

**VALIDACIÓN DE UNA TECNOLOGÍA EN PRODUCCIÓN LIMPIA DE FRESA
(*Fragaria x ananassa* Duch.) A PEQUEÑA ESCALA EN LA FINCA SOL VIDA DEL
MUNICIPIO DE PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER.**

DARLYN VIVIANA CRUZ VILLAMIZAR

PETER PAOLO RODRÍGUEZ OSPINO

DICIEMBRE DEL 2019

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD CIENCIAS AGRARIAS
INGENIERÍA AGRONÓMICA
PAMPLONA NORTE DE SANTANDER**

**VALIDACIÓN DE UNA TECNOLOGÍA EN PRODUCCIÓN LIMPIA DE FRESA
(*Fragaria x ananassa* Duch.) A PEQUEÑA ESCALA EN LA FINCA SOL VIDA DEL
MUNICIPIO DE PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER.**

DARLYN VIVIANA CRUZ VILLAMIZAR CÓD. 1094271806

PETER PAOLO RODRÍGUEZ OSPINO CÓD. 1098758470

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO PARA
OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

DIRECTOR

LEÓNIDES CASTELLANOS GONZÁLEZ

INGENIERO AGRÓNOMO

MSC. CIENCIAS AGRÍCOLAS

PH D. CIENCIAS AGRÍCOLAS

CODIRECTOR

NÉSTOR ENRIQUE CÉSPED NOVOA

ADMINISTRADOR AMBIENTAL Y DE LOS RECURSOS NATURALES

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

INGENIERÍA AGRONÓMICA

PAMPLONA NORTE DE SANTANDER

AVAL DEL TUTOR

Pamplona, 6 de diciembre del 2019

Señores:

COMITÉ DE TRABAJO DE GRADO

Departamento de Agronomía

Facultad de Ciencias Agrarias

Universidad de Pamplona

Atento saludo

Yo, Ingeniero Agrónomo **Leónides Castellanos González** MSc. PhD. Vinculado como docente tiempo completo ocasional del programa de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Pamplona me permito informar que ha cumplido satisfactoriamente con sus objetivos de la investigación y dar el visto bueno como tutor académico de los estudiante **Darlyn Viviana Cruz Villamizar y Peter Paolo Rodriguez Ospino** en su trabajo final de grado que lleva como título **Validación de una tecnología en producción limpia de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) a pequeña escala en la finca Sol Vida del municipio de Pamplona, Norte de Santander.** Dicho trabajo es requisito para optar el título de Ingeniero Agrónomo.

Agradecemos su atención

Atentamente

MSc. PhD. I.A. Leónides Castellanos González
Tutor/director del trabajo de grado 2019-2

Dedicatoria:

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

A nuestros padres por ese apoyo incondicional, por el afecto, el cariño, amor y los buenos consejos.

A nuestros familiares en especial a nuestros hermanos que día a día luchamos juntos para salir adelante sin importar los obstáculos.

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

Agradecimientos:

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

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

Don Néstor Céspedes dueño de la finca donde desarrollamos el experimento, siempre se mostró interesado y dispuesto a colaborarnos con cualquier material físico e intelectual que necesitamos en el desarrollo de la tesis.

A todos aquellos compañeros y amigos que compartieron sus conocimientos y experiencias durante los procesos de formación mil gracias.

Tabla de contenido.

1. Resumen	14
2. Introducción.....	15
3. Planteamiento Del Problema	17
4. Justificación.....	19
5. Objetivos.....	22
5.1. Objetivo General	22
5.2. Objetivos específicos.....	22
6. Antecedentes.....	23
7. Marco contextual.....	26
Municipio	26
8. Marco Teórico.....	29
Origen de la fresa	29
Descripción botánica.....	30
Principales países productores y situación en Colombia.....	33
Fenología del cultivo de fresa.....	34
Plagas presentes en el cultivo de fresa.....	34
Chizas (<i>Phyllophaga</i> spp. Harris.).....	35
Ácaro Blanco (<i>Steneotarsonemus pallidus</i> Banks.).....	35
Trips.....	36
Mosca Blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i> Gennadius.).....	36
Babosas (<i>Milax gagates</i> Draparnaud.).....	36
Trozador (<i>Spodoptera</i> sp. Hübner.).....	36

Enfermedades parasitarias	37
Pudrición roja de la raíz (<i>Phytophthora fragariae</i>).....	37
Epidemiología	37
Verticilosis	38
Epidemiología	38
Moho gris.....	38
Epidemiología	39
Viruela o Peca de la hoja	39
Epidemiología	40
Oídio	40
Epidemiología	40
Antracnosis	41
Epidemiología	41
Mancha bacteriana por <i>Xanthomonas fragariae</i>	42
Epidemiología	42
Buenas prácticas agrícolas (BPA)	42
Manejo integrado de plagas y enfermedades	43
Requerimientos y deficiencias nutricionales.....	45
Materia Orgánica.....	46
pH	46
Nitrógeno.....	46
Fósforo.....	46
Potasio	47

Calcio.....	47
Magnesio	47
Zinc	48
Boro	48
Sintomatología visual de deficiencia de nutrientes	48
Requerimiento de correctivo	49
Enmiendas orgánicas	49
Microorganismos Eficientes (ME)	49
Microorganismos de montaña	50
Hongos antagonistas	51
<i>Bacillus subtilis</i>	52
<i>Trichoderma harzianum</i>	53
Biofertilizantes artesanales	54
Alternativas biológicas u orgánicas para el control de enfermedades de la fresa.	54
Caldo Sulfo-cálcico.	55
Caldo Rizosfera	55
9. Marco Legal.....	57
Reglamento Estudiantil Universidad de Pamplona Acuerdo N.º 186.....	57
Trabajo De Grado.....	57
10. Metodología.....	59
10.1. Evaluación de las variables morfométricas de una tecnológica en la producción limpia de fresa. 64	

10.2.	Determinación de la incidencia y severidad de plagas, y enfermedades parasitarias y no parasitarias en la producción limpia de fresa	65
10.3.	Valoración económicamente la nueva tecnología de producción limpia de fresa en la finca Sol Vida.....	70
11.	Resultados y Análisis.....	74
11.1.	Evaluación de las variables morfológicas de una tecnología en la producción limpia de fresa. 77	
11.2.	Determinación la incidencia y severidad de plagas, y enfermedades parasitarias y no parasitarias de la producción limpia de fresa	82
11.3.	Valoración Económicamente La Nueva Tecnología De Producción Limpia De Fresa En La Finca Sol Vida	90
12.	Conclusiones.....	99
13.	Recomendaciones	100
14.	Referencias Bibliográficas.....	101
15.	Anexos	114

Lista de tablas.

Tabla 1 Delimitación finca Sol Vida	27
Tabla 2 Clasificación taxonómica de la fresa (<i>Fragaria x ananassa</i> Duch).	29
Tabla 3 Descripción de cada uno de los biopreparados.	61
Tabla 4 escala de seis grados (0-5)	66
Tabla 5 escala de seis grados (0-5)	67
Tabla 6 Diagnostico visual de deficiencias nutricionales	68
Tabla 7 escala de seis grados (0-5)	69
Tabla 8. Resultados del análisis del suelo.....	74
Tabla 9. Bioinsumos y cantidades para control fitosanitario.....	75
Tabla 10. Biominerales y cantidad para controlar problemas nutricionales.	76
Tabla 11. Resultados de los análisis estadísticos de la variable número de hojas activas en los diferentes tratamientos	78
Tabla 12. Resultados de los análisis estadísticos de la variable número de flores en los diferentes tratamientos.....	79
Tabla 13. Resultados de los análisis estadísticos de la variable número de frutos en los diferentes tratamientos.....	81
Tabla 14. Resultados de los análisis estadísticos de incidencia y severidad de Trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>) en los diferentes tratamientos	83
Tabla 15. Resultados de los análisis estadísticos de incidencia y severidad de la peca (<i>Mycosphaerella fragariae</i>) en los diferentes tratamientos	86
Tabla 16. Resultados de los análisis estadísticos de incidencia y severidad de deficiencia de fosforo en los diferentes tratamientos.....	87

Tabla 17. Resultados de los análisis estadísticos de incidencia y severidad de deficiencia de potasio en los diferentes tratamientos.....	88
Tabla 18. Resultados de los análisis estadísticos de incidencia y severidad de deficiencia de calcio en los diferentes tratamientos.....	89
Tabla 19 Resultados de los análisis estadísticos de incidencia de deficiencia de Boro en los diferentes tratamientos	89
Tabla 20 Producción por tratamientos en kilogramos y pesos	91
Tabla 21 Resultados de los análisis estadísticos de la variable producción en los diferentes tratamientos.....	91
Tabla 22 Costos de mano de obra total por los cinco tratamientos	92
Tabla 23 Costos de equipos y material vegetal total en los diferentes tratamientos.....	94
Tabla 24 Costos de los biopreparados aplicados en los diferentes tratamientos.	95
Tabla 25 Costos totales de producción por metro cuadrado y por tratamiento.	97
Tabla 26 Proyección a un año.....	98
Tabla 27 Actividades, labores, descripción, y aplicaciones, dosis de los biopreparados utilizados.	114

Lista de figuras.

Figura 1 Gobernación Norte de Santander municipio de Pamplona, Fuente: Secretaria de Planeación y de desarrollo Territorial.....	27
Figura 2 Georreferenciación Finca Sol Vida 2.440 m.s.n.m. Fuente: Google Earth.....	28
Figura 3 Dinámica del porcentaje de la población en la producción limpia de fresa en los diferentes tratamientos. <i>Fuente: Propia.</i>	78
Figura 4 Dinámica de la incidencia y severidad de la chiza (<i>Phyllophaga</i> spp. Harris) en el cultivo de la fresa en el tratamiento C. <i>Fuente: Propia</i>	85
Figura 5 Codificación BBCH de los estadios fenológicos de desarrollo de la fresa (<i>Fragaria x ananassa</i> Duch.) parte 1	120
Figura 6 Codificación BBCH de los estadios fenológicos de desarrollo de la fresa (<i>Fragaria x ananassa</i> Duch.) parte 2	121
Figura 7 Dinámica Temperatura °C, Humedad Relativa % desde el mes de Marzo hasta Noviembre. <i>Fuente: Propia a partir de la información de la Estación del CISVEB</i>	123

Lista de Anexos

Anexo 1 Tabla de Actividades, labores, descripción, y aplicaciones, dosis de los biopreparados utilizados.	114
Anexo 2 Codificación BBCH de los estadios fenológicos de desarrollo de la fresa (Fragaria x ananassa Duch.) parte 1 y 2.	120
Anexo 3. Dinámica temperatura y humedad relativa de las condiciones climáticas de Pamplona, Norte de Santander.....	122

1. Resumen

El objetivo general de la investigación fue validar una tecnología en producción más limpia de fresa (*Fragaria x Ananassa* Duch.) a pequeña escala en la finca Sol Vida del municipio de Pamplona, Norte de Santander, se desarrolló en cinco parcelas simples evaluando cada 15 días en el periodo comprendido entre marzo y octubre. Se registraron todas las actividades que se realizaron y los insumos empleados, así como se estimó su valor, se realizó con el fin de lograr el reconocimiento de las enfermedades y plagas más importantes de la fresa y la identificación del microorganismo causal, Se identificaron problemas nutricionales y de las enfermedades parasitarias en el cultivo de la fresa bajo las condiciones de Pamplona, así como todo el manejo agroecológico que se realizó en esta tecnología de producción limpia. Se llevó a cabo en la finca Sol Vida ubicada en la vereda el Jurado del municipio de Pamplona Norte de Santander, Colombia. Las medias de cada tratamiento se compararon por la prueba de Tukey con un 5 % de probabilidad de error y se empleó el paquete estadístico SPSS.

Se pudo determinar que el número de hojas y flores estadísticamente no tuvo variación, en la incidencia y severidad de plagas se destacaron los bioproductos M4 M6 y Caldo rizosfera por mantener los niveles bajos de la incidencia de Trips en los frutos de fresa, en cuanto a minerales se observa que la deficiencia de fósforo no se suplió, en cuanto a la valoración económica al inicio de la producción los gastos sobrepasaban los ingresos lo cual el proyecto no es rentable, por lo que se realizó una proyección a un año y lo cual estima que si la producción aumenta como se espera la relación costo-beneficio sería rentable esta tecnología.

2. Introducción

La fresa es una fruta de distribución mundial, muy apreciada para consumo fresco y la elaboración de postres, debido a sus cualidades de color, aroma y acidez, además es una fruta rica en vitaminas A y C. El manejo agronómico del cultivo comprende las etapas de vivero, instalación del cultivo, mantenimiento y cosecha. Para un buen desarrollo de la fresa es necesario conocer y manejar la tecnología desde la siembra de las plantas madres hasta la cosecha, con el fin de obtener buenos rendimientos e ingresos económicos Agencia de Servicios Agropecuarios Poás, (2007).

