, y no deja efecto residual en el fruto como los fungicidas o agroquímicos en general. El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto antagónico de *T. harzianum* sobre algunos hongos patógenos postcosecha en fresas, así como conocer su mecanismo de acción (Guédez, Cañizalez, Castillo, & Olivar, 2009).

5.3.14. Bacillus subtilis

El principal grupo de bacterias formadoras de endosporas es el de la familia *Bacillaceae*, la cual comprende cinco géneros ampliamente reconocidos: *Bacillus*, *Sporolactobacillus*, *Clostridium*,

Desulfotomaculum y *Sporosarcina*, siendo el género *Bacillus* por su gran contribución en el desarrollo de la microbiología el de mayor importancia en la familia *Bacillaceae*. El género *Bacillus* tiene más de 50 especies descritas, sin embargo con base en la variedad de criterios taxonómicos el grupo pertenece como uno de los más heterogéneos (Aguilar, Vlamakis, Losick, & Kolter, 2007).

Bacillus subtilis es una bacteria Gram positiva, que produce endospóras, las cuales resisten a factores físicos perjudiciales como la T°, la desecación, la radiación, los ácidos y los desinfectantes químicos, estos microorganismos viven dentro de los límites de temperatura de 55 a 70 °C y puede soportar Ph has de 2 a 3 (Lisboa, 2003).

Es una bacteria utilizada como biofertilizante, promotora del crecimiento vegetal, es decir, ayuda al desarrollo de la planta, específicamente a que la raíz posea mejor estructura mejorando la absorción de nutrientes que la planta necesita para su desarrollo, además es utilizada como control biológico de algunas enfermedades (Gonsalez, 2012).

5.3.15. *Trichoderma harzianum*

El hongo *Trichoderma* sp. es un eficiente controlador biológico ampliamente usado en agricultura por su habilidad para colonizar sustratos rápidamente, inducir resistencia sistémica adquirida en plantas, promover el crecimiento vegetal y poseer actividad antagonista contra un amplio rango de hongos patógenos (Cruzat & Ionannidis, 2008).

Los mecanismos de biocontrol atribuidos a *Trichoderma* spp. son, competencia por los nutrientes, antibiosis y micoparasitismo, siendo este último el más importante mediante el cual

ataca y penetra en sus células causándole un daño extensivo alterando y degradando la pared celular, provocando la retracción de la membrana plasmática y desorganización del citoplasma sobre *Rhizoctonia solani* Kühn, *Sclerotium rolfsii* Sacc., *Sclerotinia sclerotiorum* de Bary, *Fusarium oxisporum* Schltdl., *Botrytis cinerea* Pers, causantes de enfermedades importantes en diversos cultivos (Murillo, Guerrero, & Zapata, 2016).

Trichoderma sp. tiene reconocida capacidad de promoción del crecimiento de los cultivos, especialmente en condiciones de estrés abiótico, lo que lo convierte en un individuo con características muy interesantes para ser tenido en cuenta en cultivos orgánicos, producción sostenible y en condiciones de suelos agotados por monocultivos (Cruzat & Ionannidis, 2008).

Por ser un hongo habitante natural del suelo permite trabajar con cepas nativas, aisladas del lugar donde desarrollará su actividad biocontroladora y promotora del crecimiento, no alterando la composición cualitativa del suelo sino la cuantitativa llevando progresivamente al equilibrio dinámico perdido por la realización de prácticas culturales poco adecuadas (Murillo, Guerrero, & Zapata, 2016).

5.3.16. Biofertilizantes artesanales

Los biofertilizantes son preparados de microorganismos que pueden ser aplicados al suelo y/o planta. Los microorganismos contenidos en los biofertilizantes son capaces de sintetizar sustancias que promueven el crecimiento de la planta, fijando nitrógeno atmosférico, solubilizando hierro y fósforo inorgánico y mejorando la tolerancia al estrés hídrico, salinidad, metales pesados y exceso de pesticidas, por parte de la planta y/o poseer la capacidad de disminuir o prevenir los efectos de deterioro de microorganismos patógenos dependiendo del grupo de

microorganismos al que pertenezcan. Además de mejorar las características físicas del suelo y controlar algunas enfermedades del suelo que causan la pudrición de raíces, y un aumento en la actividad microbiana (Romero, Ocampo, Sandoval, & Toba, 2012).

El uso de productos orgánicos como los peróxidos se vislumbra también como una posibilidad para minimizar el impacto ambiental. El peróxido de hidrógeno es un agente oxidante con alta reactividad que se utiliza ampliamente como un desinfectante (Cuervo, y otros, 2014).

5.4.Marco legal

El proyecto se desarrolló bajo 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.

Reglamento Estudiantil, Universidad de Pamplona. ACUERDO No.186

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

Capítulo VI. Trabajo de grado.

ARTÍCULO 35. Definición de Trabajo de Grado: En el Plan de Estudios de los programas, la Universidad establece como requisito para la obtención del título profesional, la realización por parte del estudiante, de un trabajo especial que se denomina “TRABAJO DE GRADO”, por medio del cual se consolida en el estudiante su formación integral, que le permite: a. Diagnosticar problemas y necesidades, utilizando los conocimientos adquiridos en la Universidad. b. Acopiar y

analizar la información para plantear soluciones a problemas y necesidades específicas. c. Desarrollar planes y ejecutar proyectos, que le permitan demostrar su capacidad en la toma de decisiones. d. Formular y evaluar proyectos. e. Aplicar el Método Científico a todos los procesos de estudio y decisión.

ARTÍCULO 36. Acuerdo No.004 de 12 de enero de 2007. Modalidades de Trabajo de Grado: El Trabajo de Grado, puede desarrollarse en: Investigación: Comprende diseños y ejecución de proyectos que busquen aportar soluciones nuevas a problemas teóricos o prácticos, adecuar y apropiar tecnologías y validar conocimientos producidos en otros contextos. Para los estudiantes que se acojan a esta modalidad, deberá presentar al Director de Departamento el anteproyecto que debe contener: propuesta para la participación en una línea de investigación reconocida por la Universidad, tutor responsable del Trabajo de Grado y cronograma, previo estudio y aprobación de la misma, del respectivo Grupo de Investigación.

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 & Asohofrocol, 2009).

Así mismo, se cuenta con las leyes del congreso de la republica 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 & Asohofrocol, 2009). En la Tabla 2 se establecen las principales bases normativas relacionadas con este subsector:

Tabla 2: Bases normativas

Norma	Descripción
Decreto 2811 (1974).	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
Decreto 1449 de 1977	Por el cual se reglamentan parcialmente el inciso 1 del numeral 5 del artículo 56 de la Ley 135 de 1961 y el Decreto Ley No. 2811 de 1974.
Código sanitario nacional (1978).	Se establecieron los lineamientos generales en materia de regulación de calidad del agua y aire, así como el manejo de los residuos sólidos.
Ley 9 (1979).	Por la cual se dictan Medidas Sanitarias.
Decreto 1843 (1991).	Por el cual se reglamentan parcialmente los títulos III, V, VI, VII y XI de la ley 09 de 1979, sobre uso y manejo de plaguicidas.
Ley 99 (1993).	Se crea el Ministerio de Ambiente y se reordena el sector publico encargado de la gestion y conservación del ambiente y los recursos naturales y se organiza el sistema nacional ambiental (SINA).
Resolución 2888 (2011).	Por medio de la cual se deroga el numeral 5 del artículo 4 de la Resolución 1167 de 2010. “Por medio de la cual se establecen los requisitos para el registro y control de personas que se dediquen a la comercialización de insumos agropecuarios y/o semillas para siembra a través de establecimientos de comercio”.
Resolución 693 (2007).	Por la cual se establecen criterios y requisitos que deben ser considerados para los Planes de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo de Plaguicidas.
Resolución 002004 (2015).	Por medio de la cual se modifica el Anexo 1 de la Resolución 0754 de 2011.
Resolución 3002 (2005).	Por la cual se dictan disposiciones sobre la modificación al etiquetado de los insumos agrícolas (plaguicidas químicos de uso agrícola, reguladores fisiológicos de plantas, coadyuvantes, fertilizantes y acondicionadores de suelos, bioinsumos agrícolas y extractos vegetales).
Resolución 698 (2011).	Por medio de la cual se establecen los requisitos para el registro de departamentos técnicos de ensayos de eficacia, productores e importadores de bioinsumos de uso agrícola y se dictan otras disposiciones.

Fuente: Adaptado de la Guía Ambiental hortifrutícola de Colombia (2009).

6. METODOLOGÍA

El proyecto se desarrolló en el período comprendido entre octubre del 2017 y marzo del 2018. La investigación se implementó inicialmente en cuatro veredas del municipio junto con el apoyo de la Universidad de Pamplona. Las veredas fueron: Fontibón, Chichira, Monte dentro y Rosal; se escogieron porque tienen mayor área de establecimiento y producción en el municipio. Posteriormente se desarrolló un experimento de campo en la Finca San Francisco en la Vereda Monte dentro con el fin de evaluar los respectivos biopreparados: MM, M6, Caldo Rizósfera y hongo *Trichoderma harzianum*. junto con los productos químicos Benomyl® y Ceraquint®,

La Figura 3 muestra el proceso general que se siguió para la ejecución de la investigación en el municipio de Pamplona.