La fresa es un cultivo que se adapta a muchos climas prefiriendo aquellos en que predomina el frío, tolera temperaturas bajas, pero no soporta las heladas que producen un deterioro notable en su sistema reproductor, en nuestro país se adapta muy bien a alturas comprendidas entre los 1.900 a los 2.600 msnm, con temperaturas que van desde los 10° a los 18° centígrados. Prefiere suelos sueltos, franco-arcillosos o franco-arenosos con pH entre 5.5 y 6.5, con buen drenaje para evitar los encharcamientos y posibles problemas de pudriciones en las raíces, ricos en materia orgánica Carmona, (2009).

Se caracteriza por la alta calidad de su fruto, tanto en tamaño como en sabor y firmeza. Es de muy fácil recolección y es resistente a las actividades postcosecha. En Colombia, actualmente es la variedad de mayor crecimiento en área sembrada y destaca por su adaptabilidad a zonas entre 2500-2800 msnm. Resistente a *Phytophthora*, *Verticillium* y *Antracnosis*. Es una de las variedades preferidas por los agricultores por sus producciones constantes durante la cosecha Cámara de Comercio de Bogotá, (2015).

La fresa es un cultivo viable en la mayoría de las áreas de Colombia. Se han desarrollado cultivares para la mayoría de las condiciones agro-climáticas. En muchas

partes la demanda de fresas producidas localmente sobrepasa la oferta disponible, por lo tanto, los productores a pequeña escala pueden obtener ganancias más altas de las fresas que de otros cultivos. Las fresas producidas orgánicamente pueden exigir un precio superior a las convencionales. La producción orgánica excluye el uso de fertilizantes y pesticidas sintéticos, y requiere una buena nutrición del suelo (a través de abonos orgánicos y cultivos de cobertura) y el control mecánico y biológico de plagas Born & Guareña, (2007).

3. Planteamiento Del Problema

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

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

Colombia ocupa el tercer lugar como consumidor de plaguicidas en América Latina, después de Brasil y México Hanna & Orozco, (2014). Las formulaciones de plaguicidas registradas en el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), casi se han duplicado en los últimos treinta años, pasando de 770 productos en 1974 (formulados con base en 186 ingredientes activos), a 1.370 (formulados con base en 400 ingredientes activos). La Organización Mundial de la Salud, estima que cada año en el mundo se presentan unos tres millones de casos de intoxicaciones agudas con plaguicidas, de las cuales cerca de 220.000 tienen un desenlace fatal. Tan solo un promedio de 300.000 casos anuales de intoxicación es derivado de exposición ocupacional accidental. Los intentos de suicidio son los

responsables de las dos terceras partes del total de estas intoxicaciones y se presentan principalmente en países en vía de desarrollo Diaz, Sanchez, Varona, Eljach, & Muñoz, (2017).

En la Finca Sol Vida perteneciente a la asociación ASPAGRO en Pamplona se producen bio preparados que se recomiendan como antagonistas contra las enfermedades y no han sido evaluados en ensayos de rigor por eso la importancia de validar una tecnología en producción limpia de fresa en esta finca para que sea la base de producción de fresa limpia en la provincia de Pamplona ya que es uno de los cultivos de mayor producción de la zona.

Según el Sistema de Vigilancia en Salud Pública de Colombia (SIVIGILA) en 2013 se reportaron al Sistema 8245 intoxicaciones por plaguicidas, seguido por 9214 casos en 2014 y 8732 casos para el 2015, siendo los principales agentes reportados como causantes de intoxicaciones los plaguicidas organofosforados y carbamatos Diaz, et al., (2017).

Uno de los problemas que afecta la producción del cultivo de fresa en el municipio de Pamplona es la presencia de los distintos agentes patógenos que causan enfermedades, los cuales disminuyen el rendimiento de la población del cultivo, este cultivo es de gran importancia en el municipio de Pamplona, ya que la mayoría de los agricultores ocupan las tierras en este rubro. La alta utilización de químicos y la poca utilización de productos biológicos son aspectos que representan una problemática para el cultivo en este municipio.

4. Justificación.

Uno de los problemas que afecta la producción del cultivo de fresa en el municipio de Pamplona es la presencia de los distintos agentes patógenos que causan enfermedades, los cuales disminuyen el rendimiento de la población del cultivo, este cultivo es de gran importancia en el municipio de Pamplona, ya que la mayoría de los agricultores ocupan las tierras en este rubro. La alta utilización de químicos y la poca utilización de productos biológicos son aspectos que representan una problemática para el cultivo en este municipio.

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

La agricultura orgánica toma en cuenta los efectos a mediano y largo plazo de las intervenciones agrícolas en el agroecosistema. Se propone producir alimentos y a la vez que se establezca un equilibrio ecológico para proteger la fertilidad del suelo y evitar problemas de plagas resistentes por la utilización incorrecta de los plaguicidas, debido principalmente a la sobredosis y a la aplicación inadecuada por parte de los agricultores, entre otros factores puede ocasionar la presencia de residuos químicos en la fruta. lo cual origina riesgo para la salud humana y afecta la comercialización para mercados de exportación.

En Colombia, se han realizado algunas investigaciones las cuales han sido primordialmente investigaciones de carácter fitosanitario evaluando el efecto residual de los plaguicidas N-metilcarbamatos y sus metabolitos en cultivos alimenticios de papa Castro, (2003) y fresa Valencia, Guerrero, Lozano, & Martínez, (2008). Los resultados de estos estudios determinaron que algunas zonas del país presentaron contaminación por N-metilcarbamatos, sobre todo de Aldicard y sus metabolitos por encima de los límites máximos permitidos, indicando el potencial que poseen estos compuestos para contaminar las fuentes de agua y los seres vivos. Para

carbofuran no se han encontrado residuos en cultivos de fresa. Sin embargo, estudios de la movilidad de carbofuran en suelos de Cundinamarca cultivados con fresa, indican que carbofuran presenta lixiviación y podría encontrarse en aguas superficiales y subterráneas Valencia, et al., (2008).

En Pamplona se usan diferentes insumos químicos para el control de plagas y enfermedades en el cultivo de la fresa, para el control de Chiza (*Phyllophaga* sp.) se utiliza Filex 75, para control de acaro (*Steneotarsonemus pallidus* Banks.), se usa Sunfire, Vertimec y Agrimec, para control de babosa (*Milax gagates* Draparnaud.) se usa mata babosa, para controlar trozador (*Spodoptera* sp. Hübner.) se usa Arnidol para controlar Trips (*Frankliniella occidentalis*) se usa Sunfire para el control de *Fusarium* sp., se usa Mertect, para controlar *Rhizoctonia* sp., se usa Mertect, Nativo, y Rhodax, para el control de Antracnosis, Peca (*Mycosphaerella fragariae*) y *Botrytis cinerea* se usa Opera, para labores agronómicas como deshierbe se utiliza Gramoxone y para la inducción floral se usa Progibb y Marax, por esa razón se hace necesario la búsqueda de alternativas más amigables con el medio ambiente y con menos riesgos para la salud de los consumidores. De ahí la importancia de validar una tecnología en producción limpia de fresa en la finca Sol Vida del municipio de Pamplona, Norte de Santander. Y de esta manera contribuir a mitigar el impacto ambiental y reducir los altos grados residuales de químicos lo que favorecerá a los productores de fresa del municipio y fomentará la exportación de este producto.

Se han realizado varios trabajos sobre estos productos a nivel de laboratorio y de parcelas experimentales en campo sobre deficiencias nutricionales, enfermedades del suelo y del follaje, pero no ha sido validada una tecnología con el uso de biopreparados de forma integral en el cultivo.

Con la implementación de este trabajo de investigación se pretende validar una tecnología en producción limpia de fresa, en la finca Sol Vida del municipio de Pamplona, Norte de Santander y de esta manera mejorar el rendimiento de la producción mediante la aplicación de biopreparados orgánicos que ayudan a fortalecer los microorganismos del suelo, creando resistencia entre las plantas cultivadas con la ventaja de que estos productos se producen en la propia localidad para contribuir a una agricultura rentable, productiva, sostenible y amigable con el medio ambiente.

5. Objetivos.

5.1.Objetivo General

Validar una tecnología en producción más limpia de fresa (*Fragaria x Ananassa* Duch.) a pequeña escala en la finca Sol Vida del municipio de Pamplona, Norte de Santander.

5.2.Objetivos específicos

- ✓ Evaluar las variables morfo métricas de una tecnológica en la producción limpia de fresa.
- ✓ Determinar la incidencia y severidad de plagas, y enfermedades parasitarias y no parasitarias de la producción limpia de fresa.
- ✓ Valorar económicamente la nueva tecnología de producción limpia de fresa en la finca Sol Vida.

6. Antecedentes

En la provincia de Pamplona se reportaron diferentes investigaciones en el cultivo de fresa por parte de Ingenieros Agrónomos de la Universidad de Pamplona como son las Enfermedades foliares más importantes del cultivo de la fresa y algunas alternativas de control, desarrollado en seis veredas de este municipio, estas fueron: Chichira, Jurado, Monte adentro, El Rosal, Altograndre y Cariongo, en tres fincas de cada vereda con el fin de lograr el reconocimiento de las enfermedades foliares más importantes de la fresa y la identificación del microorganismo causal, se determinó que las enfermedades foliares más importantes de la fresa en las Veredas de Pamplona son *Ramularia tulasnei*, *Colletotrichum sp.*, *Botrytis cinérea*, y *Xanthomonas fragariae*. Aunque los bioproductos de ASPAGRO Caldo Rizosfera y ME mostraron resultados similares que el control químico en las variables evaluadas de la antracnosis en hojas, flores y frutos y se logra niveles aceptables de severidad al final del ciclo del cultivo en el follaje de la fresa, los resultados de los niveles de incidencia en flores y frutos no son los deseados.

Baldovino, (2017)

Mahecha (2017) realizó una investigación sobre la Incidencia y severidad de los síntomas de deficiencia de fósforo en el cultivo de fresa (*F. vesca L.*) en las condiciones de Pamplona y alternativas orgánicas para suplir la carencia de fósforo con productos orgánicos. El trabajo consistió en evaluar el porcentaje de incidencia y severidad de la deficiencia de fósforo en el cultivo de la fresa (*F. vesca L.*) en seis veredas (Chichira, Monte adentro, El Rosal, Alto grande, Jurado y Cariongo) y seis bioproductos como alternativas orgánicas para suplir la carencia de fósforo, en Pamplona – Norte de Santander. Primeramente, se determinó el porcentaje de incidencia y severidad de los síntomas de deficiencia de fósforo en tres fincas de cada vereda para un total de 18 lotes del municipio de Pamplona y posteriormente se desarrolló un ensayo fue

caracterizar el efecto de seis biopreparados para suplir las carencias de fósforo, elaborados por ASPAGRO y un químico convencional (Folyfos) comparados con un testigo, en la vereda Cariongo, finca Los Camachos. Las veredas con menor incidencia de síntomas de esta deficiencia Chichira y El Rosal y con mayor Jurado y Cariongo mientras que la severidad fue mayor en la vereda Cariongo en relación con el resto de las veredas que no difirieron estadísticamente entre sí. Caldo rizosfera y M6 mostraron mayor disminución en la incidencia y severidad de la deficiencia de fósforo, comparados con el testigo y los demás tratamientos. Los tratamientos Caldo rizosfera y M6 se destacaron con relación a la mayor concentración de fosforo foliar, con una correlación negativa y significativa con la incidencia y la severidad de los síntomas de la deficiencia de fósforo. El balance económico demostró que los tratamientos Caldo rizosfera y M6 obtuvieron mayor relación beneficio/costo que el estándar químico y el testigo.

Carrillo (2018) evaluó las enfermedades radicales más importantes en el cultivo de fresa y de algunos productos agros biológicos como alternativas para su control en el municipio de Pamplona, Norte de Santander. Se seleccionaron cuatro veredas del municipio de Pamplona: Fontibón, Chichira, Monte adentro y Rosal, donde se efectuó el reconocimiento e identificación de las principales enfermedades radicales 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 adentro donde se evaluaron los biopreparados: MM, M6, Caldo rizosfera (producidos por ASPAGRO) y el hongo *Trichoderma* junto con los productos químicos Benomyl® y Ceraquint®. Se determinó el porcentaje de incidencia de las enfermedades radicales encontradas para comparar el efecto de los tres biopreparados producidos localmente para el control de este tipo de enfermedades. Se determinó que las enfermedades radicales 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 tuvo diferencia entre las veredas para *P. fragariae*. Las variedades Festival y Albión se destacaron por presentar menor porcentaje de incidencia a *P. fragariae* y *Fusarium* sp. En las cuatro veredas del municipio Pamplona. Los tres productos de ASPAGRO (Caldo rizosfera, MM y M6) obtuvieron similar nivel de control que Benomyl® y Ceraquint® contra *P. fragariae* y *Fusarium* sp., y superior al biopreparados *Trichoderma* desecándose Caldo rizosfera para *P. fragariae* y MM para *Fusarium* sp.

Merchán (2014) desarrolló una investigación en Tunja, Colombia donde se evaluaron contra *B. cinérea* en fresa a *Trichoderma harzianum* y a *T. lignorum* e Iprodione en dosis comercial y un tratamiento testigo.

Chávez y Wang (2004) verificaron en Costa Rica la acción del antagonista *Gliocladium roseum* con los fungicidas para el control de *B. cinerea* en fresa.

7. Marco contextual.

Municipio

El departamento de Norte de Santander cuenta con 21658 Km², limita con Venezuela por el oriente, al Noroccidente con Santander, al sur con Cesar y al norte con Boyacá. Siendo frontera con el hermano país de la república de Venezuela, se encuentra ubicado al nororiente colombiano, sobre la cordillera oriental, permitiendo comunicación de carretera entre los llanos orientales y la costa caribe, contando con una población de 1'243,975 habitantes. La principal actividad económica del departamento es la agricultura, donde sobresale el cultivo del café, el maíz, la yuca, la caña de azúcar, el plátano, fríjol y la palma africana en las vertientes de la cordillera. En las partes altas, se cultiva la papa, legumbres y frutas, y la ganadería muestra un cierto desarrollo en el Norte de Santander; el departamento cuenta con 21658 Km², limita con Venezuela por el oriente, al Noroccidente con Santander, al sur con Cesar y al norte con Boyacá. Siendo frontera con el hermano país de la república de Venezuela, se encuentra ubicado al nororiente colombiano, sobre la cordillera oriental, permitiendo comunicación de carretera entre los llanos orientales y la costa caribe, contando con una población de 1'243,975 habitantes (Carrillo, 2017).

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 Cacota y Chitagá, al oriente con Labateca y al occidente con Cucutilla. (Alcaldía de Pamplona, 2019).

Tabla 1 Delimitación finca Sol Vida

Departamento	Norte de Santander
Municipio	Pamplona
Vereda	El jurado
Finca	Sol Vida
Latitud	7°23'07,37"
Longitud	72°39' 15,80"
Altura	2.440 m.s.n.m

Fuente: Google Maps

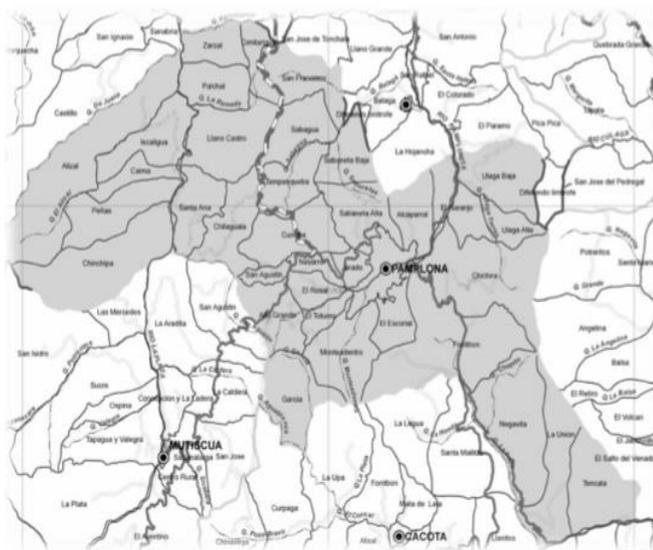


Figura 1 Gobernación Norte de Santander municipio de Pamplona, Fuente: Secretaria de Planeación y de desarrollo Territorial.

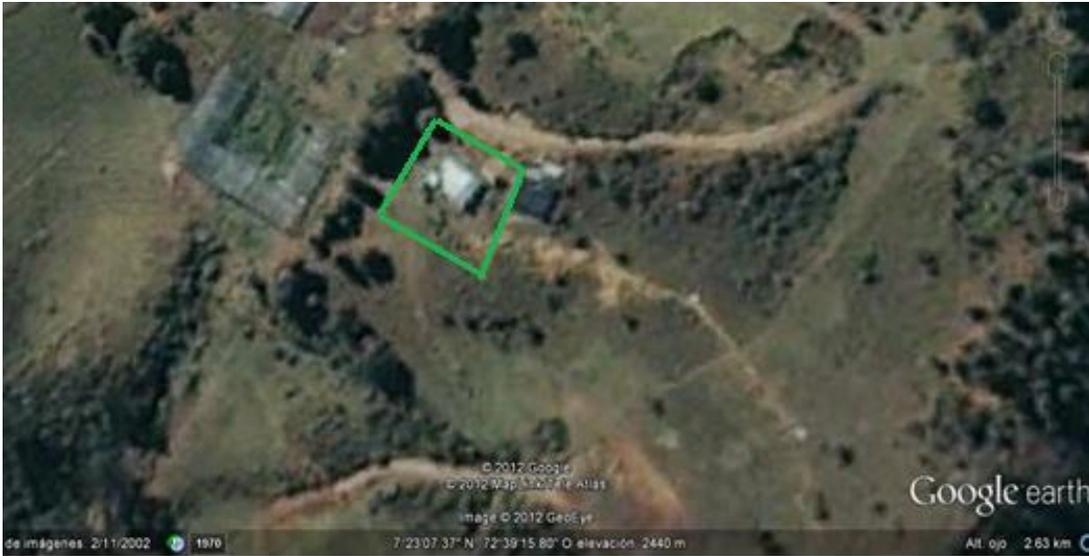


Figura 2 Georreferenciación Finca Sol Vida 2.440 m.s.n.m. Fuente: Google Earth

8. Marco Teórico.

Origen de la fresa

Se le ha dado el nombre de fresa a varias especies de plantas rastreras del género *Fragaria*, vocablo que se relaciona con la fragancia que posee (fraga, en latín), cultivadas por su fruto comestible. Las variedades cultivadas comercialmente son por lo general híbridos, en especial *Fragaria x ananassa* Duch que ha reemplazado casi universalmente por el tamaño de sus frutos, a la especie silvestre *Fragaria vesca* L., que fue la primera especie de fresa cultivada en el siglo XVII. La fresa pertenece a la familia *Rosaceae* considerada como una fruta exótica de gran aroma, por lo que se convierte en un cultivo con grandes ofertas de mercado.

Estados Unidos es el país que más variedades ha producido en los últimos años, le siguen Francia, Canadá, Italia, y Japón. El 95% de la producción mundial se concentra en el hemisferio norte siendo la especie tipo Berry más extensamente cultivada. Los grandes productores mundiales son: EEUU, México, España y Polonia, y los principales compradores son: EEUU, Canadá, China y Japón CIAB, (2008)

Para producción comercial, las plantas se propagan por estolones, y generalmente se distribuyen a raíz desnuda. El cultivo sigue uno o dos modelos, práticamente anual, o un sistema perenne de filas o montículos. Una pequeña cantidad de fresas se produce en invernaderos durante la estación baja Menéndez & Valderrey, (2007).

Tabla 2 Clasificación taxonómica de la fresa (*Fragaria x ananassa* Duch).

Superreino:	Eukaryota
Reino:	Plantea
Subreino:	Embryobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida

Subclase:	Rosidae
Orden	Rosales
Familia:	Rosaceae
Subfamilia:	Rosoideae
Tribu:	Potentilleae
Subtribu:	Fragariinae
Genero:	<i>Fragaria</i>
Especie:	<i>F. Ananassa</i>

Fuente: (Menéndez, et al., 2007)

Descripción botánica

La planta de fresa es de tipo herbáceo y perenne. El sistema radicular es fasciculado, se compone de raíces y raicillas. Las primeras presentan cambium 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, en tanto que las raíces son perennes. Las raicillas sufren un proceso de renovación fisiológico, aunque influenciado por factores ambientales, patógenos de suelo y otros factores que rompen el equilibrio. La profundidad del sistema radicular es muy variable, dependiendo del tipo de suelo y la presencia de patógenos en el mismo. En condiciones óptimas pueden alcanzar los 2-3 m, aunque lo normal es que no sobrepasen los 40 cm, encontrándose la mayor parte (90%) en los primeros 25 cm.

El tallo está constituido por un eje corto de forma cónica llamado “corona”, en el que se observan numerosas escamas foliares.

Las hojas aparecen en roseta y se insertan en la corona. Son largamente pecioladas y provistas de dos estípulas rojizas. Su limbo está dividido en tres folíolos pediculados, de bordes aserrados, tienen un gran número de estomas (300-400/mm²), por lo que pueden perder gran cantidad de agua por transpiración.

Las inflorescencias se pueden desarrollar a partir de una yema terminal de la corona, o de yemas axilares de las hojas. La ramificación de la inflorescencia puede ser basal o distal. En el primer caso aparecen varias flores de porte similar, mientras que en el segundo hay una flor terminal o primaria y otras secundarias de menor tamaño. La flor tiene 5-6 pétalos, de 20 a 35 estambres y varios cientos de pistilos sobre un receptáculo carnoso. Cada óvulo fecundado da lugar a un fruto de tipo aquenio. El desarrollo de los aquenios, distribuidos por la superficie del receptáculo carnoso, estimula el crecimiento y la coloración de éste, dando lugar al “fruto” de la fresa.

Variedad Albión

Características de la variedad Albión:

- Variedad moderadamente neutra con producción estable. No presenta picos de producción marcados.
- Potencial para cultivo tanto en suelo como en semi hidroponía o sustrato.
- Mercado: Excelente aptitud para el mercado fresco ya que es la variedad que acumula una mayor cantidad de azúcar en la fruta, muy demandada también para la agro industria (congelado).
- Planta: De tamaño intermedio, de lento crecimiento inicial en zonas que presentan temperaturas bajas en primavera.
- Manejo: Mayor requerimiento de nitrógeno en la etapa inicial del cultivo.
- Fruto color rojo externo, presenta hombros más claros en períodos de baja temperatura. Pulpa de color moderado con gran acumulación de azúcar (10-14°Brix).
- Fruto firme con calibre muy uniforme y excelente vida post - cosecha.

- Enfermedades y plagas: mayor tolerancia a lluvias (menor presión de *Botrytis cinérea De Bary*). Presenta un grado de sensibilidad a ácaros.
- Densidad de plantación: 65.000 plantas /Ha (25 cm entre plantas).
- Potencial de rendimiento: 75 Ton/Ha (temporada agrícola, período 9 meses).

Condiciones agroclimáticas.

Durante el ciclo de la fresa se debe tener un balance entre los estados vegetativos y reproductivos, ya que influyen en el crecimiento y la producción. Además de esto, existen factores adicionales que determinan el desarrollo fenológico, los cuales pueden ser genéticos y/o climáticos Fischer, (2011)

En Colombia la mayoría de plantaciones comerciales se ubican entre los 1700 y 3000 m.s.n.m. con temperaturas entre 5°C– 25°C, cultivándose en sectores como la Sabana de Bogotá y la zona cafetera Flórez & Mora, (2010)

La luminosidad apropiada para la planta es de aproximadamente 3000 horas sol/año, induciendo la floración, obteniendo frutos con buenas características organolépticas, físicas y nutricionales, de color intenso y altos niveles de vitamina C Flórez, et al., (2010)

El sistema radicular de la fresa se ubica en los primeros 15 cm del suelo. Este debe ser poco profundo, ligero, preferiblemente arenoso, con buen drenaje, buena fertilidad y un pH entre 5.7 a 6.5 Hancock, (1999), aunque generalmente se produce en diferentes tipos de suelos.

En Colombia, en altitudes entre 1800 – 2800 msnm ocurre la inducción floral de la fresa durante todo el año, ya que se tienen condiciones similares a las de la primavera, respecto a países con estaciones (Flórez et al, 2010). En estos últimos, la fresa comienza su iniciación floral a mitad de otoño; al finalizar éste, inicia su crecimiento vegetativo, hasta la mitad de la primavera; después viene la floración y la formación de frutos desde la mitad de la primavera

hasta la mitad de verano y termina con la etapa de formación de estolones hasta la mitad de otoño, repitiéndose cíclicamente Kurokura, Mimida, Batey & Hytönen, (2013).

Los cultivares de fresa se catalogan según su fotoperiodo, El fotoperiodo, en relación con el termo período (reacción de las plantas a la variación anual, diaria o periódica de la temperatura), determina la inducción de la floración, el comportamiento productivo y el área de distribución de las variedades Bianchi, (1999).

Durner, Barden, Himelrick, & Poling, (1984) al estudiar los efectos del fotoperiodo y la temperatura en la floración y formación de estolones de variedades de fresa de día corto, largo y neutros, llegaron a la conclusión que la clasificación de las variedades según las necesidades de fotoperiodo es inadecuada; estos autores encontraron interacciones entre la variedad, el fotoperiodo y la temperatura tanto para la floración como la formación de estolones. Cabe señalar que temperaturas inferiores a 12°C durante el cuajado de los frutos produce frutos deformes.

Principales países productores y situación en Colombia.

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

fresas son industriales, culinarios, medicinales, consumo en fresco Cámara De Comercio Bogotá, (2015)

Fenología del cultivo de fresa.

En Colombia es posible empezar el cultivo de la fresa en cualquier época del año. Sin embargo, es recomendable hacerlo al inicio de la época de lluvias con el fin de asegurar la adaptación del cultivo y garantizar el desarrollo inicial. La recolección se lleva a cabo en la época seca, que coincide con la época de menor producción para destinos importadores como Países Bajos, y países exportadores como Estados Unidos, México y España Álvarez & Paulette, (2016)

El cultivo de fresa tiene etapas fenológicas como vegetativas donde se presenta una brotación, de desarrollo de hojas y desarrollo de frutas, reproductivas para la aparición del órgano floral y la floración y productivas donde se presenta la formación del fruto, maduración y senescencia Rubio, Alfonso, & Grijalba, (2014).