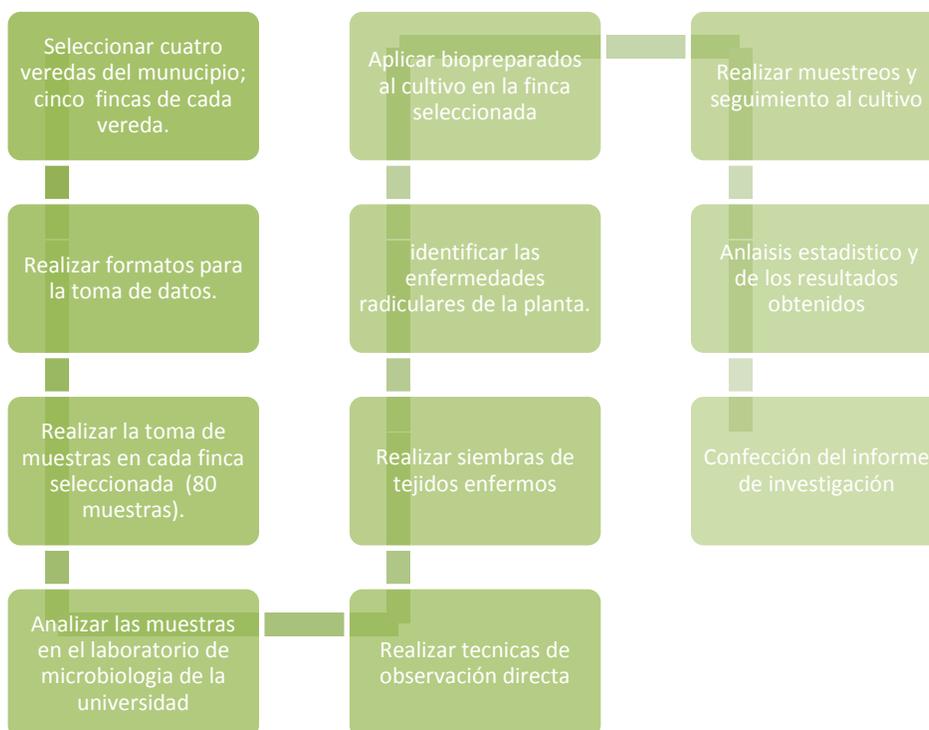


Figura 3: Metodología para la realización del proyecto. Fuente: Autor

6.1. Identificación de las principales enfermedades radicales en el cultivo de fresa bajo las condiciones climáticas del municipio de Pamplona

La investigación se desarrolló en la Universidad de Pamplona, en las veredas productivas del Municipio Pamplona las cuales fueron: Fontibón, Chíchira, Monteadentro y Rosal y en la Finca San Francisco en la Vereda Monteadentro donde se realizó el experimento de campo en el periodo comprendido entre noviembre del 2107 a marzo del 2018. Durante esta etapa concurren las siguientes condiciones meteorológicas de Humedad relativa (Figura 4), Temperatura (Figura 5), y Lluvias: (Figura 6).

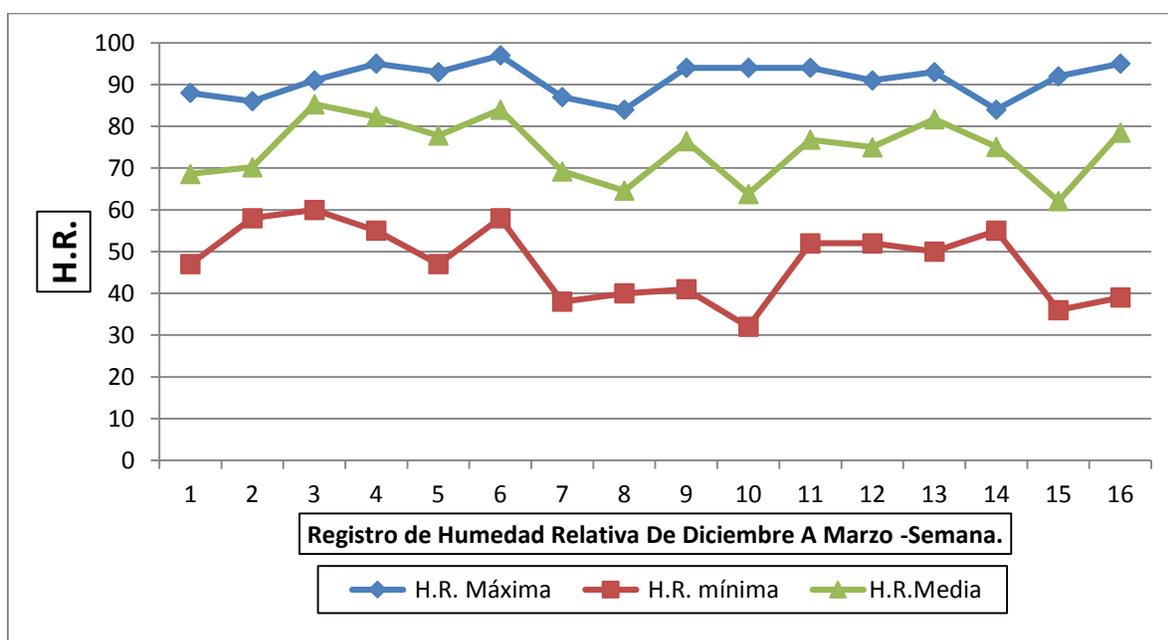


Figura 4: Registro de Humedad Relativa Máxima, Mínima, Media.

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

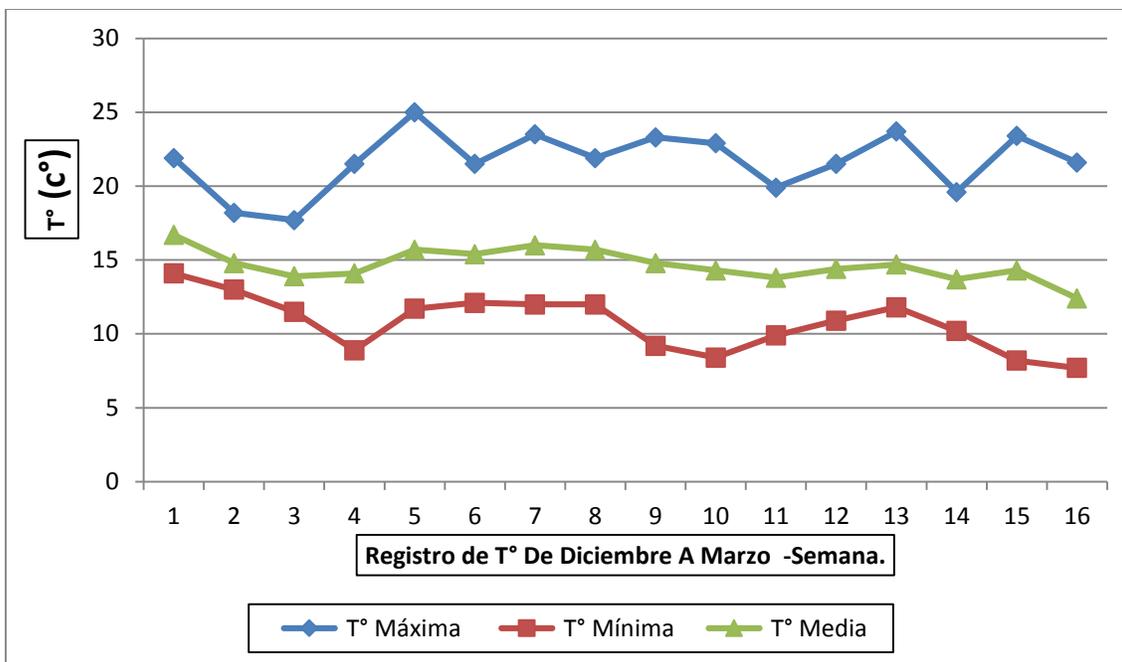


Figura 5: Registro de Temperatura Máxima, Mínima, Media.

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

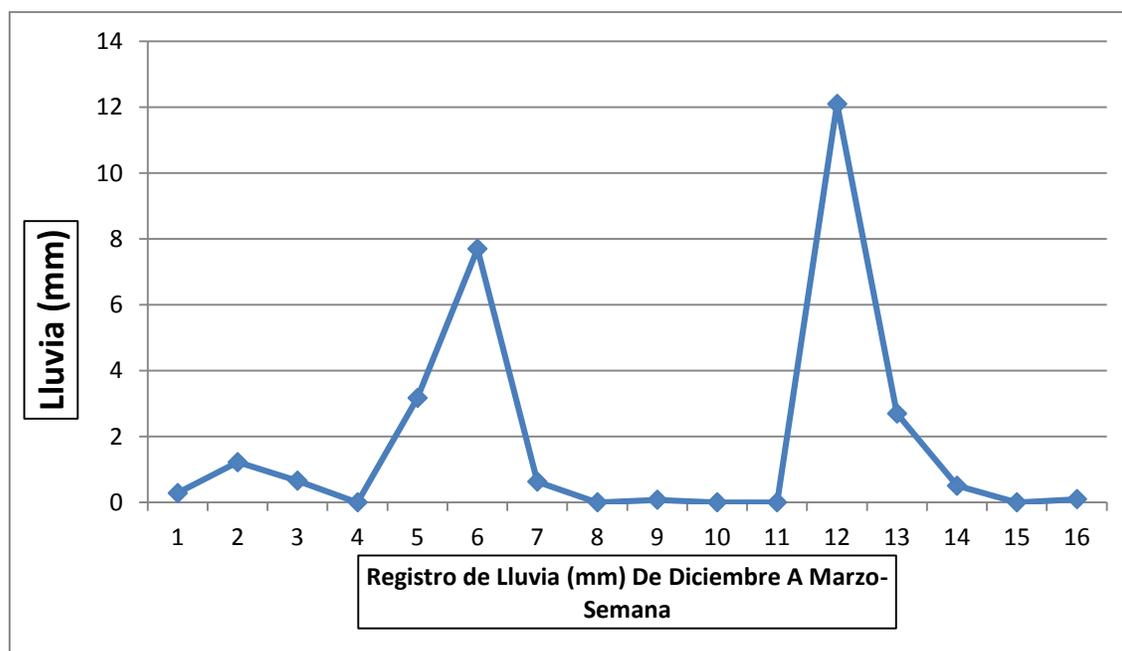


Figura 6: Registro de Lluvia (mm).