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* Cockerell & T.D.A., 1901), gusano soldado de la remolacha (*Spodoptera exigua* Hübner. 1808), gusano falso medidor (*Trichoplusia ni* Hübner), gusano elote de maíz (*Heliothis zea* Boddie), gusanos cortadores (*Agrotis ipsilon* Hufnagel., *Athetis mindara* Hübner. 1821, *Peridroma saucia* Hübner. 1808), acaro del ciclamino (*Phytonemus pallidus* Banks. 1901), tijerilla europea (*Forficula auricularia* L.), ciempiés del jardín (*Scutigera immaculata* Newp.), palomilla tortrix de jardín (*Ptycholoma (=Clepsis) peritana* Clemens. 1860), escarabajos de la raíz (*Otiorhynchus sulcatus* Fabricius. 1775, *Otiorhynchus cribricollis*

Gyllenhal. 1834, *Pantomorus cervinus* Boheman., *Hoplia dispar* Leconte. 1880, *H. callipyge* Leconte. 1856), 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.), Picudo de la fresa (*Anthonomus rubi* Herbst.), Gorgojos (*Agriotes* ssp.), Pulgones, Araña roja (*Tetranychus cinnabarinus* Boisd.), (*Frankliniella occidentalis*,) y otras plagas: como Gusanos grises, moluscos que devoran las hojas y Nematodos Agroes, (2014).

Para Colombia se informan como las plagas más importantes del follaje entre los insectos a los áfidos (*Aphis* spp.), a los trips (*Frankliniella* spp.), la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood.), las moscas de la fruta (*Anastrepha* spp.), y el gusano cortador (*Spodoptera* sp.); a los ácaros, entre ellos el ácaro blanco *Steneotarsonemus pallidus* Banks. y las arañitas rojas (*Tetranychus* spp.) y la babosa *Milax gagates* Draparnaut., Como plagas importantes de la raíz se señalan a *Anomala* sp., *Phyllophaga* sp., y *Cyclocephala* sp. Cámara De Comercio Bogotá, (2015).

Chizas (*Phyllophaga* spp. Harris.)

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 Agroes, (2014).

Ácaro Blanco (*Steneotarsonemus pallidus* Banks.)

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; posteriormente 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 & González, (2010)

Trips (*Frankliniella occidentalis*)

Varias especies de trips atacan a las flores y frutos recién formados, no es de gran importancia económica, pero en EE. UU. hay especies cuarentenarias, por lo tanto, si se piensa exportar a ese país se debe controlar con: malathion, endosulfan (Thiodan 35 EC) Lavinto & Smith, (2017)

Mosca Blanca (*Trialeurodes vaporariorum* Gennadius.)

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 una mielecilla (fumagina) la cual afecta la calidad final del fruto Agroes, (2014).

Babosas (*Milax gagates* Draparnaud.)

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)

Trozador (*Spodoptera* sp. Hübner.)

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 Agroes, (2014).

Enfermedades parasitarias

Pudrición roja de la raíz (*Phytophthora fragariae*)

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

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, Agustín, & Guy, (2010).

Verticilosis

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

Epidemiología

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

Moho gris

El moho gris es causado por *Botrytis cinerea* De Bary, un hongo que daña el fruto produciendo un ablandamiento y cuando es muy severo se cubre completamente con vello 35 gris. Su desarrollo se ve favorecido con la alta humedad y bajas temperaturas, puede penetrar en el fruto sin necesidad de heridas y durante la cosecha los frutos sanos pueden ser contaminados con esporas provenientes de otros infestados. Las infecciones puedan causar que las flores se pudran, o *Botrytis* puede entrar en un período de latencia en el tejido floral. Las infecciones latentes entran nuevamente en actividad en la fruta más tarde en la temporada en cualquier

momento antes o después de la cosecha cuando el azúcar aumenta y las condiciones se vuelven favorables para el desarrollo de la enfermedad (Universidad De California, 2005).

Epidemiología

El hongo de *Botrytis cinerea* inverna como micelio y también como esclerocios (estructuras de resistencia) en el suelo y en residuos de cosecha, también en semillas. Para su desarrollo necesita las condiciones de alta humedad libre, para la germinación requiere de temperaturas entre 15 y 25°C, pero la infección, el crecimiento y la esporulación del hongo se puede dar con temperaturas entre 0 y 35°C. Los conidios son diseminados por corrientes de aire húmedo, salpicadura de agua lluvia, herramientas, personas, entre otros. Por lo general la infección ocurre por la penetración de heridas. Los esclerocios tienen viabilidad en un rango de temperatura de 4 a 54°C, generalmente dan lugar a conidios, ocasionalmente a hifas que pueden penetrar directamente y pueden producir apotecios ICA, (2012).

Viruela o Peca de la hoja

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

Epidemiología

La viruela es la principal enfermedad foliar de la frutilla, es fácil de reconocer por sus típicas pústulas y aunque está presente en la mayoría de las plantaciones, no se realiza un manejo especial para controlarla. Los síntomas son pústulas foliares bien definidas, con el centro de color café claro o plomizo y bordes púrpuras que se juntan con otras pústulas cercanas. La lluvia es el principal causante del aumento de incidencia y la susceptibilidad de las variedades, por eso en climas lluviosos y con temperaturas óptimas para el desarrollo de la enfermedad (20°C – 25°C), la enfermedad puede producir numerosas pústulas que terminan necrosando amplios sectores de las hojas Gómez, (2006).

Oídio

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

Epidemiología

Una vez que el mildiú polvoroso comienza a colonizar las nuevas hojas, se producen grandes números de esporas y se propagan por el aire y viento a otras hojas, flores y fruta. La alta humedad relativa (mayor a 75%) y temperaturas de (15o a 27o C) favorecen a la enfermedad. Sin embargo, la humedad libre en las hojas como rocío, lluvia, y riego por aspersión, inhibe el desarrollo del mildiú polvoroso. Cuando se cultiva la fresa en invernaderos o en túneles, el

mildiu polvoroso puede ser todavía más grave debido a la baja intensidad de luz y de radiación UV, la ausencia de humedad de hoja y la humedad relativa alta, Las esporas de mildiu producidas en las hojas se propagan por las corrientes de aire. Al caerse en las flores, estas pueden quedar deformadas que no desarrollan apropiadamente y se cubren de micelio Bolda, Steven, & Koike, (2015).

Antracnosis

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

Epidemiología

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

salmón característico, en cuyo interior se forman las conidiósporas (acérvulos o cuerpo fructífero asexual Ferreira, Pérez Vega, & Campana, (2008).

Mancha bacteriana por *Xanthomonas fragariae*.

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

Epidemiología

Este patógeno requiere humedad y temperatura media para causar una infección fuerte. Después de una lluvia fuerte que moje al follaje, la enfermedad se incrementa. La bacteria es más activa a temperaturas de 24 a 25°C y presencia de humedad en el follaje por 24 horas. Esta bacteria penetra por heridas y estomas FAO, (2012).

Buenas prácticas agrícolas (BPA)

Las BPA son un conjunto de normas, principios y recomendaciones técnicas aplicadas a las diversas etapas de la producción agrícola, que incorporan el Manejo Integrado de Plagas y

Enfermedades (MIPE), el Manejo Integrado del Cultivo (MIC), Manejo Integrado de Riego y Fertilización (MIRFE), y cuyo objetivo es ofrecer un producto de elevada calidad e inocuidad con un mínimo impacto ambiental, bienestar y seguridad para el consumidor y los trabajadores, y que permita además proporcionar un marco de agricultura sostenible, documentado y evaluable FAO, (2012).

Manejo integrado de plagas y enfermedades

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.

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 monitoreo constantes para proveer 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 Bogotá, 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).

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).

Las plantas micorrizas también tienen beneficios en cuanto a su nutrición vegetal, en la estimulación y absorción de agua Cano & Hoyos (2011), 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 postcosecha; 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).

Requerimientos y deficiencias nutricionales

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

Los niveles deseables de nutrientes para fresa son: 2-3% de Materia orgánica, 1.5 a 2% de Nitrógeno total, 50 a 80 ppm de Fósforo (P₂O₅), 400 a 500 ppm de Potasio (K₂O) Angulo, (2009).

Las plantas necesitan 14 nutrientes minerales; macronutrientes como elementos primarios el Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K), como elementos secundarios Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Azufre (S) y como micronutrientes Hierro (Fe), Cobre (Cu), Zinc (Zn), Cloro (Cl), Manganeso (Mn), Molibdeno (Mo) y Boro (B), pero tres nutrientes no minerales que son el Hidrogeno (H), Oxigeno (O) y Carbono (C) Diaz, (2017).

Materia Orgánica

El cultivo de Fresa es muy exigente en materia orgánica, señala que como base debe contener por lo menos niveles del 2 al 3%, si este valor es inferior la producción de fresa se verá limitada. Aparte de la materia orgánica en el sustrato, es importante mantener una buena relación Carbono-Nitrógeno, C/N: 10, se considera un valor adecuado, con ello se asegura una buena evolución de la materia orgánica aplicada al suelo Barba, (2016).

pH

Para esta planta expresar su máximo rendimiento requiere de suelos sueltos, drenados, con texturas medias y su pH óptimo oscila entre 5.5-6.5, es sensible a la cal y a la salinidad del suelo Delgadillo & Rodríguez, (2016).

Nitrógeno

La fresa es un cultivo que requiere una cantidad considerable de Nitrógeno para su normal desarrollo, además indican que se debe tener extremo cuidado en no sobre dosificar este elemento debido a que la planta se torna susceptible al ataque de plagas y enfermedades. La cantidad que requiere la fresa para su ciclo productivo es de 20 g/m² Vázquez, (2008).

Fósforo

El requerimiento de fósforo para el cultivo de fresa es de 10 g/m² de anhídrido fosfórico (P₂O₅), esto dependiendo del resultado que se tenga del análisis de suelos Estrada & Iris, (2011).

La roca fosfórica es uno de los fertilizantes naturales es un poco más lenta para la absorción comparada con los químicos pero es un mejor activador de absorción de magnesio, interviene para la planta de fresa en la fotosíntesis; respiración, transferencia y almacenamiento de energía, en la división y alargamiento celular (el ATP captura la luz para la fotosíntesis), formación y desarrollo de raíces; forma enzimas, ácidos nucleicos, fosfolípidos, fosfoproteínas; incrementa la resistencia a enfermedades mediante el mecanismo de formación de fitoalexinas junto con el potasio dando el fosfato de potasio; acelera la maduración; interviene en la formación de genes y consecuentemente de los cromosomas; acelera el crecimiento de la planta; mejora la fijación del nitrógeno Romero, (2012)

Potasio

El cultivo de fresa necesita como mínimo 250 kg de K₂O por ha para su normal desarrollo y producción. A pesar de que se afirma que el potasio sólo es requerido para aumentar el tamaño de los frutos, en flores cumple múltiples funciones, en especial cuando se trata de fijar y estimular el desarrollo de fitoalexinas, que dan mayor resistencia a los tejidos para elevar la resistencia al ataque de plagas y enfermedades Saqueros, (2017).

Calcio

Este elemento interviene en la formación de las paredes celulares, lo que forma una barrera dura en los tejidos evitando la penetración de haustorios y tubos germinativos de hongos, se considera por esta razón un elemento de mucha importancia dentro del campo de la producción de la fresa Acosta, (2013).

Magnesio

Los requerimientos de magnesio en el cultivo de fresa son alrededor de 200 kg por ha, cantidad relativamente alta, debido a que este elemento interviene en el proceso de fotosíntesis.

Cuando el magnesio es deficiente, la planta presenta serios problemas en su desarrollo, lo que afecta directamente en la productividad Ortiz, (2015).

Zinc

El cultivo de fresa requiere alrededor de 0,18 ppm de zinc por pulso de riego, en caso de utilizar fertirrigación, además afirma que con esta dosis no se observará problemas de plantas pequeñas Casierra & Poveda, (2005).

Boro

La deficiencia de boro puede generar algún problema en el cultivo de la fresa, especialmente en variedades exigentes. Los síntomas de deficiencia son flores mal conformadas y con pocos pétalos. Si el nivel foliar baja a 30 ppm se aporta una sola vez 2-3 g de bórax/m² al suelo o por vía foliar (100 g/Hl). El cultivo de Fresa requiere por lo menos 2 ppm de boro por riego, considerando que debe aplicarse dos veces por semana como mínimo Acosta, (2013).

Sintomatología visual de deficiencia de nutrientes

Los síntomas característicos son clorosis o amarillamiento uniforme o en los bordes. El síntoma más común se debe a una falta en el desarrollo de la clorofila. Las hojas cloróticas varían su color desde un verde claro a un color amarillo. Otra característica es clorosis intervenal la cual se observan las venas de la hoja se mantienen verde mientras el tejido entremedio de las hojas se torna amarillo. La necrosis ocurre muerte o secamiento del tejido asociada con deshidratación y descoloración de los órganos de la planta Diaz, (2017).

Daños asociados con sequía, herbicidas, enfermedades y exceso de sales también pueden causar necrosis. El enanismo (achaparramiento) es una reducción en la tasa de crecimiento está asociado a casi todos los síntomas nutricionales. La forma del enanismo puede variar con la deficiencia. Las coloraciones anormales de algunas deficiencias nutricionales están

caracterizadas por coloración roja, púrpura, marrón o verde oscuro. Coloración rojizo púrpura se debe a la acumulación de antocianina en el tejido García, (2013).

Requerimiento de correctivo

Es necesario realizar un análisis de suelo previo al establecimiento del cultivo. Si es necesaria la aplicación de algún correctivo o enmienda al suelo, por ejemplo, cal para mejorar la condición del pH o enmienda orgánica para mejorar el contenido de materia orgánica en el suelo, se deben realizar con suficiente tiempo antes de la siembra para que completen su acción en el suelo León, Guzmán, & García, (2014).

Enmiendas orgánicas

El uso de enmiendas orgánicas, como compost de estiércol animal, es una práctica alternativa en la horticultura tradicional bajo cubierta que podría mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas el suelo. A su vez, constituyen una fuente de carbono y otros nutrientes que favorecen el desarrollo de los cultivos.

El compostaje es una transformación microbiana de los residuos orgánicos en condiciones controladas. Consiste en una fermentación aeróbica donde interviene microorganismos nativos: bacterias, hongos y actinomicetos, principalmente. Como producto final se obtiene un material apto para su utilización como enmienda en la agricultura, que se incorpora al suelo con la finalidad de generar humus, con efectos positivos en su fertilidad Bianchi, (1999).

Microorganismos Eficientes (ME)

Los Microorganismos Eficientes (ME) Son una combinación de microorganismos beneficiosos de cuatro grupos principales: bacterias foto tróficas, 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 quelatos y fundamentalmente sustancias antioxidantes. Además, mediante su acción cambian la microflora 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 Banco Interamericano de Desarrollo, (2009)

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, actinomicetos, 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, parras 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

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). 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).

Hongos antagonistas

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 postcosecha; 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: mico parasitismo, competencia por los nutrientes y antibiosis, siendo el mico parasitismo el principal mecanismo de acción de este hongo. Este biocontroladora 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 Guedes, Castillo, Cañizales, & Olivar, (2009).

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, & Kotter, (2007).

Es una bacteria Gram positiva, que produce endosporas, las cuales resisten a factores físicos perjudiciales como la Temperatura, 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).

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 González, (2012).

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).

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).

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 fosforo 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 et al. (2014)

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.

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).

Así mismo, en Colombia también se han desarrollado este tipo de estudios, En Tunja, se desarrolló una investigación donde se evaluaron contra *B. cinerea* 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, Ferruco, & Álvarez, (2014).

Caldo Sulfo-cálcico.

Insecticida, acaricida, ovicida y fungicida para hortalizas, árboles frutales, viña, parrales, ornamentales y forestales. Elimina las formas invernantes de los insectos y hongos, usándolo en invierno vacunaras sus árboles y evitara problemas durante los 12 meses del año. Actúa también como desinfectante, se puede utilizar como sellante sobre los cortes de podas, principalmente en arboles leñosos. Vargas, Ávila & Peña, (2003).

Caldo Rizosfera

Según Méndez & Viteri (2007) el Caldo Rizosfera 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, mientras que en otro resultado se informó que en un análisis microbiológico que Caldo Rizosfera tenía mayor población de hongos y de bacterias totales, fijadoras de N₂ y solubilizado de fósforo que otros preparados Viteri, Granados, & González, (2008).

9. Marco Legal

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

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

Reglamento Estudiantil Universidad de Pamplona Acuerdo N.º 186

Trabajo De Grado.

ARTÍCULO 35. Definición de Trabajo de Grado: En el Plan de Estudios de los programas, la Universidad establece como requisito para la obtención del título profesional, la realización por parte del estudiante, de un trabajo especial que se denomina “TRABAJO DE GRADO”, por medio del cual se consolida en el estudiante su formación integral, que le permite: a. Diagnosticar problemas y necesidades, utilizando los conocimientos adquiridos en la Universidad. b. Acopiar y analizar la información para plantear soluciones a problemas y necesidades específicas. c. Desarrollar planes y ejecutar proyectos, que le permitan demostrar su capacidad en la toma de decisiones. d. Formular y evaluar proyectos. e. Aplicar el Método Científico a todos los procesos de estudio y decisión.

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

la Universidad, tutor responsable del Trabajo de Grado y cronograma, previo estudio y aprobación de la misma, del respectivo Grupo de Investigación.

RESOLUCIÓN No. 00375 de (27 de febrero de 2004): Por la cual se dictan las disposiciones sobre Registro y Control de los Bioinsumos y Extractos Vegetales de uso agrícola en Colombia.

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

RESOLUCIÓN No. 00150 de (21 ENE 2003): Por la cual se adopta el Reglamento Técnico de Fertilizantes y Acondicionadores de Suelos para Colombia.

Resolución 187 de (31 JUL 2006) MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Por la cual se adopta el Reglamento para la producción primaria, procesamiento, empaqueo, etiquetado, almacenamiento, certificación, importación, comercialización, y se establece el Sistema de Control de Productos Agropecuarios Ecológicos.

10. Metodología

Se desarrolló una investigación de corte longitudinal en el Municipio de Pamplona, en la Finca Sol Vida con parcelas simples en el periodo comprendido de marzo a octubre de 2019 con el fin de evaluar una tecnología limpia en fresa con la aplicación de productos biológicos por parte del propietario de la finca y de esta manera obtener un producto limpio e inocuo, se registraron todas las actividades que se realizaron y los insumos empleados y se estimó su valor. Se identificaron problemas nutricionales y las enfermedades parasitarias en el cultivo bajo las condiciones de Pamplona, así como todo el manejo agroecológico que se realizó en esta tecnología de producción limpia que ha propuesto ASPAGRO a partir de los resultados de investigaciones anteriores, aspectos tomados de la literatura y la experiencia de los técnicos de Sol Vida.

Este trabajo se realizó en la finca Sol Vida del municipio de Pamplona del propietario Néstor Cespedes Novoa con una extensión de 1500 m² con el fin de validar una tecnología en el cultivo de fresa tiene una extensión de 250 m² plantados en fresa, la variedad Albión, con una distancia de siembra de 30 centímetros entre plantas y 25 centímetros entre hileras, las camas o bloques tienen diferentes coberturas como de avena, y hortalizas, también tiene producción a pequeña escala de aves de postura y producción de conejos. Las demás fincas del contorno tienen praderas para la alimentación de bovinos.

Esta zona está ubicada en bosque andino lo cual se caracteriza por que empiezan a unos 2400 msnm formando una faja hasta los 3800 msnm. La temperatura media de este piso va desde 15° C a 6° C. Las precipitaciones se estiman en 900 a 1000 mm anuales si bien se carece de medidas en los lugares más altos. Nubosidad y nieblas frecuentes contribuyen a una constante humedad. Entre los árboles del bosque andino los géneros más representados de mayor

importancia son los siguientes: *Weinmannia* (Cunoniaceae), *Brunellia* (Brunelliaceae), *Clusia* (Clusiaceae), *Bejaria* (Ericaceae), *Miconia* (Melastomataceae), *Eugenia* (Myrtaceae), *Duranta* (Verbenaceae). En Pamplona existen algunas plantas nativas como el helecho (*Pteridium aquilinum* (L.) Kunth), Cucharo (*Myrsine guianensis*), Chilco (*Fuchsia magellanica*), Tuno (*Miconia squamulosa*), Cucano (*Plectranthus amboinicus*), Flor de cohete o Tritoma (*Kniphofia* sp.), Mapuro (*Drymophila*), Mora silvestre (*Rubus ulmifolius*) entre otras. Es evidente que el bosque andino en otros tiempos estuvo mucho más extendido que en la actualidad sobre las faldas y altos de las cordilleras; el hombre ha destruido grandes extensiones de monte con objeto de transformar en franjas, potreros, cultivos (maíz, papa, cereales), y plantas foráneas como Pinos (*Pinus*,) Acacia negra (*Acacia melanoxylon*), Aliso (*Alnus glutinosa*), Uruapan (*Braxinus chinensis*) (Cuatrecasas 2017).

Se evaluaron cinco parcelas denominadas A, B, C, D y E; las cuales se caracterizaron por tener plantas acompañantes de diferentes especies:

La parcela A fresa ajo (*Allium sativum*) y caléndula (*Caléndula officinalis*)

La parcela B fresa y lechuga (*Lactuca sativa*)

Las parcelas C, y D fresa y frijol (*Phaseolus vulgaris*) y caléndula (*Caléndula officinalis*)

La parcela E fresa y rábano (*Raphanus raphanistrum* subsp. *Sativu*)

Se aplicó una metodología de la siguiente forma:

Preparación del terreno por parte del productor, siembra de *Avena sativa* y abonado con enmiendas orgánicas, se introdujo la avena como abono verde luego se hizo la recepción de las plantas de fresa y se aplicó biofertilizantes, caldo sulfúrico, caldo rizosfera, fosfitos, cenizas, cal lechada, gallinaza, bio suelo, micorrizas. leonarditas, biominerales: fosforo, nitrógeno, potasio, cobre, calcio, boro, magnesio, azufre, zinc, manganeso y para los problemas fitosanitarios se

aplicó *Beauveria bassiana*, caldo rizosfera, diatomea M4 y M6, esto según a las necesidades que se iban presentando durante la investigación.

Para la cobertura de la parcela A se utilizó 24 kg de arena en 8 m² de suelo con cobertura de aserrín tratado con hierro y para la parcela B se mezcló 24 kg de arena en 8 m² la cobertura usada después que se consumió la avena fue pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) seco y buchón de agua (*Eichhornia crassipes*) para las parcelas C, D, y E. La cobertura usada después que se consumió la avena fue pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) seco con buchón de agua (*Eichhornia crassipes*) y Elodea (*Elodea nuttallii*) todas estas cubiertas combinadas con hojas de papel con el fin de evitar el crecimiento masivo de arvenses y ataque de plagas.

A continuación, se relacionan los ingredientes de cada biopreparado, uso y número de aplicaciones suministrado por el productor para los tratamientos A, B, C, D y E; durante el proceso de producción según las necesidades que se presentaron en el desarrollo del cultivo (Tabla 3) señala la descripción de los biopreparados, los ingredientes, su uso y el número de aplicaciones.

Tabla 3 Descripción de cada uno de los biopreparados.

Biopreparados	Ingredientes	Uso	Número De Aplic.
CALDO	Raíces de plantas: ortiga	Alternativas para el control de <i>B. cinerea</i> la	3
RIZOSFERA	(<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.)	mancha por peca y la mancha bacteriana.	

	conseguidas en la granja, yogurt, melaza, agua oxigenada y harina de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)		
ABONO SOLIDO	Lombrinaza y arena + biosuelo	Fertilizante del suelo	4
BIOFERTILIZANT ES	M6 al 1% (100 CC.) + MM al 3% (150 CC.) + Melaza (10 ml) en 10 litros de Agua	Mejora las características físicas del suelo y controlar algunas enfermedades del suelo que causan la pudrición de raíces, y un aumento de la actividad microbiana.	9
BIOSUELO	Estiércol (50 kg) + Melaza (1 Kg) + Harina de roca (1 Kg) + 1 litro de caldo Rizosfera en 100 litros de agua	Cataliza todos los iones nutritivos del suelo, así como los solubilizados a través de los fertilizantes.	10
CAL LECHADA	Cal hidratada (200 g) + Jabón Azul (20 g) en 20 litros de agua	Disminuye la acidez del suelo. Mejorar las propiedades físicas químicas y biológicas del suelo, reduce las toxicidades en el suelo.	1
ENMIENDA	(Gallinaza + Boca Shi) 30 kg por era	Corrige, acondiciona y mejora las características físicas, químicas y biológicas del suelo con el objetivo de hacerlo más fértil, asegura una adecuada disponibilidad de nutrientes y un buen desarrollo a las plantas.	1
M4	Microrganismos eficientes de montaña melaza y salvado de arroz (<i>Oriza sativa</i> L.).	Controlar ataques de trips y previene enfermedades causadas por hongos.	8

	CON 4 días de fermentación.		
M6	ME, vinagre, etanol, plantas aromáticas, jengibre (<i>Zingiber officinale</i> Rosc.), ajo (<i>Allium sativum</i> L.), cebolla (<i>Allium cepa</i> L.), pimienta y ají (<i>Capsicum annuum</i> L.)	Alternativa para el control de <i>B. cinérea</i> , mancha por peca y la mancha bacteriana, controla ataques de trips y previene enfermedades causadas por hongos.	4
MM	Microrganismos eficientes de montaña melaza y salvado de arroz (<i>Oriza sativa</i> L.).	Controlar de forma constante el desarrollo de <i>Fusarium</i> sp. 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 naturales que mejoran la textura del suelo.	1

Nota: características de los biopreparados usados en la evaluación Fuente: Castellanos, et al., (2017).

Los productos de biopreparados se aplicaron semanalmente sobre las plantas y el suelo de acuerdo con los problemas fitosanitarios y nutricionales que se presentaban durante la producción del cultivo.