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

Se realizó una visita prospectiva a dos cultivos de fresa en cada vereda a estudiar: Fontibón, Chíchira, Monteadentro y Rosal con el fin de hacer un reconocimiento de las enfermedades del cultivo. Los muestreos se desarrollaron en doble diagonal y en zigzag siempre monitoreando el centro del cultivo y sin tomar plantas de los bordes. De los síntomas más representativos observados en las lesiones radiculares de las plantas se tomaron muestras que se llevaron al laboratorio para la identificación del agente causal. Las muestras se analizaron en el laboratorio de microbiología de la UNIPAMPLONA, tratando de llegar hasta nivel de especie. Se emplearon técnicas de observación directa al estéreo y al microscopio, la técnica de cámara húmeda y siembras de tejido enfermo en medios de cultivos artificiales (PDA) con el fin de identificar los patógenos de las enfermedades radiculares del cultivo.

6.2. Determinación de la incidencia de las principales enfermedades radiculares del cultivo de la fresa en el municipio Pamplona

Se realizó una investigación de tipo exploratoria con un muestreo dirigido a cuatro veredas; Fontibón, Chíchira, Monteadentro y Rosal del municipio Pamplona en las cuales se seleccionaron de forma dirigida cinco fincas por vereda para un total de 20. Esto representa alrededor del 10 % de las fincas productoras de fresa en el municipio.

En cada finca se escogió un lote de fresa de entre 6 y 12 meses de edad en el cual se realizó un muestreo de 80 plantas/ campo. Se utilizó el método de doble diagonal y en zigzag, sin monitorear plantas de los bordes en el cultivo. En cada finca se tomaron además los siguientes datos: nombre del agricultor, vereda, nombre de la finca, variedad establecida.

Los síntomas de enfermedad se determinaron bajo el parámetro de presencia o ausencia por planta tomada al azar para obtener un sondeo de plantas enfermas y de plantas sanas. Se tomaron los datos para la identificación de patógenos por cada vereda y por cada finca.

Para esta cuantificación se utilizó un modelo de campo para identificar enfermedades, donde se tomó información sobre el nombre del propietario, nombre de la finca, nombre de la vereda, variedad del cultivo de fresa, área del lote, fecha de plantación, fenología del cultivo y los síntomas de la enfermedad, para luego obtener el total de plantas enfermas y determinar el porcentaje de incidencia o distribución de cada enfermedad radicular.

Se contabilizaron las plantas enfermas en el campo para precisar la etiología de las enfermedades se hicieron cortes a las raíces de las plantas para verificar el síntoma y asignar el posible agente causal, según los resultados de identificación de las enfermedades del epígrafe anterior. Se determinó la incidencia en general de plantas enfermas por cada agente causal.

Las fórmulas que se utilizaron fueron:

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

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

A partir de la información obtenida a nivel de campo se determinó el porcentaje de incidencia general ponderada de plantas enfermas y por cada enfermedad a nivel de vereda, por variedad, por fecha de plantación y edad.

Se usaron las fórmulas siguientes:

$$\text{Incidencia ponderada} = \frac{\sum A_i \times I_i}{\sum A_i}$$

Dónde:

A_i : área de cada campo i .

I_i : Incidencia de una enfermedad o plantas muertas por un agente causal del campo i

A partir de estos resultados se determinaron las enfermedades primarias del cultivo de la fresa en las condiciones de Pamplona y sus niveles de incidencia de plantas enfermas y muestras por veredas y variedades.

6.2.Determinación del efecto de tres biopreparados orgánicos producidos por ASPAGRO para el control de enfermedades radicales en el cultivo de fresa.

Se desarrolló una investigación experimental en la Finca San Francisco en la Vereda Monte dentro del municipio de Pamplona N/S con tres biopreparados producidos por ASPAGRO (MM, M6, Caldo Rizósfera) junto con los productos químicos Benomyl® y Ceraquint® y el hongo antagonista *Trichoderma*. Se aplicaron cada 15 días a una plantación de fresa y el seguimiento se realizó en el campo, realizando monitoreo a los tres días después de cada aplicación para su posterior análisis y resultado. Se realizaron en total siete aplicaciones de los productos en el experimento y ocho muestreos uno inicial y siete después del inicio de las aplicaciones.

Antes de realizar las aplicaciones de los productos se realizó un saneamiento uniforme al cultivo o área de investigación y registrar el estado del cultivo que manejo se había realizado con el fin de obtener información en el momento de aplicar los productos.

Los tratamientos utilizados fueron los siguientes:

1. Biopreparado MM
2. Biopreparado Caldo Rizósfera
3. Biopreparado M6
4. *Trichoderma* (biopreparado comercial)
5. Benomyl®
6. Fosfito de Potasio (Ceraquint®)
7. Testigo sin tratamiento

Los tratamientos se dispusieron en un diseño experimental de bloques al azar con arreglo 7 x 4 (los 7 tratamientos referidos con 4 réplicas), o sea, 28 unidades experimentales (parcelas). Cada parcela contó con 4 surcos de 15 m de largo.

Los biopreparados evaluados se obtuvieron en la Finca Sol Vida asociada con ASPAGRO con las siguientes características relacionadas en la Tabla 3.

Tabla 3: Biopreparados a evaluar

Biopreparados comerciales	Ingredientes	Tipo de fermentación	Uso propuesto/ Concentración
MM	Microrganismos eficientes de montaña melaza y salvado de arroz (<i>Oriza sativa</i> L.)	aeróbica	Biofertilizante y antagonista 1,72x10 ⁶ UFC/mL
Caldo rizósfera	Raíces de plantas: ortiga (<i>Urtica dioica</i> L.), borraja (<i>Borago officinalis</i> L.), kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochts ex Chiov), trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L.) conseguidas en la granja, a lo cual se le añade yogurt, melaza, potas agua oxigenada y harina de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	aeróbica	Biofertilizante y antagonista 1,24x10 ⁶ UFC/mL
M6	Microorganismos eficientes de una zona virgen, vinagre, etanol, plantas aromáticas, jengibre (<i>Zingiber officinale</i> Rosc.), ajo (<i>Allium sativum</i> L.), cebolla (<i>Allium cepa</i> L.), pimienta y ají (<i>Capsicum annum</i> L.).	anaeróbica	Biofertilizante y antagonista 9,13x10 ⁵ UFC/mL

Fuente: Propia

Las dosis usadas para los biopreparados fueron MM y Caldo rizósfera del 5 % (50 mL/L) y M6 del 3% (600mL/L), Los productos químicos y *Trichoderma* se aplicaron según dosis de las casas comercializadoras. La Tabla 4 señala los tratamientos aplicados en la finca San Francisco, así mismo la casa comercial, la dosis y el equipo de aplicación.

Tabla 4: Tratamientos utilizados en la Finca San Francisco

Tratamientos	Casa comercial	Dosis	Equipo de aplicación
MM: Microrganismos eficientes, melaza y salvado de arroz	biopreparados producidos por ASPAGRO	1000 ml/20 L	Bomba de espalda
Caldo rizósfera Raíces de plantas: yogurt, melaza, agua oxigenada y harina de frijol.	biopreparados producidos por ASPAGRO	1000 ml/20 L.	Bomba de espalda
M6: ME, vinagre, etanol y plantas aromáticas,	biopreparados producidos por ASPAGRO	600 ml/20 L	Bomba de espalda
<i>Trichoderma</i> TRICHOX WP es un bioinsumo formulado con el hongo <i>Trichoderma harzianum</i> .	Biox	0,5 g/m ²	Bomba de espalda
Benomyl Methyl 1- (butylcarbomoyl)benzimidazol-2-ylcarbamate	Del monte-Agrosciences S.A.S.	1g/1 L	Bomba de espalda
Ceraquint: Fosfito de potasio	Ceradis Colombia	2,8 Kg/ha	Bomba de espalda
Testigo			

Fuente: Propia

Se realizaron los tratamientos con una asperjadora manual de espalda de 20 L de capacidad con una solución final de 400 L/ha.

Muestreos

La evaluación de los síntomas de las enfermedades se realizó quincenalmente, tres días después de cada aplicación. Se evaluaron 40 plantas/parcela cada 15 días en los surcos centrales.

En cada parcela o unidad experimental se determinó el porcentaje de incidencia de cada enfermedad y de la forma explicada anteriormente.

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

Con la información de los muestreos quincenales 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 se transformaron en $2 \arcsen \sqrt{\% 100}$. con estos Se realizó un análisis de varianza en las variables obtenidas (Incidencia y ABCPE), se comprobó previamente de supuesto de normalidad, por la prueba de kolmodorov Smirnov. Se compararon las medidas

por la prueba de Tukey con una probabilidad de error de $p \leq 0,05$). Para todos los análisis se empleó el paquete estadístico SPSS.

7. RESULTADOS Y ANÁLISIS

7.1. Identificación de las principales enfermedades radiculares en el cultivo de fresa bajo las condiciones climáticas del municipio de Pamplona

En el trabajo realizado en campo se identificaron los síntomas que relacionan la presencia de dos enfermedades en el cultivo de fresa: *Phytophthora fragariae* y *Fusarium* sp. (Fuente: Autor). La Figura 7 señala los síntomas asociados a las enfermedades encontradas en las fincas vinculadas a la investigación, como lesiones necróticas de color pálido, color café en las hojas más viejas de la planta, además lesiones del tejido interno de la raíz (color rojo).



Figura 7: Síntomas asociados a las enfermedades encontradas en las fincas (A y B).

En los muestreos realizados se identificaron dos enfermedades radiculares como las más importantes en las condiciones de fresa en Pamplona N/S: fueron las siguientes *fusariosis* causada

por *Fusarium* sp. y pudrición de la corona causada por *Phytophthora fragariae* Hickman (Tabla 5).