Caracterización del suelo: Al finalizar la evaluación de esta tecnología se tomó por cada bloque una muestra de suelo de un kilogramo, donde se le hizo su respectivo análisis en el laboratorio de calidad de la Universidad de Pamplona, se le realizó medición del pH, conductividad eléctrica, método de minerales N, P, K, Ca, Mg y materia orgánica (M.O), se tomó cada muestra, se homogenizo, macero, tamizo y se llevó a bolsas plásticas respectivamente

marcadas, para hallar pH en un frasco por muestra se pesó 10gr de suelo con 10 ml de agua destilada se llevó al Shaker (agitador) durante 30 minutos y con el multiparámetro se obtuvo el pH de cada tratamiento, para hallar conductividad a la muestra nombrada se le adiciono agua destilada haciendo una masa la cual se dejó en reposo por una hora, luego se filtró, se tomó 3 ml de esa filtrado y con el multiparámetro se halló conductividad. Para hallar fósforo se tomó 2, 85 gr por muestra y se le adiciono 20 ml de ácido clorhídrico + ácido sulfúrico se llevó al Shaker por 5 minutos luego se filtró tomando 3 ml de ese filtrado y se le adiciono 7ml de agua destilada y 1ml de Cloruro Estagnoso finalmente el resultado de cada muestra se llevó al fotocolorímetro de marca HACH (DR 3800). Para hallar materia orgánica y nitrógeno se pasaron los crisoles uno por tratamiento luego se pesó 10 gr de muestra se llevó a la mufla por 1 hora a 105 °C luego se volvió a pesar y se realizó la siguiente fórmula para el cálculo de materia orgánica:

$$\% \text{ M. O} = [(P1-P2) / (P2-C)] * 100$$

%M. O: Porcentaje de materia orgánica

P1: Peso del suelo antes de la calcinación

P2: Peso del suelo después de la calcinación

C: Peso del crisol

Se consideró que el contenido de nitrógeno es el 5 % del contenido de materia orgánica según Gamarra, Díaz, Vera de Ortiz, Galeano & Cabrera, (2018).

10.1. Evaluación de las variables morfométricas de una tecnológica en la producción limpia de fresa.

En cada tratamiento o parcela se midieron las siguientes variables morfométricas:

Porcentaje de población: Se conto el número total de plantas sembradas al inicio sobre el número de plantas sobrevivientes en cada muestreo.

Numero de hojas activas: Cantidad de hojas activas

Numero de flores: Cantidad de flores por planta cada 15 días

Numero de frutos: Cantidad de frutos por planta cada 15 días.

Se realizó un análisis de varianza de las variables morfométricas (Numero de hojas, Numero de flores y Numero de frutos) considerando un diseño completamente actualizado donde los tratamientos fueron las parcelas y las repeticiones o unidades experimentales las plantas. Se comprobó previamente supuesto de normalidad, por la prueba de kolmogorov Smirnov. Se compararon las medias por la prueba de Tukey con una probabilidad de error de $p \leq 0,05$ y se empleó el paquete estadístico SPSS versión 21.

10.2. Determinación de la incidencia y severidad de plagas, y enfermedades parasitarias y no parasitarias en la producción limpia de fresa

En cada tratamiento o parcela se midieron las siguientes variables fitosanitarias o nutricionales cada 8 días:

Para cada plaga, sea ácaro, trips, áfidos u otro insecto plaga se utilizó la misma fórmula.

Incidencia (I) % = Número de plantas afectadas / Número de plantas evaluadas * 100

Severidad de ácaros e insectos = No de individuos/ No de plantas u órganos

Incidencia y Severidad de enfermedades:

Muestreo para determinación de incidencia y severidad de enfermedades causadas por hongos, bacterias y virus.

Para la incidencia se tomó el número de plantas afectadas de cada enfermedad y se utilizó la siguiente formula.

Incidencia (I) % = Número de plantas afectadas / Número de plantas evaluadas * 100

En cada bloque del cultivo se realizó un muestreo escogiendo las plantas con enfermedades foliares, anotando su grado de severidad y se aplicó la siguiente escala de seis grados (0-5) a cada planta (Tabla 4) se evidencia la escala de grados para hallar severidad y su descripción.

Tabla 4 escala de seis grados (0-5)

Grados (a)	Descripción
0	planta sin síntomas de daño
1	planta presenta un síntoma de daño entre un 5 % del área foliar
2	planta presenta un síntoma de daño entre un 6 - 25 % del área foliar
3	planta presenta un síntoma de daño entre un 26 - 50 % del área foliar
4	planta presenta un síntoma de daño entre un 51 – 75 % del área foliar
5	planta presenta un síntoma de daño mayor de un 76 % del área foliar

Fuente: Propia

Según el grado de la escala para los patógenos foliares se determinó la severidad del tejido afectado por cada enfermedad con la fórmula siguiente:

$$\text{Severidad (S) (\%)} = ((\sum axb) / KN) * 100$$

Donde:

S= Severidad

a = Grado de la escala

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

K= Grado máximo de la escala

N= Número total de plantas muestreadas

Para enfermedades del suelo (Hongos y Nematodos):

Se utilizó la misma fórmula anteriormente nombrada

$$\text{Incidencia (I) \%} = \text{Número de plantas afectadas} / \text{Número de plantas evaluadas} * 100$$

En cada bloque del cultivo se realizó un muestreo contabilizando las plantas con enfermedades foliares, anotando su grado de severidad y se aplicó la siguiente escala de seis grados (0-5) a cada planta (Tabla 5) señala la escala de seis grados para hallar severidad y su descripción.

Tabla 5 escala de seis grados (0-5)

Grados (a)	Descripción
0	planta sin síntomas de daño
1	planta presenta un síntoma de daño entre un 5 % del área foliar
2	planta presenta un síntoma de daño entre un 6 - 25 % del área foliar
3	planta presenta un síntoma de daño entre un 26 - 50 % del área foliar
4	planta presenta un síntoma de daño entre un 51 - 75 % del área foliar
5	planta presenta un síntoma de daño mayor de un 76 % del área foliar

Fuente: Propia

Según el grado de la escala para los patógenos foliares se determinó la severidad del tejido afectado por cada enfermedad con la fórmula siguiente:

$$\text{Severidad (S) (\%)} = ((\sum axb) / KN) * 100$$

Donde:

S= Severidad

a = Grado de la escala

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

K= Grado máximo de la escala

N= Número total de plantas muestreadas

Para enfermedades del suelo (Hongos y Nematodos):

Se utilizó la misma fórmula anteriormente nombrada

Incidencia (I) % = Número de plantas afectadas / Número de plantas evaluadas * 100

Severidad (S) (%) = $((\sum axb) / KN) * 100$

Para las deficiencias nutricionales:

Se hizo cuantificación del porcentaje de incidencia y severidad de deficiencia de Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio y Boro que se presentaron en el cultivo:

Para la cuantificación de los síntomas en cada parcela se realizó un muestreo de total de las plantas. Se aplicó una escala de grado a cada planta, para luego obtener un total de plantas enfermas y de plantas sanas, y posteriormente estimar el porcentaje de incidencia y el porcentaje de severidad.

Donde a continuación en la (Tabla 6) se muestra los síntomas a evaluar de cada una de las deficiencias

Tabla 6 Diagnostico visual de deficiencias nutricionales

Aspectos a Identificar	SI	NO	Observaciones	Evidencias Fotográficas
Deficiencia de N		x		
Exceso de N		x		
Deficiencia de Fosforo	x		El borde de algunas hojas es de color purpura	
Exceso de fosforo		x		
Deficiencia de Potasio	x		Bordes de las hojas viejas se ven quemados	

Deficiencia de Calcio	x	Hojas de color marrón en las puntas	
Exceso de Calcio	x		
Deficiencia de Boro	x	Presenta frutos deformes	
Exceso de Boro	x		

Fuente: Propia

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

$$\text{Incidencia (I) \%} = \text{Número de plantas afectadas} / \text{Número de plantas evaluadas} * 100$$

Se aplicó la siguiente escala de seis grados (0-5) a cada planta (Tabla 7) señala la escala de seis grados para hallar severidad y su descripción.

Tabla 7 escala de seis grados (0-5)

Grados (a)	Descripción
0	planta sin síntomas de deficiencia.
1	planta presenta un síntoma de deficiencia entre un 5 % del área foliar.
2	planta presenta un síntoma de deficiencia entre un 6 - 25 % del área foliar
3	planta presenta un síntoma de deficiencia entre un 26 - 50 % del área foliar
4	planta presenta un síntoma de deficiencia entre un 51 – 75 % del área foliar
5	planta presenta un síntoma de deficiencia mayor de un 76 % del área foliar

Fuente: Propia

Según el grado de la escala para las deficiencias nutricionales se determinó la severidad del tejido afectado por cada enfermedad con la fórmula siguiente:

$$\text{Severidad (S) (\%)} = ((\sum axb) / KN) * 100$$

Donde:

S= Severidad

a = Grado de la escala

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

K= Grado máximo de la escala

N= Número total de plantas muestreadas

Se realizó un análisis de varianza en las variables fitosanitarias (incidencia y severidad de plagas, incidencia y severidad de enfermedades y deficiencias nutricionales) considerando un diseño completamente actualizado donde los tratamientos son las parcelas y las repeticiones son las plantas. Se comprobará previamente de supuesto de normalidad, por la prueba de kolmogorov Smirnov. Se compararán las medias por la prueba de Tukey con una probabilidad de error de $p \leq 0,05$). Se empleará el paquete estadístico SPSS versión 21.

10.3. Valoración económicamente la nueva tecnología de producción limpia de fresa en la finca Sol Vida

Para la recolección de los costos que se derivaron de una tecnología limpia de fresa se empleó el libro de campo como herramienta que permitió tener la información del cultivo de manera ordenada y sistematizada. El libro de campo se diligenció a mano con una frecuencia diaria y en orden cronológico desde la fase de preparación y adecuación del terreno y durante las 44 semanas de establecido el cultivo. El libro contenía: registro de actividades agronómicas, registro de mano de obra empleada, registro de aplicaciones de Bioinsumos y registro de la producción, considerando las pérdidas. Estas últimas hicieron referencia a la fruta cosechada que presentó signos de daño por ataque de hongos, insectos o por factores mecánicos que no la

hicieron apta para ser comercializada. Se determinaron varios indicadores (parciales) por parcelas durante esa etapa de estudio.

Los datos provenientes del diligenciamiento de registros del libro de campo fueron digitalizados y analizados utilizando las hojas de cálculo y herramientas de Microsoft Excel 2017. La variable independiente fue el tiempo, correspondiente al número de semanas después del trasplante; las variables dependientes fueron las frecuencias o número de veces que se realizaron las actividades agronómicas, la mano de obra empleada en cuanto a número de horas/ actividad y precio, equipos y material vegetal y la aplicación de Bioinsumos en cantidades y precios.

A partir del registro de las actividades agronómicas, se adicionó la mano de obra empleada, anotando el número de horas empleadas en cada actividad, lo que permitió calcular los costos, a partir del valor del Salario mínimo legal vigente (SMLV) estimado para el país (\$828.116) año 2019.

Para el registro de las aplicaciones de los Bioinsumos, se indicó la fecha, el producto empleado, y la cantidad; la finalidad fue determinar los costos de cada aplicación y la frecuencia de aplicación de los productos de acuerdo con las variaciones de los problemas fitosanitarios y nutricionales que iban surgiendo.

Para llevar el registro de la producción, se tomó el peso de la fruta cosechada por cada tratamiento A, B, C, D y E tomando registros dos veces por semana, El cultivo entró en producción a las 20 semanas de haber sido sembrado y se evaluaron 17 semanas de producción.

El estudio de los costos de producción para determinar la viabilidad de implementar esta tecnología se enfocó a los costos variables que fueron recopilados a partir de los registros

descritos. Los precios de los bioinsumos, el jornal estimado para el país, los equipos y material vegetal lo cual se utilizaron precios del año actual.

En la evaluación de ingresos derivados de la producción, así como las pérdidas de esta tecnología fue necesario tener en cuenta los precios de venta de la fruta; según información obtenida por el productor, la comercialización de la fresa se realizó principalmente hacia los vecinos, el precio de venta fue de \$7000/kg.

Cosecha por bloque: Se registró kilogramos de fruto por bloque, donde la cosecha fue manual y se realizó dos veces por semana.

Costos de producción: Se sumó aquellos costos relacionados a la materia prima, mano de obra directa y gastos extras.

Valor de la producción: Se sumó todos los costos de todo el proceso hasta la entrega del producto.

Rentabilidad: Se obtuvo el porcentaje donde se determinó qué tan bueno fue el desempeño de la inversión y se logró efectuando la fórmula que era igual a el precio en que se comercializó la fresa menos el costo de producción dividido al precio en que se vendió multiplicado por 100

Costo por peso invertido: Se reflejo dividiendo los ingresos sobre los costos que demuestra lo que en realidad se invirtió.

Labores (costo de recursos humanos): Costo de mano de obra demandada durante el ciclo de diciembre del 2018 mes en el que se sembró la avena utilizada como cobertura hasta el mes de noviembre mes donde se tomó el último registro de cosecha.

Productos de la finca: Insumos que la finca que se proporcionaron como: las diferentes cubiertas que se utilizaron en los bloques, los Bio-preparados, abonos (Lombrinaza, Gallinaza, Estiércol de bovino).

Ingresos: Se sumó todas las entradas que tenía la producción teniendo en cuenta la venta del producto a vendedores locales y el precio de acuerdo al fluctuante de Pamplona zona de comercialización.