Tabla 5: Patógenos identificados en los cultivos de fresa en las cuatro veredas en estudio

Síntomas	Caracterización del síntoma	Microorganismo asociado
Plantas con poco crecimiento, decoloración interna de la corona, marchitamiento de las hojas viejas, atrofiamiento, colapso de la planta, raíces suaves oscuras y podridas.	Lesiones necróticas de color pálido, color café en las hojas más viejas de la planta y posterior ruptura del tejido.	<i>Fusarium</i> sp.
Crecimiento pobre, atrofiamiento, marchites de todas las hojas al mismo tiempo, colapso de la planta, raíces suaves oscuras y podridas.	Lesiones del Tejido interno de la raíz (color rojo)	<i>Phytophthora fragariae</i> .

Fuente: propia

Algunas de las plantas que se seleccionaron presentaban hojas de color amarillo y color café intenso, señal que la planta estaba marchita parcialmente, además la raíz era muy frágil y se evidenciaba la ruptura de la misma.

Durante las observaciones realizadas con el estereoscopio y el microscopio en el laboratorio, se pudo distinguir el crecimiento de los microorganismos en las cámaras húmedas con fragmentos de las raíces, correspondiéndose con el desarrollo de *Phytophthora fragariae* y *Fusarium* sp.

En la Figura 8 A y B, se muestra el pseudohongo (cromista) *Phytophthora fragariae* donde se observan las esporas asexuales (esporangios ovoides alargados y papilados) y el micelio cenocítico característico de Oomycete. En las Figuras 8 C y D se puede observar el crecimiento de *Phytophthora fragariae* en colonia joven y colonia adulta en cajas de Petri.

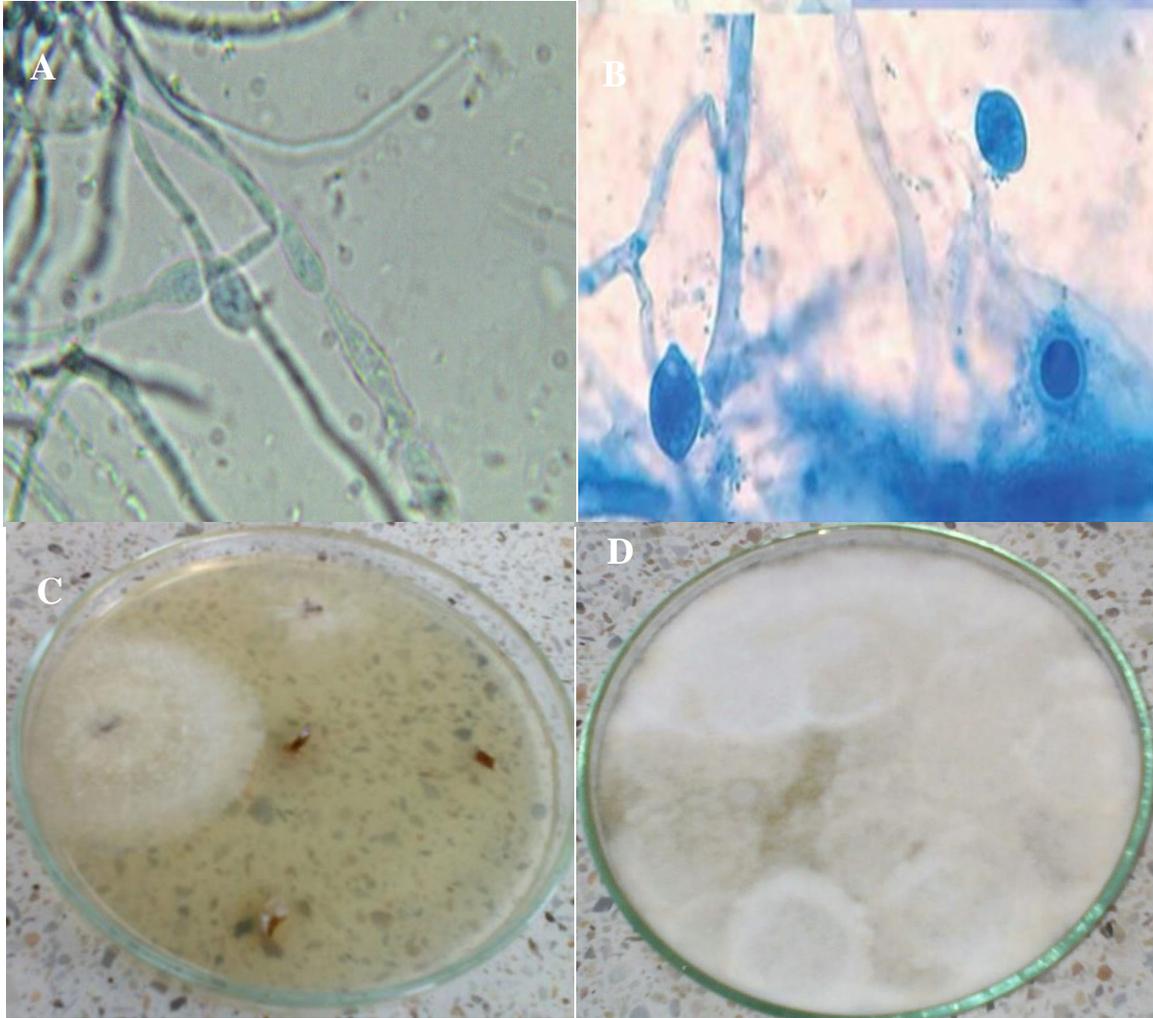


Figura 8: Hongo *Phytophthora fragariae*: clamidosporas con pared celular delgada (A); esporangios ovoides alargados papilados (B). crecimiento colonia joven de *Phytophthora fragariae* (C), crecimiento colonia adulta de *Phytophthora fragariae* (D)

Así mismo la Figura 9 se muestra el hongo *Fusarium* sp. Se pueden observar un macroconidio de *Fusarium* (A) y los conidióforos y una masa de conidios (macro y microconidios) (B), así como el crecimiento característico del hongo *Fusarium* sp. en colonia joven (Figura 9 C) y colonia adulta (Figura 9 D) en cajas de Petri.

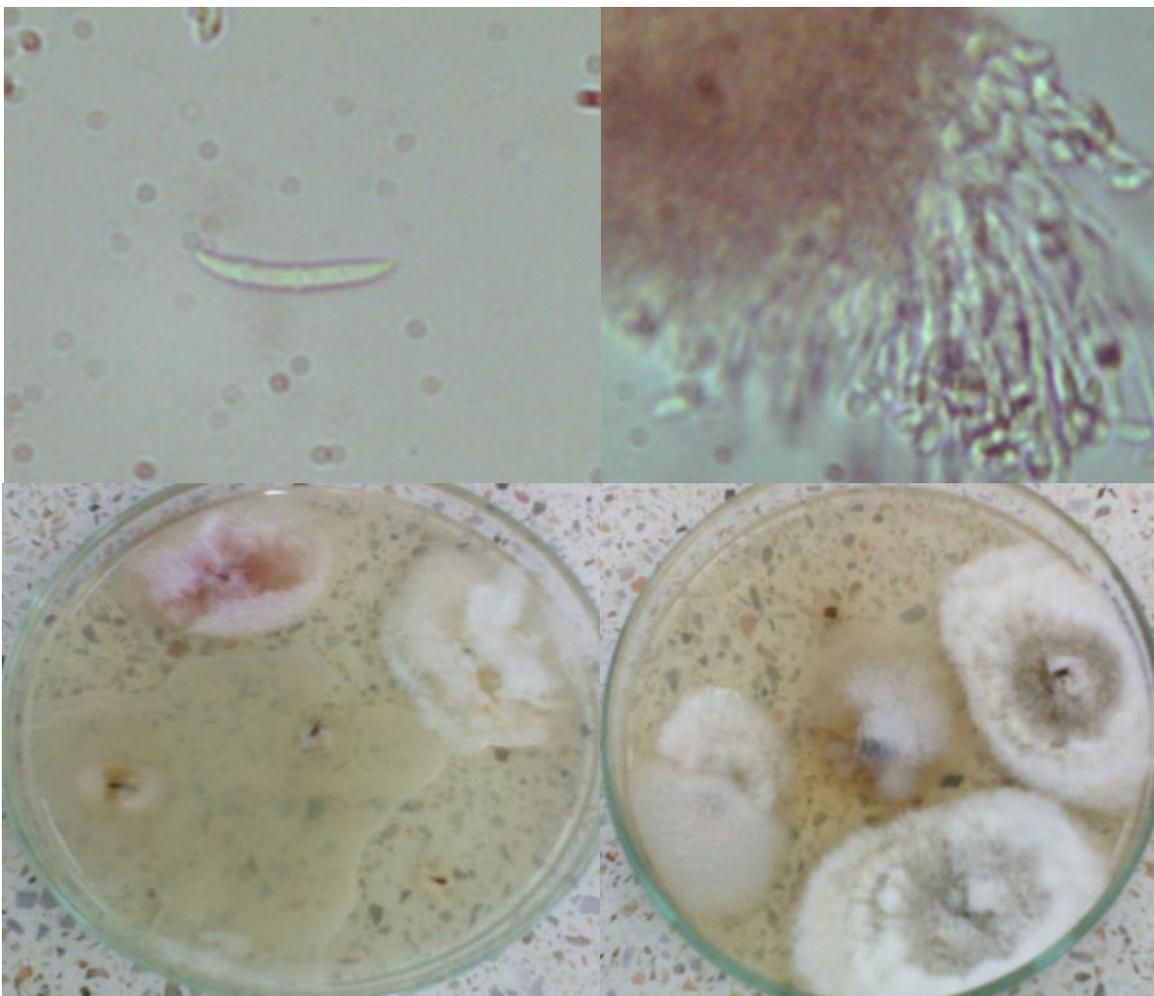


Figura9: Hongo *Fusarium* sp: Macroconidio de *Fusarium* sp. (A); Conidiosporos y conidios de *Fusarium* sp. (B).Crecimiento colonia joven de *Fusarium* sp. (C), crecimiento colonia adulta de *Fusarium* sp. (D).