11. Resultados y Análisis

En el análisis de suelo realizado en la Universidad de Pamplona en el Laboratorio de Control de Calidad y Diagnostico reflejo que el pH en los tratamientos fue de pH ácido en todos los tratamientos. La conductibilidad eléctrica varió entre 0,553 (parcela A) y 0,905 (parcela D). La materia orgánica dio por encima del 10% en todos los tratamientos. Los nutrientes encontrados reflejaron que el nitrógeno está por encima de los 5000 ppm, en cambio el fosforo fue por debajo del 0,2 ppm, el potasio vario de los 2064 ppm (Tratamiento B) a 3343 (Tratamiento E). Los valores de calcio fueron entre los 1000 y 3000 ppm y el magnesio dio valores por encima de los 170 ppm en la (Tabla 8) muestra los resultados del análisis del suelo por cada tratamiento.

Tabla 8. Resultados del análisis agroquímico del suelo

ANALISIS AGROQUIMICO DEL SUELO					
VARIABLES/ Tratamiento	A	B	C	D	E
pH (grado de acidez)	5,48	5,49	5,28	5,3	6,53
Conductividad (ms/cm)	0,553	0,563	0,536	0,905	0,81
Materia orgánica	12,04	11,37	10,2	12,05	12,64
Nitrógeno (ppm)	6000	5000	5000	6000	6000
Fósforo (ppm)	0,12	0,05	0,05	0,12	0,03
Potasio (ppm)	2338	2064	2518	3096	3343
Calcio (ppm)	1240	1166	1176	1743	2983
Magnesio (ppm)	171	168	179	223	404

Fuente: Propia

La conductividad eléctrica los valores fueron óptimos en los tratamientos A, B y C, y permisible los tratamientos D y E según Zaragoza, (2013), Por otra parte, los cultivos hortícolas son más o menos resistentes a la salinidad y así tenemos que: el tomate, el melón, la sandía, la

berenjena son cultivos medianamente tolerantes a la salinidad; en el caso del cultivo de fresa este es un cultivo sensible a la alta concentración de sales.

El porcentaje de materia orgánica estuvo por encima del 10 % lo que equivale a alto en los tratamientos A, B, D y E, y medio en el tratamiento C según Gamarra, et al., (2018) y que los valores óptimos de materia orgánica son de 4 a 6 % lo demuestra la (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015).

En este análisis se demostró que el suelo a evaluar resultó bajo en fósforo en todos los tratamientos, en el manual de fresa de Cámara de Comercio de Bogotá, (2015), dice que la composición que debe tener los suelos donde se vaya a sembrar fresa deben contener de 20 a 30 ppm de fósforo, lo que resulta deficiencia en este mineral, y de los otros minerales de Nitrógeno 100 a 200 ppm, potasio 120 a 180 ppm, calcio 1000 a 1500 ppm y magnesio 150 a 200 ppm lo que resulta que los valores encontrados son muy altos recomendados por el manual y esto difiere en que los minerales no sean aprovechables.

Para el control fitosanitario se utilizaron diez productos en dependencia de la incidencia de trips, chizas, babosas, caracoles y araña roja, utilizándose diferentes dosis (Tabla 9) muestra los bioinsumos y las cantidades utilizadas para control fitosanitario.

Tabla 9. Bioinsumos y cantidades para control fitosanitario

Aplicaciones para control fitosanitarios	
Bioinsumos	Cantidad
<i>Beauveria bassiana</i>	110 g
Cal lechada	1 kg de Cal Agrícola 90 g de Jabón Azul
Caldo bordelés	120 Cm ³
Caldo rizosfera	11,4 L
Caldo sulfocalcico	2 L

Diatomea	30 g
M4	48,3 L
M6	2,3 L
MM	420 Cm ³
Orina fermentada	300 kg
Cenizas	10 kg

Fuente: Propia

La aplicación de *Beauveria bassiana* se produjo por la incidencia de chizas lo cual redujo significativamente el porcentaje de población del tratamiento C ver (figura 3), la cal lechada se aplicó para hacer correctivos de pH y controlar trips el caldo bordelés se aplicó para controlar peca la cual presento incidencia en el transcurrir del proyecto, se aplicó Tierra de Diatomea para controlar y evitar que la población de babosas y caracoles aumentara aunque no fue significativa la población se aplicó como preventivo M4, M6 y MM Se aplicaron para controlar ataques de trips y prevenir enfermedades causadas por hongos.

Para los problemas nutricionales se utilizaron treinta productos en dependencia de las deficiencias nutricionales observadas tanto en hojas como en frutos, utilizándose diferentes dosis (Tabla 10) señala los biominerales y las cantidades para controlar problemas nutricionales

Tabla 10. Biominerales y cantidad para controlar problemas nutricionales.

Aplicaciones para problemas nutricionales			
Biominerales	Cantidad	Bioinsumos	Cantidad
BIO B	4,1 L	Aminoácidos	2 kg
BIO Ca	14,5 L	Basto de vaca fresca	300kg
BIO Co	2,2 L	Biogallinaza	1,5 L
BIO Cu	6,4 L	Compost	120 kg
BIO Fe	1,5 L	Fosfitos	2,3 L

BIO K	37 L	Gallinaza de granja	168 kg
BIO Mg	0,2 L	Harina de rocas	28 kg
BIO Mn	2,9 L	Leonarditas	7,8 L
BIO Mo	2,2 L	Lombrinaza	75 kg
BIO N	7,3 L	Micorrizas	2 kg
BIO P	20 L	Melaza	9,3 kg
BIO S	1 L	Yeso	2 kg
BIO SI	18 L		
BIO Zn	3,6 L		

Fuente: Propia

Se realizaron las diferentes aplicaciones de macro y micro minerales para las diferentes necesidades y deficiencias que se iban presentando durante el desarrollo del cultivo, aunque la aplicación de algunos nutrientes como el caso del Bio fosforo y Bio potasio donde se aplicó una cantidad mayor comparada con los demás minerales no se llegó a suplir la necesidad requerida de la planta, puesto que en las evaluaciones se observaron que durante las 14 semanas se seguía presentado la deficiencias nutricionales, en el caso del Calcio si se corrigió la necesidad de la planta puesto que en algunos bloque como el caso del D y E se observó la desaparición de esta deficiencia.

11.1. Evaluación de las variables morfológicas de una tecnológica en la producción limpia de fresa.

Al analizar el porcentaje de población por parcelas se observó que en la segunda semana después de la plantación todas alcanzaban el 100%, posteriormente fue disminuyendo progresivamente pero drásticamente en el tratamiento D (Figura 3). El análisis estadístico mostró dando diferencia estadística de la semana 7 a la semana 11 entre el tratamiento D (menor nivel poblacional) y el resto de los tratamientos.

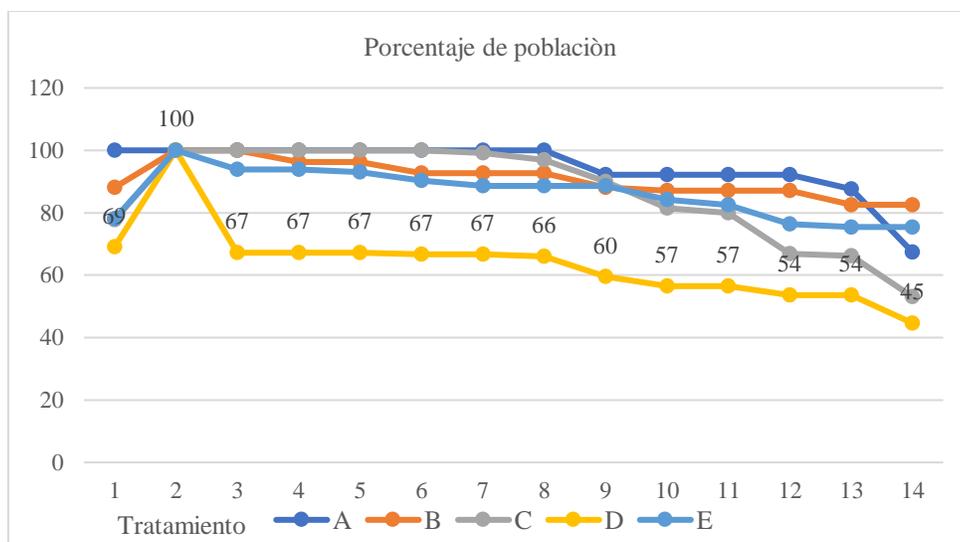


Figura 3 Dinámica del porcentaje de la población en la producción limpia de fresa en los diferentes tratamientos. Fuente: Propia.

Las hojas activas estuvieron variando a partir de la semana 6 a la semana 14 con diferencia estadística en todos los muestreos. En la semana 6 la mayor altura la alcanzó el tratamiento A y la menor el tratamiento E, en la semana 7 la mayor altura la alcanzó el tratamiento A y la menor para los tratamientos C y E. En la semana 8 la mayor altura el tratamiento A y la menor es el tratamiento D, en la semana 9 la mayor altura el tratamiento A y la menor el tratamiento es el D, en la semana 10 la mayor altura la alcanzó el tratamiento A y la menor el tratamiento es el C, en la semana 11 la mayor altura la alcanzó el tratamiento A y la menor son los tratamiento D y E, en la semana 12 la mayor altura la alcanzó tratamiento C y la menor altura correspondió para el tratamiento D, en la semana 13 la mayor altura la alcanzó el tratamiento B y la menor para el tratamiento es el D. En la semana 14 la mayor altura la mostró el tratamiento B y la menor el tratamiento C (Tabla 11).

Tabla 11. Resultados de los análisis estadísticos de la variable número de hojas activas en los diferentes tratamientos

Hojas activas/semana de muestreo

TRATAMIENTO	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14
Parcela A	4,36a	10,28a	10,28a	10,28a	10,28a	9,88a	3,12b	3,12ab	4,84a
Parcela B	3,56ab	3,04b	2,48c	4,48b	3,64b	5,36b	4,12a	4,88b	4,88a
Parcela C	4,12ab	2,48b	4,84b	4,32b	3,44b	4,36b	5,36a	4,24ab	2,56b
Parcela D	3,20ab	2,72b	1,60c	2,72b	5,16b	3,56b	2,88b	2,72b	3,56ab
Parcela E	3,04b	2,48b	2,48c	3,92b	4,20b	3,56b	3,84b	3,04b	3,48ab
C.V. (%)	45,76	53,71	53,36	47,17	52,33	52,46	46,84	62,79	50,96
Error Típico*	0,33	0,45	0,46	0,48	0,55	0,56	0,36	0,45	0,39

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

Se manifestó una tendencia en destacar cual fue mejor en sentido general fue el tratamiento A y en sentido general el menor fue el tratamiento D, Según el estudio de Chiqui & Lema, (2010) experimentaron dos tipos de fertilización orgánica y química, durante el proceso en los indicadores de numero de hojas no encontraron ninguna diferencia estadística en ambos tratamientos lo que demuestra que no existe diferencia estadística si la comparamos (Tabla 11).

El número de flores estuvieron variando a partir de la semana 7 a la semana 14 con diferencia estadística en todos los muestreos, en la semana 7 la mayor es el tratamiento A y la menor el tratamiento D, en la semana 8 el mayor es el tratamiento D y el menor es el tratamiento C, en la semana 9 la mayor es el tratamiento D y la menor son los tratamiento B y C, en la semana 10 la mayor es el tratamiento C y la menor el tratamiento es el E, en la semana 11 la mayor es el tratamiento B y la menor son los tratamiento son los D y E, en la semana 12 la mayor es el tratamiento A y la menor el tratamiento es el D, en la semana 13 la mayor es el tratamiento A y la menor el tratamiento es el B, en la semana 14 la mayor es el tratamiento A y la menor el tratamiento es el C (Tabla 12).

Tabla 12. Resultados de los análisis estadísticos de la variable número de flores en los diferentes tratamientos

TRATAMIENTO	FLORES/semana de muestreo							
	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14
Parcela A	1,52a	1,32ab	1,45a	1,34ab	1,24b	1,57a	1,43a	1,49a
Parcela B	1,35ab	1,29ab	1,16b	1,25b	1,59a	1,16b	1,14b	1,14b
Parcela C	1,23ab	1,14b	1,16b	1,55a	1,04b	1,24b	1,33ab	1,07b
Parcela D	1,22b	1,45a	1,54a	1,16b	1,03b	1,03b	1,18ab	1,24b
Parcela E	1,23ab	1,32ab	1,42ab	1,09b	1,03b	1,21b	1,31ab	1,26a
C.V. (%)	28,77	30,67	24,57	27,06	27,36	79,24	27,4	23,79
Error Típico*	0,075	0,079	0,066	0,069	0,065	0,19	0,07	0,058

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

En la investigación de Castañeda, González, Tapias, Núñez, Barajas & Rujano, (2013) se evaluó el efecto de fertilización química y *Azospirillum brasilense* sobre crecimiento, desarrollo, rendimiento y calidad de fruto de fresa (*Fragaria x ananassa*). Las variables evaluadas fueron: número de hojas (Nh), flores (Nfl) y frutos (Nfr); área foliar (AF), peso seco de planta (PS), longitud de la raíz (LR) altura de la planta (AL), rendimiento por planta (RP), tamaño de fruto (TF) y peso del fruto; Se aplicaron tres tratamientos T1: *A. Brasilense*, T2: *A. Brasilense* más fertilización química, T3: fertilización química y T4: testigo. Comparada con *A. Brasilense*, la fertilización química produjo mejores resultados en calidad y rendimiento del fruto, presentado mejor respuesta para número de hojas, flores y área foliar, por otro lado, no hubo significancia estadística para número de frutos, longitud de fruto, rendimiento por planta.