Los síntomas iniciales de pudrición de las raíces en la fresa ocurren en las dos enfermedades ya cuando las plantas están bien establecidas como las del experimento y comienzan a producir fruta, entonces las hojas viejas se marchitan, el color de las hojas cambia a un verde gris y las hojas comienzan a secarse. Las plantas dejan de crecer y aparentan estar retrasadas en crecimiento cuando se comparan con plantas sanas.

Con el progreso de la enfermedad, prácticamente todo el follaje se desploma y se seca con la excepción de las hojas nuevas en la parte central de la planta. La producción de fruta en las plantas

infectadas puede disminuir antes de que se desarrollen los síntomas de enfermedad. Cuando el tejido interno de la corona de las plantas es examinado, los tejidos vasculares y corticales son de un color café oscuro hasta un anaranjado con café hay indicios de que estamos ante la presencia de *Phytophthora fragariae* . Los tejidos internos de la raíz principal también pueden estar descoloridos, de un color café oscuro, lo que coincide con lo señalado con otros autores (Koike & Ajwa, 2013).

Estas dos enfermedades son de gran importancia en el cultivo debido a que pueden afectar todos los tejidos vegetales como raíces, estolones, corona, tallo, hojas y frutos como plantean también otros investigadores (Freeman & Katan, 1997).

Otras publicaciones también coinciden en que los hongos de suelo que más daños producen al cultivo de la fresa se encuentran: *Fusarium* sp. y *Phytophthora* sp., estos hongos afectan a la planta desde su sistema radicular o zona cortical del cuello dando lugar a podredumbres (Infoagro, 2009).

7.2. Determinación de la incidencia de las principales enfermedades radiculares del cultivo de la fresa en el municipio Pamplona

Los resultados obtenidos muestran que en cuanto al porcentaje de incidencia por cada vereda respecto a las enfermedades encontradas, que la marchitez por *Fusarium* sp., varió entre 0,29% y 4,09% en las veredas Fontibón y Chíchira respectivamente. Los niveles de esta enfermedad fueron mayores para las veredas de Chíchira y El Rosal. La incidencia de *Phytophthora fragariae* varió entre el 5,54% en Monte dentro hasta un máximo de 7,92 % en Chíchira, sin diferencia estadística entre las veredas (Tabla 6).

Tabla 6: Porcentajes de incidencia de las enfermedades detectadas por vereda y Municipio

INCIDENCIA A NIVEL DE VEREDA		
Vereda	<i>Fusarium sp.</i>	<i>Phytophthora fragariae</i>
Chíchira	4,09 a	7,92 a
Fontibon	0,29 c	6,54 a
El Rosal	3,95 a	6,45 a
Monteadentro	1,03 b	5,54 a
Municipio	2,21	6,46

Proporciones con letras desiguales en las columnas difieren por la prueba de Z ($P \leq 0,05$). Fuente: Propia

En cuanto al porcentaje de incidencia para las dos enfermedades: *Fusarium sp* y *Phytophthora fragariae* a nivel de municipio, se observó el valor más alto para *Phytophthora fragariae* con un total de 6,46% y para *Fusarium sp.* el valor más bajo con un total de 2,21% (Tabla 6). Los resultados muestran mayor importancia relativa de *Phytophthora fragariae* respecto a *Fusarium* en las veredas estudiadas, y a nivel municipal.

La diferencia entre las veredas en cuanto a *Fusarium* puede deberse a situaciones de manejo agronómico por lo tanto no hay diferencias en las condiciones ambientales entre las veredas del Municipio de Pamplona, ya que la incidencia de las enfermedades, varía de acuerdo a los factores ambientales y de la condición del cultivo (Banacol, 2011).

La variedad que presentó menor porcentaje de incidencia frente a *Fusarium sp.* fueron Albión con 0,41% y Festival con 2,4%, aunque sin diferencia estadística de Monterrey, mientras con relación a *Phytophthora fragariae* el menor porcentaje de incidencia lo mostraron también las variedades Albión y Festival. La variedad Camino Real se destacó por presentar mayor porcentaje de incidencia tanto para *Fusarium sp.* (sin diferencia con Sabrina) como para *Phytophthora fragariae* con 7,2 % y 12,6 % respectivamente (Tabla 7).

Tabla 7: Porcentaje de Incidencia de las enfermedades detectadas por variedad

Variedad	% Incidencia	% Incidencia
	<i>Fusarium sp.</i>	<i>Phytophthora fragariae</i>
Monterrey	2,47 bc	7,58 b
Albi3n	0,41 c	5,85 c
Festival	2,4 c	5,41 c
Sabrina	5,4 ab	7,2 b
Camino Real	7,2 a	12,6 a

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

Fuente: Propia

Con relaci3n a la incidencia de plantas afectadas con *Fusarium sp.* algunos autores como Pastrana (2014) plantean que ha dependido en gran medida de la variedad de fresa que se cultiva cada a3o, con diferencia entre las diferentes campa3as, mencionando a las variedades Sabrina y Splendor como las de mayor incidencia donde el n3mero de las plantas muertas se concentr3 en el mes de mayo. Los presentes resultados concuerdan con los de este autor ya que Sabrina present3 la mayor incidencia de *Fusarium* junto a Camino Real y estuvo en un lugar intermedio desde el punto de vista estad3stico con respecto a *P. fragariae*.

7.3. Determinaci3n del efecto de tres biopreparados org3nicos producidos por ASPAGRO para el control de enfermedades radiculares en el cultivo de fresa.

La incidencia de la enfermedad *Phytophthora fragariae* en los diferentes momentos de evaluaci3n para cada uno de los tratamientos aplicados en el cultivo muestra que en el primer muestreo despu3s de las aplicaciones (**M-1**) no se observ3 diferencia entre los tratamientos, sin embargo ya en el cuarto muestreo (**M-4**) el an3lisis de la ANOVA mostr3 diferencia estad3stica entre los tratamientos con menores niveles de incidencia para CR, M6, MM y Benomil® con relaci3n al testigo que alcanzaba 36%, *Trichoderma* y Ceraquint® quedaron intermedios desde el

punto de vista estadístico. En el séptimo muestreo (M-7) los mejores tratamientos fueron CR, M6, MM, Benomyl® y Ceraquint® que difirieron del testigo quedando *Trichoderma* intermedio entre estos y el testigo, pero con diferencia de dos productos de ASPAGRO (CR y M6) (Tabla 8).

Tabla 8: Incidencia de la enfermedad *Phytophthora fragariae* en los diferentes momentos de evaluación para cada uno de los tratamientos aplicados

Tratamiento	M-1	M-4	M-7
Caldo Rizósfera (CR)	3,1 a	5,7 c	7,6 d
Micror. de Montaña (MM)	3,3 a	8,1 bc	11,3 bcd
M. Eficientes (M6)	2,6 a	6,9 bc	9,3 cd
<i>Trichoderma</i>	2,6 a	11,3 b	18,8 b
Fungicida Benomil	3,1 a	7,6 bc	13,1 bcd
Fosfito de potasio (Ceraquint®)	1,9 a	11,9 ab	15,0 bcd
Testigo	5,0 a	18,1 a	36,2 a
Coef. de variación (%)	34,00	13	12
Error típico*	0,05	0,04	0,05

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

Fuente: Propia

De acuerdo a los resultados obtenidos es de gran importancia profundizar en las especies bacterias del Caldo Rizósfera, biopreparado destacado en los resultados contra *Fusarium* y donde se encontró altas poblaciones de estos microorganismos (Castellanos, Céspedes, Sequeda, Jaimes, & Niño, 2018) ya que según Mendez & Viteri (2007) el caldo Rizósfera aporta una gran cantidad y diversidad de microorganismos benéficos que son importantes para la nutrición balanceada de la planta y su defensa contra los fitopatógenos.

Con relación a la dinámica de la incidencia de *Phytophthora fragariae* puede observarse estuvo oscilando entre el 5% y 30,2% en el testigo al obtener el más alto desarrollo de la enfermedad y una tendencia siempre en ascenso pronunciado, mientras que el biopreparado C. Rizósfera que fue el mejor producto al controlar de forma constante el desarrollo de la enfermedad

mostró valores inferiores durante la evaluación en campo (entre 3,1% y 7,6%) con una tendencia muy suave de crecimiento de la curva, mientras que resto de los tratamiento sobre todo *Trichoderma* quedaron intermedios en los dos tratamientos extremos (Figura 10)

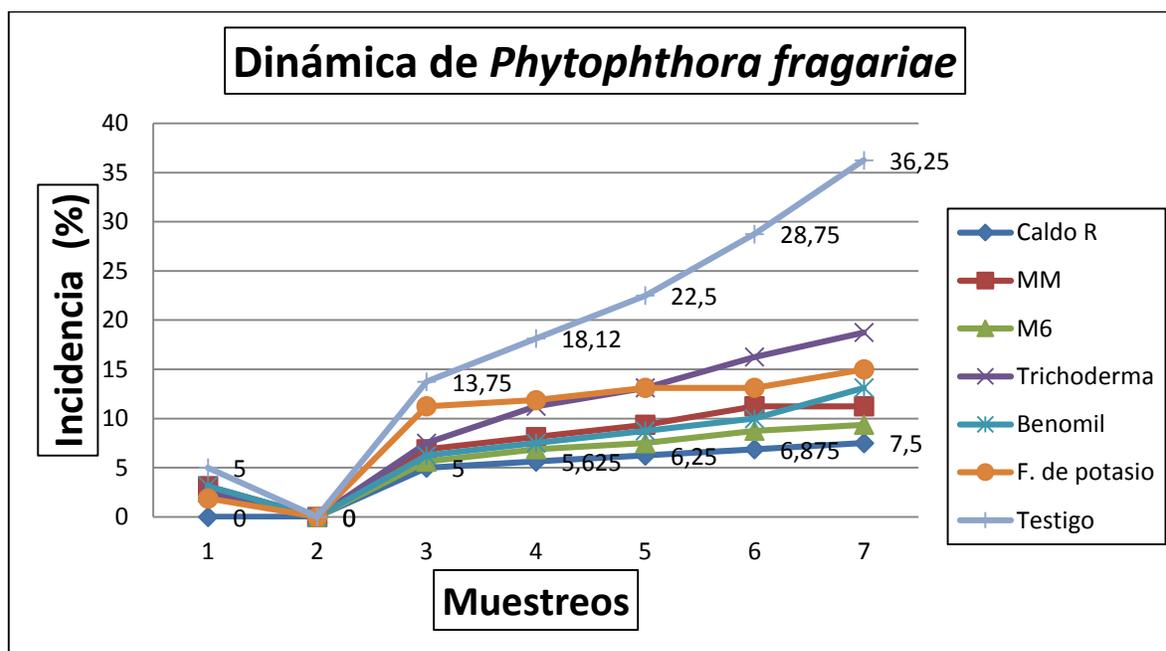


Figura 10: Dinámica de *Phytophthora fragariae*

Fuente: Propia

En cuanto a la incidencia de la enfermedad *Fusarium* sp. en diferentes momentos de aplicación para los diferentes tratamientos aplicados al cultivo se puede observar que durante los muestreos realizados a los 15 días (M1) se mantuvo con menor porcentaje el tratamiento aplicado con MM y Benomil® que se diferenciaron del testigo pero no del resto de los tratamientos. En el cuarto muestreo a los 56 días los tratamientos de mejores resultados con diferencia del testigo fueron Caldo rizósfera, M6 y Benomil®. En el muestreo de la quincena 7 el testigo mostró el mayor nivel de incidencia con un total del (25,7%), mientras que todos los tratamientos se diferenciaban de este. El tratamiento a base de *Trichoderma*, no se diferenciaba del testigo, pero sí del

tratamiento MM que obtuvo el menor porcentaje de incidencia (2,5%) aunque no se diferenciaron de este, Caldo rizosfera, M6, Benomil® y Ceraquint® (Tabla 9).

Tabla 9: Incidencia de la enfermedad *Fusarium* sp en diferentes momentos de aplicación para los diferentes tratamientos aplicados en la Finca San Francisco

Tratamiento	M-1	M-4	M-7
Caldo Rizósfera (CR)	1,8 ab	4,4 bc	5,0 bc
Micror. de Montaña (MM)	0,6 b	1,9 c	2,5 c
M. Eficientes (M6)	1,9 ab	5,0 bc	5,0 bc
<i>Trichoderma</i>	3,1 ab	10,6 ab	13,1 ab
Fungicida Benomil	1,3 b	3,8 bc	5,0 bc
Fosfito de potasio (fungicida)	3,8 ab	6,3 abc	6,3 bc
Testigo	6,3 a	16,9 a	25,7 a
Coef. de variación (%)	34	27	25
Error típico*	0,05	0,07	0,07

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

Fuente: Propia

De acuerdo con los resultados obtenidos sobre el análisis del ANOVA sobre el biopreparados MM que controló de forma constante la enfermedad *Fusarium* sp. durante la evaluación es de gran importancia profundizar acerca de este producto ya que se relacionan con estudios desarrollados anteriormente y son de gran importancia al aplicarlos en cultivos ya que traen ventajas que causan impacto positivo al medio ambiente y su entorno, además por su forma de actuar al controlar enfermedades en este caso resulta una alternativa fundamental aplicarlo en el cultivo de fresa con el fin eliminar hongos que atacan la raíz.

De acuerdo con los resultados obtenidos sobre la dinámica de incidencia respecto a *Fusarium* sp. estuvo oscilando entre el 0% y 25,7% siendo el testigo el que obtuvo el mayor desarrollo de la enfermedad con una tendencia pronunciada al aumento durante todo el tiempo, mientras que el biopreparado MM pudo controlar de forma constante el desarrollo de esta, manteniéndola con

valores relativamente bajos que oscilaron entre 0% y 2,5% durante el desarrollo de experimento de campo a diferencia del resto de los tratamientos, mientras que *Trichoderma* quedó con valores relativos intermedios entre el testigo y MM con una tendencia siempre al aumento, pero menos pronunciada que el testigo (Figura 11)

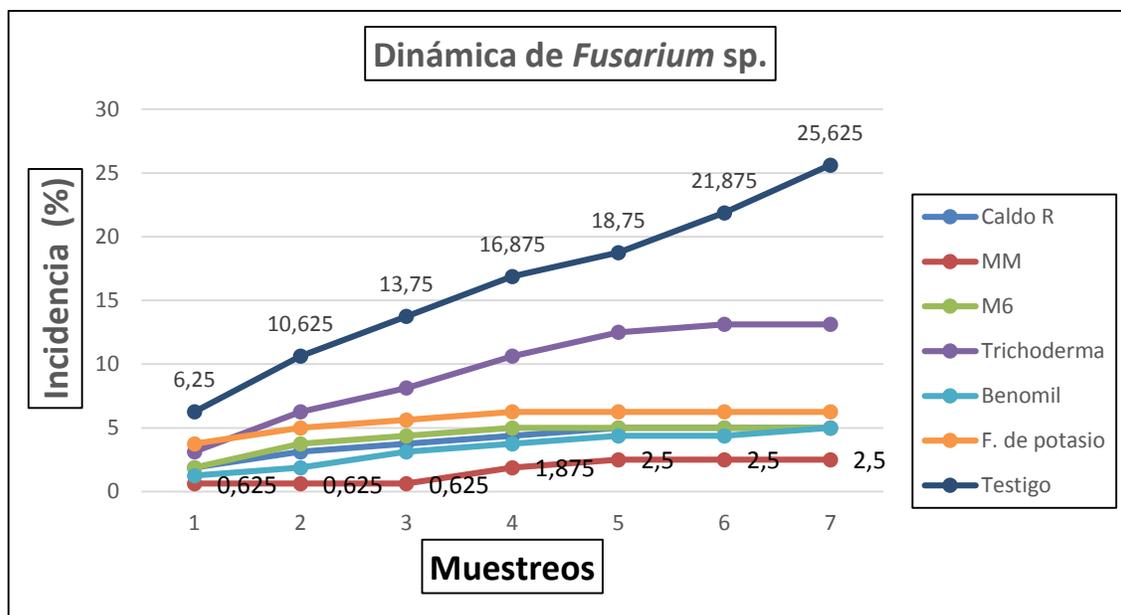


Figura 11: Dinámica de *Fusarium sp.* Finca San Francisco

Fuente: Propia

De acuerdo a los resultados obtenidos es de gran importancia profundizar en las especies de bacterias a base de Caldo Rizósferaya que se relacionan con estudios realizados anteriormente donde indican que estos biopreparados son una fuente muy importante de microorganismos benéficos, especialmente por su mayor población de hongos y de bacterias totales, fijadoras de N₂ y solubilizadoras de fósforo que tienen efectos positivos sobre el crecimiento del cultivo (Viteri & Granados, 2008).

Actualmente los agricultores tienden a cambiar los fertilizantes y pesticidas convencionales por insumos agrícolas que les permitan producir los alimentos de acuerdo con las exigencias actuales

de los mercados. El reemplazo de los agroquímicos resulta conveniente desde todo punto de vista (Silva & Arias, 2008).

El análisis de la ANOVA mostró que para el ABCPE de la dinámica de la pudrición por *Fusarium* sp. fue menor para biopreparados MM, CR y M6, los productos químicos Benomyl® y Ceraquint® y el biológico a bases de *Trichoderma*, al diferir del testigo. Similar situación desde el punto de vista estadístico se presentó para el ABCPE de *P. fragariae* pero en este caso los tratamientos de *Trichoderma* y Ceraquint® quedaron intermedios entre el resto de los tratamientos y el testigo (Tabla 10).

Tabla 10. Resultado del análisis estadístico para el ABCPE de las enfermedades radiculares *Fusarium* sp. y *Phytophthora fragariae* según los diferentes tratamientos en la Finca San Francisco

Tratamientos	ABCPE	
	<i>Fusarium</i> sp	<i>Phytophthora fragariae</i>
Caldo Rizósfera (CR)	376,25 bc	498,75 c
Micror. de Montaña (MM)	157,50 c	700,00 bc
M. Eficientes (M6)	402,50 bc	581,87 bc
<i>Trichoderma</i>	861,87 ab	936,25 b
Fungicida Benomil	315,00 bc	669,37 bc
Fosfito de potasio (Ceraquint®)	525,00 bc	936,25 b
Testigo	1430,62 a	1627,50 a
Coefici. Variac. (%)	20,1	19,9
Error Típico*	125,54	93,7

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

Estos resultados corroboran los que se expusieron anteriormente sobre la incidencia de estas enfermedades destacándose los tres biopreparados de ASPAGRO por manifestar resultados similares a los productos químicos y superiores a *Trichoderma*.

Los fundamentos científicos que soporten la validez y potencial de los nuevos insumos que están siendo utilizados como alternativos, entre los cuales figuran los Caldos Rizósfera y súper cuatro, aún no han sido documentados totalmente, en consecuencia los criterios para su elaboración y para su aplicación a los cultivos aún se basan en consideraciones meramente artesanales (Viteri, 2002), de ahí la importancia de estudios como el presente que permite verificar el efectos de biopreparados locales contra formulados comerciales ya sean químicos o biológicos.

El uso de biopreparados orgánicos de producción local podría ser una alternativa efectiva para controlar enfermedades en el cultivo de fresa en el municipio de Pamplona ya que el uso de agroquímicos causa inestabilidad y genera resistencia de los patógenos además de provoca riesgos en la salud humana e impacta los ecosistemas de manera negativa, pero se hace necesario continuar realizando mejoras en los procesos de producción de estos y ampliar su validación en campo.

Los biopreparados orgánicos son económicamente mucho más viables que los fungicidas utilizados para el control fitosanitario y como se pudo comprobar son tratamientos de fácil aplicación, ecológicos y efectivos para aplicar a los cultivos y controlar las enfermedades que afectan el rendimiento del cultivo y como se demostró en el presente trabajo pueden ser tan eficaces como los fungicidas químicos y mejores que un biopreparado comercial de *Trichoderma* que no está adaptado a las condiciones de Pamplona

Una desventaja al usar este tipo de bioproductos artesanales está relacionada con la falta de documentos que comprueben su efectividad; ya que son pocos los estudios que tratan información científica respecto a los biopreparados artesanales.

8. CONCLUSIONES

- Se pudo determinar que las enfermedades radiculares que más afectan el cultivo de fresa en el Municipio de Pamplona son *Phytophthora fragariae* y *Fusarium* sp. con un total de incidencia del 7,92% y 4,09% respectivamente, destacándose las veredas Chichira y El Rosal por manifestar mayores niveles de incidencia de *Fusarium*, mientras que no hubo diferencia entre las veredas para *P. fragariae*.
- Las variedades Festival y Albión se destacaron por presentar menor porcentaje de incidencia a *Phytophthora fragariae* y *Fusarium* sp. en las cuatro veredas del municipio Pamplona.
- Los tres productos de ASPAGRO (Caldo rizósfera, MM y M6) obtuvieron similar nivel de control que Benomyl® y Ceraquint® contra *Phytophthora fragariae* y *Fusarium* sp. y superior al biopreparado *Trichoderma* destacándose Caldo rizósfera para *Phytophthora fragariae* y MM para *Fusarium* sp.

- **RECOMENDACIONES**

- Se deben promover más estudios en el municipio de Pamplona utilizando biopreparados artesanales de ASPAGRO especialmente Caldo Rizósfera y MM, tanto en el cultivo de fresa como en otros con el fin de verificar la efectividad de los mismos.
- Divulgar los resultados obtenidos en el proyecto a través de los diferentes eventos que se lleven a cabo en la región como seminarios, talleres, cursos técnicos, publicaciones en revistas, para que se implementen estos productos ecológicos en los cultivos de fresa del municipio de Pamplona.
- Validar los resultados obtenidos en áreas más grandes de fresa los biopreparados M6 y Caldo rizósfera como alternativas para el control de *Phytophthora fragariae* y *Fusarium* sp.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Agroes. (2014). *www.agroes.com*. Recuperado el 27 de octubre de 2017, de *www.agroes.com*: <http://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-huerta-horticultura/colifor/354-fresa-y-el-freson-plagas-enfermedades-cultivo>
- Aguilar, C., Vlamakis, H., Losick, R., & Kolter, R. (2007). Thinking about *Bacillus Subtilis* as a multicelular organism. *current opinion in microbiology*, 638-643.
- Alcaldía de Pamplona. (2016). *Alcaldía de Pamplona*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2017, de Alcaldía de Pamplona: <http://pamplona-nortedesantander.gov.co/Paginas/default.aspx>
- Angelfire. (2001). *www.Angelfire.com*. Recuperado el octubre de 2017, de *www.Angelfire.com*: <http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/fresa.htm>
- Angulo, R. (2007). *Fresa fragaria annasse*. Bogotá: Bayer cropSciencie S.A.
- Banacol. (2011). *Guía de identificación y manejo integrado de plagas y enfermedades en piña*. Costa Rica .
- Bautista, J., Garcia, R., Montes, R., Zavaleta, E., Perez, J., Ferrera, F., . . . Huerta, M. (2010). Disminución de la marchitez del chile por introducción de antagonistas en cultivos de rotación. *Interciencia*, 673-679.
- BID, B. (2009). *Manual Práctico de uso de ME. Convenio fondo especial de Japón*. Uruguay.
- Boland, & Brimer. (2003). Una revisión de los efectos no objetivo de los hongos utilizados para controlar biológicamente las enfermedades de las plantas. *Agricultura, ecosistemas y Medio Ambiente, ELSEVIER*, 100: 3-16.
- Bonilla. (2011). *Cartillas del corredor tecnologico cultivando su futuro*. Bogota D.C: Universidad Nacional de Colombia .
- Borowicz, V. A. (2010). The impact of arbuscular mycorrhizal fungion strawberry tolerance to root damage and drought stress. *Pedobiología*, 53, 265-270.

- Browne, G. T. (2011). *Guía de producción Podredumbre de la raíz y del cuello*. Patología vegetal . California: universidad de california.
- Calderón, L. (2015). *Caracterización del sistema de comercialización de la fresa en fresco en la provincia de soacha*. Bogotá D.C: Universidad Militar Nueva Granada.
- Cámara de Comercio. (2015). *Programa de apoyo agrícola y agroindustrial vicepresidencia de fortalecimiento empresarial*. Bogotá D.C: Cámara de comercio de Bogota.
- Cano. (2013). Estrategias Biologicas Para el manejo de enfermedades en el cultivo de fresa (*Fragaria* spp.). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, Vol 7 N° 2, 263-276.
- 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.
- Carles. (2016). *Agroptima blog*. Recuperado el Noviembre de 2017, de Agroptima blog: <https://www.agroptima.com/blog/contaminacion-agricola-consecuencias-de-las-malas-practicas/>
- Castellanos, L., Céspedes, N., Sequeda, A., Jaimes, J., & Niño, L. (2018). Cracterización Microbiológica de seis biopreparados Artesanales. *Revista científica Agroecosistemas*, 5(2), 1-12.
- Castro, L., Murillo, M., Uribe, L., & Mata, R. (2015). Inoculacion al suelo con *pseudomonas fluorescens*, *Azospirillum Oryzae*, *Bacillus subtilis* y Microorganismos de Montaña (MM)y su efecto sobre un sistema de rotación soya-tomate bajo condiciones de invernadero. *Agronomia costarriense*, 21-36.
- Cisneros, R. (2011). *Documento Tesis de Trichoderma*. Ecuador.
- Cruzat , R., & Ionannidis, D. (2008). *Resultados y lecciones en biocontrol de enfermedades fungosas con Trichoderma ssp*. Chile: Proyecto de innovación en las regiones de O'Higgins y del Maule.
- Cuervo, Y., Tornos, P., Hernandez, J., Orihuel, D., Dominguez, M., & Moreno, E. (2014). Eficacia de peroxidos en la desinfección de suelos aptos para el cultivo de fresa en el mediterráneo. *Fitotec*, 393-398.

- Cyclamen. (2014). *Cyclamen* . Recuperado el 06 de noviembre de 2017, de Cyclamen : <http://www.cyclamen.com/es/profesional/enfermedades/8/22>
- Eurosemillas. (2005). *Eurosemillas*. Recuperado el 25 de octubre de 2017, de Eurosemillas: http://www.diariocordoba.com/noticias/cordobalocal/eurosemillas-presenta-5-variedades-fresa-huelva_388854.html
- FAO. (1998). *Capacitación participativa en el manejo integrado de plagas MIP*. Documento preparado para la FAO.
- FAO. (2012). organizacion de las naciones unidas para la alimentacion y la agricultura. En *Manual de buenas practicas agricolas para el productor hortofruticola*. Santiago de Chile: segunda edicion.
- Farrera, P., Zambrano, V., & Ortiz, M. (2007). Identificación de hongos asociados a enfermedades del fruto de la fresa en el municipio Jauregui del estado Tachira. *Facultad de agronomia*, 24(2).
- Freeman, S., & Katan, T. (1997). *Identificación of colletotrichum species responsable for anthracnose and root necrosis of strawberry in Israel*. Israel: phytopathol.
- García, C., & Gonsales, M. B. (2010). Uso de bioinsecticidas para el control de plagas de hortalizas en comunidades rurales. *La hemeroteca científica en linea*.
- Gonzalez, M. (2012). *Bacillus subtilis como promotora del crecimiento y calidad de fresa*. México: Instituto politécnico Nacional.
- Guédez , C., Cañizález , L., Castillo , C., & Olivar , R. (2009). Efecto antagónico de Trichoderma harzianum sobre algunos hongos patógenos. . (s.f.). *Revista de la sociedad Venezolana de Microbiología*, , 34-38.
- Guédez, C., Cañizalez, L., Castillo, C., & Olivar, R. (2009). Efecto antagónico de Trichoderma harzianum sobre algunos hongos patógenos. *Revista de la sociedad Venezolana de Microbiología.*, 34-38.
- ICAMEX, I. (2006). *Guía tecnica para el cultivo de fresa*. mexico.

- IICA. (2010). *Manual de capacitación en buenas practicas agricolas* (Vol. 1). Costa Rica : Aplicación a la producción de frijol en la zona Norte de Costa Rica.
- Infoagro. (2009). *www.infoagro.com*. (A.-N. sciencie, Editor) Recuperado el 26 de octubre de 2017, de *www.infoagro.com*: http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_fresa.asp
- INIA. (2013). *Manual de frutilla, boletin INIA* . Chillán, Chile: Instituto de investigaciones Agropecuarias.
- INIA, T. (2007). Identificación de hongos asociados a enfermedades del fruto de la fresa en el municipio Jáuregui del estado Táchira. *Facultad de Agronomia, 24*(2).
- Koike, S. G., & Ajwa, H. F. (2013). *Pudrición Carbonosa en la fresa*. California: Guías de producción, Comisión de la fresa en California.
- La República. (31 de julio de 2012). Fresa, un cultivo rentable y con proyeccion en el exterior. *La República*.
- Lara, C., Esquivel, L., & Negrete, J. (2011). Bacterias nativas solubilizadoras de fosfatos para incrementar los cultivos en el departamento de Cordoba Colombia. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial, 114-120*.
- Lisboa, M. (2003). *Efectividad de Bacillus subtilis y de una cepa nativa de Trichoderma harzianum sobre la incidencia y severidad de pudrición gris (Botrytis cinerea) en vid vinera*. Chile: Universidad de Talca Facultad de Ciencias Agrarias Escuela de Agronomía .
- Lopez, M., Espinosa, D., Gomez, O., & Delgadillo, J. (2016). Tolerancia de plantas de fresa (*Fragaria* y *Ananassa Duch.*) premicorrizadas con *Rhizophagus intraradices* e inoculadas con CON PGPR's A *Phytophthora capsici*. *Agrociencia, 1107-1121*.
- Matsubara , Y., & Koshikawa, K. (2009). Chages in free amino acid concentrations in mycorrhizal strawberry plants. *Sci Horti, 119, 392-396*.
- Matsubara. (2004). increased tolerance to furarium wilt in mycorrhizal strawberry plants raised by capillary watering methods. *Environ, 42, 185-191*.

- Mendez, M., & Viteri, S. (2007). Alternativas de biofertilización para la producción sostenible de cebolla de bulbo (*Allium cepa*) en Cucaita, Boyacá. *Agronomía Colombiana*, 168-175.
- Mendoza, C., & Romero, C. (1989). Enfermedades de la fresa *fragaria chiloensis* var. *Ananassa* en villa guerrero, edo. De Mexico. Iii. Identificación e incidencia de los hongos que atacan corona y raíz. *Revista mexicana de fitopatología*, 7(2), 140-146.
- Merchán, J. B., Ferrucho, R. L., & Alvarez, 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*.
- 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.
- MinAmbiente , & Asohofrocol. (2009). *Guía Ambiental Hortícola de Colombia*. Bogotá D.C.
- Murillo, B., Guerrero, E., & Zapata, S. (2016). *Manejo ecológico en frutilla aplicando Trichoderma sp como promotor de crecimiento y controlador biológico de Botrytis cinerea*. Argentina: ASADES.
- Murph, J., Rafferty, S., & Cassells, A. (2000). Stimulation of wild strawberry (*Fragaria vesca*) arbuscular mycorrhizas by addition of shellfish waste to the growth substrate: interaction between mycorrhization, substrate amendment and susceptibility to red core (*Phytophthora fragariae*). *Appl Soil Ecol*, 15, 153-158.
- Newton, A., Duncan, J., Augustin, N., Guy, D., & Cooke, D. (2010). *Survival, distribution and genetic variability of inoculum of the strawberry red core pathogen, Phytophthora fragariae var fragariae, in soil*. Plant pathology.
- Ortiz, A. (2009). *Introducción a las Buenas prácticas Agrícolas y de manufactura para la pequeña Agricultura* (primera ed.). (B. Naranjo, Ed.) Acción contra el hambre España, Misión en Colombia .
- Pastrana, A. (2014). *Incidencia y epidemiología de nuevos hongos patógenos de fresa en la provincia de Huelva.Desarrollo de herramientas biotecnológicas y aplicación de otras estrategias de control*. Sevilla: Universidad de Sevilla; Tesis Doctoral.

- Peña, P. (2012). *blogspot*. Recuperado el Noviembre de 2017, de *blogspot*: <http://cultivodefresas.blogspot.com.co/p/historia-de-la-fresa.html>
- Pritts, M. (2002). Growing strawberries, healthy communities, strong economies and clean environments: what is the role of the researcher? *Sociedad Internacional de Ciencias Hortícolas, Acta Horticulturae*, 411-417.
- Pullupaxi, G., & Manuel, O. (2016). Control orgánico de Fusarium (*Fusarium oxysporium*) en arveja (*Pisum sativum*) en la provincia de Tungurahua Canton Píllaro parroquia presidente Urbina. *Bachelors Thesis*, 18-21.
- Quezada, A. P. (2011). *Evaluacion del comportamiento de fungicidas microbiologicos en la prevención de botritis en el cultivo de fresa (fragaria vesca)*. Ambato Ecuador.
- Romero, C., Ocampo, J., Sandoval, E., & Toba, R. (2012). Fertilización orgánica, mineral y orgánica en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananasa Duch.*) bajo condiciones de invernadero. *Revista de sociedad, cultura y desarrollo sustentable Ra Ximhai*, 34-38.
- Rosero, G. (2008). *Evaluación de cuatro cepas de Trichoderma sp. Y sus combinaciones para el control de Fusarium oxysporum en sandia (Citrullus lannatus)*. . Honduras: Proyecto especial presentado para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciatura.
- Silva, R., & Arias, R. (2008). Los calificativos de la Agricultura y su relación con el control de enfermedades de plantas. *Revista Tecnica Ceniap*, 9.
- Taylor, J., & Harrier, L. A. (2001). A comparison of development and mineral nutrition of micropropagated *Fragaria × ananassa* cv. Elvira (strawberry) when colonized by nine species of arbuscular mycorrhizal fungi. *Appl. Soil. Ecol*, 18, 205-215.
- Tencio, R. (2014). *Uso de microorganismos benéficos en la agricultura orgánica o ecológica en Costa rica*. El Salvador.
- Torres, D., & Capote, T. (2004). Agroquímicos un problema ambiental global: uso del analisis quimico como herramienta para el monitoreo ambiental. *Ecosistemmas Revista científica y tecnica de ecologia y medio ambiente*, 13(3): 2-6.

- Universidad de California. (2005). Guía para el manejo de plagas. En u. d. California, *universidad de california manejo integrado de plagas, Guía para el manejo de las plagas: fresas*. california.
- Universidad Nacional del Nordeste. (1998). *Hipertextos del area de biologia*. Recuperado el 27 de octubre de 2017, de Hipertextos del area de biologia: <http://www.biologia.edu.ar/plantas/planta2.htm>
- Villanueva, R. (2008). Diagnostico de enfermedades fungosas de dos cultivos agricolas de importancia economica: fresa y gladiola. *Instituto politecnico Nacional*.
- Viteri. (2002). Selección de cultivos de cobertura con potencial para el desarrollo agricola sostenible en el municipio de samacá Boyacá. *Facultad de ciencias agropecuarias UPTC*, 150.
- Viteri, S., & Granados, M. G. (2008). Potencial de los caldos rizósfera y super cuatro como biofertilizantes para la sostenibilidad del cultivo de cebolla de bulbo (*Allium cepa*). *Agronomia Colombiana*, 517-524.

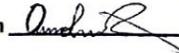
10. ANEXOS

1. Certificado realización del proyecto

Pamplona 23 de Marzo del año 2018.

Yo LINCOLN MONROY PARRA identificado con CC. 791688.744 de Bta hago constar que el estudiante Otto Sergio Carrillo Albarracín en formación de trabajo de grado de la carrera ingeniería agronómica de la universidad de Pamplona, realizó el proyecto de investigación "EVALUACIÓN DE LAS ENFERMEDADES RADICULARES MÁS IMPORTANTES EN EL CULTIVO DE FRESA Y ALGUNOS PRODUCTOS AGROBIOLÓGICOS COMO ALTERNATIVAS DE CONTROL EN EL MUNICIPIO DE PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER. Aplico productos orgánicos en mi cultivo de fresa llamados biopreparados que produce ASPAGRO en la finca SOL VIDA, Se obtuvieron resultados positivos para el control de enfermedades radicales los productos fueron: MM que controlo la enfermedad *Fusarium sp* y Caldo Rizosfera aplicado para el control de *Phytophthora fragariae* culmino satisfactoriamente el proyecto de investigación que tenía a su cargo en la finca.

Se firma a los 23 días del mes de Marzo del año en curso.

Propietario  celular 3173319890.
Estudiante en formación  celular 3139825638

2. Publicación de artículo científico

Barranquilla - Colombia - June 21st and 22nd 2018



Academic

INTERNATIONAL WORKSHOP
ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

"CLEANER PRODUCTION FOR ACHIEVING SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS"

CASTELLANOS, L. A. CÉSPEDES, N. E. B. MÉNDEZ, A. C. F. BALDOVINO A. E. MAHECHA, J. G. CARRILLO, O. S. E.

Castellanos, L. A. PhD. Professor at the Faculty of Agrarian Sciences of Unipamplona. Bucaramanga Highway Km 1, Pamplona. Norte de Santander

Céspedes, N. E. B. Agronomical engineer. Director of the Sol Vida Agrobiological Farm, ASPAGRD, Pamplona. Norte de Santander

Méndez, A. C. F. Agrónomos en Formación. Faculty of Agrarian Sciences of Unipamplona

* Corresponding author lucastellano@gmail.com

Abstract

The strawberry crop is the third in importance in Pamplona, Norte de Santander. The plantations receive indiscriminate applications of fertilizers and chemical pesticides. The objective of the study was to evaluate organic control alternatives for foliar and soil diseases, slugs, and to replace the lack of phosphorus with a view to achieving cleaner strawberry production. Four trials were developed in strawberry fields, one for the control of diseases of the aerial part, the second for the control of diseases of the roots, the third for the phosphoric nutrition and the fourth for the control of slugs. In the first three, different bio-products produced locally with efficient microorganisms were evaluated and in the last one the diatomaceous earth. The *Caldo Biofera* and ME bio-products showed similar results to the Dithane protective fungicide against *Botrytis* spot, the anthracnose on leaves, flowers and fruits, *Botrytis* rot and bacterial spot, while *Caldo Biofera* ME and MG were similar to the fungicide *Benlate* and Sodium Phosphite for the control of root diseases caused by *Fusarium* spp. and *Phytophthora fragariae*. *Caldo Biofera* and M5 decreased the incidence and severity of phosphorus deficiency and favored a higher concentration of phosphorus in the leaves. Diatomaceous earth demonstrated efficacy for the control of slugs with two applications at doses between 4 and 8 kg/ha.

Keywords: pesticides, fertilizers, environment

Click on one or more SDG's that are related to your work

<input type="checkbox"/> 	<input type="checkbox"/> 	<input type="checkbox"/> 	<input type="checkbox"/> 	<input type="checkbox"/> 	<input type="checkbox"/> 	<input type="checkbox"/> 	<input type="checkbox"/> 
<input type="checkbox"/> 	<input type="checkbox"/> 	<input type="checkbox"/> 	<input checked="" type="checkbox"/> 	<input type="checkbox"/> 	<input type="checkbox"/> 	<input type="checkbox"/> 	<input type="checkbox"/> 
<input type="checkbox"/> 							

3. Certificado de conferencia