Según Pérez & Yáñez, (2018) hicieron dos aplicaciones uno de extracto vegetal de sauce (*Salix humboldtiana*) y el otro de agua coco (*Cocos nucifera* L) para la inducción floral de la fresa (*Fragaria x ananassa*) variedad Albión, donde la aplicación de extracto de sauce, produjo los mejores resultados, al favorecer en las plantas la producción de flores, consiguiéndose disminuir los días al inicio de la floración siendo el tratamiento apropiado para inducir la

floración en fresa, al ser un generador natural para la producción de flores, contribuyendo a la obtención de mayores índices de producción y productividad del cultivo, sin afectar al medio ambiente

En comparación para tener un mayor número de flores es saber los elementos esenciales que necesita la planta. Para el uso de fertilizantes químicos cuando se requiere rendimiento elevados, se necesita un manejo de prácticas de producción, altos volúmenes de agua y dosis de fertilizantes, mientras que la fertilización orgánica uno de los problemas para la obtención de rendimiento del cultivo, son las dosis suficientes de elementos esenciales que conllevan al desequilibrio del sistema de producción (Tabla 12) muestra los resultados de los análisis estadísticos por tratamiento de la variable número de flores.

El número de frutos estuvieron variando a partir de la semana 6 a la semana 14 con diferencia estadística en todos los muestreos, en la semana 6 se observó una gran diferencia solo los tratamientos D y E tuvieron valor, en la semana 7 la mayor es el tratamiento A y la menor el tratamiento D, en la semana 8,9 y 10 el mayor es el tratamiento A y el menor es el tratamiento B, en la semana 11 la mayor es el tratamiento A y la menor es el tratamiento C, en la semana 12 la mayor es el tratamiento C y la menor el tratamiento es el D, en la semana 13 la mayor es el tratamiento C y la menor el tratamiento es el B, en la semana 14 la mayor es el tratamiento A y la menor el tratamiento es el C (Tabla 13) muestra los resultados de los análisis estadísticos por tratamiento de la variable número de frutos.

Tabla 13. Resultados de los análisis estadísticos de la variable número de frutos en los diferentes tratamientos

		FRUTOS/semana de muestreo							
Tratamientos	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14
Parcela A	0,00b	3,56a	3,76a	3,08a	2,76a	3,24a	2,04ab	2,48a	4,96a

Parcela B	0,00b	1,00b	0,92c	0,64b	0,72b	2,92a	2,92a	1,16a	1,16b
Parcela C	0,00b	0,56b	1,12c	1,16b	1,88ab	0,88b	3,08a	2,72a	0,16b
Parcela D	0,64a	0,24b	1,60bc	3,24a	2,24ab	0,96b	1,16b	1,68a	1,08b
Parcela E	0,64a	0,56b	2,60ab	2,80a	1,36ab	0,96b	1,88ab	1,88a	1,16b
C.V. (%)	50	41,5	40,2	36,6	57,6	57,5	31,2	38,2	49,3
Error Típico*	0,1	0,29	0,32	0,29	0,41	0,41	0,41	0,45	0,5

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

Según un estudio Galárraga, (2015) experimentaron con 5 tratamientos, 4 aplicando humus de lombriz y 1 siendo el testigo (sin humus de lombriz), el testigo (sin humus de lombriz) presento los valores más altos, siendo estos resultados un indicativo de que el tratamiento testigo supero a los otros tratamientos. Aunque uno de los tratamientos obtuvo mayor cantidad de frutos, pero de menor tamaño. Por lo tanto, esto se vio reflejado en la longitud de los frutos, lo que el tratamiento 3 fue el de mejor resultado, lo que demuestra que el porcentaje de materia orgánica interfiere en los procesos de fructificación.

De acuerdo a otro estudio de Romero, Ocampo, Sandoval & Tobar, (2012) donde realizaron 2 tipos de fertilización una orgánica y la otra orgánica-mineral, en el experimento la fertilización orgánica-mineral mostró mejores resultados, en comparación con la fertilización orgánica, lo cual se atribuye a que la fertilización orgánica no fue suficiente para cubrir los requerimientos nutricionales de la planta para la producción de estolones y formación de frutos, lo que señala que es necesario saber la cantidad de requerimiento minerales que tiene el suelo donde se va a sembrar la fresa.

11.2. Determinación la incidencia y severidad de plagas, y enfermedades parasitarias y no parasitarias de la producción limpia de fresa

Se evaluaron para la incidencia y severidad de trips (*Frankliniella occidentalis*) se evaluaron 10 flores totalmente al azar por tratamiento cada 8 días, para las enfermedades

parasitarias y no parasitarias: La peca (*Mycosphaerella fragariae*) se evaluaron el número de plantas afectadas en cada tratamiento cada 8 días. Siguiendo con las fórmulas de incidencia y severidad y haciendo un análisis de varianza.

En los análisis estadísticos de la incidencia se notó que los tratamientos B, C y D fueron mayores a comparación de los otros y la menor tendencia el tratamiento E, pero no hallando una mayor diferencia, en la severidad el mayor fue el tratamiento A y el menor el tratamiento E, pero no hallando mayor diferencia (Tabla 14) señala los resultados de los análisis estadísticos por tratamiento de la incidencia y severidad de Trips (*Frankliniella occidentalis*).

Tabla 14. Resultados de los análisis estadísticos de incidencia y severidad de Trips (*Frankliniella occidentalis*) en los diferentes tratamientos

TRIPS/SEMANA DE MUESTREPO		
TRATAMIENTO	S6-S14	
	INCIDENCIA	SEVERIDAD
Parcela A	41,11a	0,72a
Parcela B	42,22a	0,67a
Parcela C	42,22a	0,64a
Parcela D	42,22a	0,71a
Parcela E	40,00a	0,54a
C.V. (%)	52,66	52,48
Error Típico*	7,29	0,11

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

Fuente: Propia.

Un estudio realizado en Venezuela por Solano, Giménez, Pérez de Camacaro, Morales & Zurita, (2018) donde muestrearon plantaciones comerciales de fresa donde examinaron los brotes foliares, hojas, botones florales, flores y frutos de plantas de fresa visiblemente afectadas, con la finalidad de detectar la presencia de inmaduros y/o adultos de trips y/o ácaros, las características

morfológicas y composición química (fenoles, taninos, entre otros) presentes en las diferentes estructuras de las plantas de fresa de los distintos cultivares, pueden asociarse con la susceptibilidad y/o resistencia a los ataques de *F. occidentalis*.

Según Lefebvre, Reguilón, & Kirschbaum, (2013) considera un efecto positivo de control de *Orius insidiosus* sobre las poblaciones de la plaga objetivo (Trips), ya que en la mayoría de las fechas de muestreo las parcelas tratadas con el depredador tuvieron niveles de trips inferiores a las parcelas testigos que no utilizaron control alguno.

Se observaron en el artículo de Rahman, Spafford & Broughton (2010) que *F. occidentalis* mostró mayor preferencia alimenticia, tasa de oviposición y supervivencia, sobre Camarosa que sobre Albión y Camino Real.

En el estudio de González, (1996) define que trips es una plaga ocasional en el cultivo de fresa, debido a que no siempre se presentan en forma importante, a consecuencia de que puede tener un control natural eficiente, destacando el control biológico, como en este caso de utilizar bioproductos como M4, M6 y caldo rizosfera para el control de esta plaga. Sin embargo, una vez presente y con las condiciones favorables es difícil de controlar.

En la dinámica de la incidencia y severidad de la chiza que empezó a aparecer en la (Figura 4) a partir de la semana 8 hasta la 11 donde no quedo ningún individuo, sucedió solo en el tratamiento C, dio una incidencia mayor en la semana 11 del 16,35 % al hacer una aplicación de *Beauveria bassiana* e hizo una limpieza del suelo manual retirando las chizas encontradas debajo del suelo.

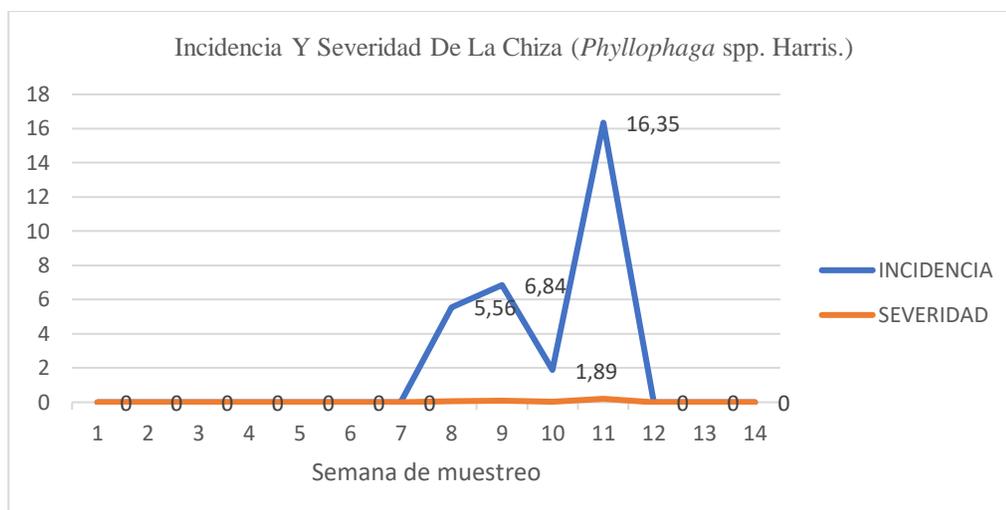


Figura 4 Dinámica de la incidencia y severidad de la chiza (*Phyllophaga* spp. Harris) en el cultivo de la fresa en el tratamiento C. Fuente: Propia

En el trabajo de Gómez (2006), se plantea que las larvas se alimentan de las raíces de las plantas, debilitándolas y causando un pobre desarrollo, son susceptibles al acame, las larvas pasan por tres estadios, los dos primeros comen materia orgánica y raíces fibrosas por unas 4-6 semanas, el tercer estadio se alimentan vorazmente de las raíces por 5-8 semanas.

Lo que da entender que en la aplicación de la materia orgánica pueden llegado las larvas porque según un estudio de Aragón, Morón, López, & Cervantes (2005) investigaron el ciclo biológico de cuatro especies de *Phyllophaga* que el primer estadio tendría un tiempo promedio de 17 a 40 días y el segundo estadio de 18 a 70 días y el tercer estadio de 80 a 140 días, por ende, en anexos 1, se da entender que las chizas hubieran llegado con la aplicación de materia orgánica que fue en la semana de muestreo 4, o puede llegar de los cultivos que se siembran al lado, como consecuencia las chizas aparecieron en la semana 8.

En los análisis estadísticos de la Peca (*Mycosphaerella fragariae*) en la semana 2 a la 14 hubo diferencia estadística en los tratamientos, el tratamiento mayor es el B y la menor es el tratamiento E (Tabla 15).

Tabla 15. Resultados de los análisis estadísticos de incidencia, severidad y Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) de la peca (*Mycosphaerella fragariae*) en los diferentes tratamientos

Peca (<i>Mycosphaerella fragariae</i>) /semana de muestreo				
TRATAMIENTO	S2-S14		ABCPE	
	INCIDENCIA	SEVERIDAD	INCIDENCIA	SEVERIDAD
Parcela A	15,65a	3,56a	212,59	48,90
Parcela B	20,64a	4,84a	283,65	66,63
Parcela C	15,80a	3,78a	217,71	52,01
Parcela D	14,83a	3,36a	206,84	46,54
Parcela E	14,72a	3,33a	203,05	46,54
C.V. (%)	57,2	57,13		
Error Típico*	2,59	0,59		

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

El área bajo la curva del progreso de la enfermedad en incidencia y severidad fue mayor para el tratamiento B y menor el tratamiento E, aunque no hubo diferencia estadística entre los tratamientos A, C, D y E. Sin embargo, la enfermedad se presenta con condiciones de temperaturas frescas (15-20°C) y lluvias frecuentes, para el control de esta enfermedad se debe tener en cuenta la poda sanitaria, variedades resistentes, sembrar plantas libres del patógeno y evitar riego por aspersion Gómez (2006).

Según el estudio de la Mancha de la hoja y manipulación de folíolos en cultivos de fresa de días neutros bajo diferentes condiciones de cultivo, en manejo orgánico por Brugnara, & Colli, (2014), dependiendo en que condición este el cultivo la incidencia de la mancha de la hoja (*M. fragariae*) es facilitada por el cultivo en campo abierto.

Con respecto al fosforo en la semana de 6 a la 14 hubo diferencia estadística en los tratamientos, habiendo una tendencia en la incidencia y severidad mayor en el tratamiento C y menor en el tratamiento D (Tabla 16).

Tabla 16. Resultados de los análisis estadísticos de incidencia y severidad de deficiencia de fosforo en los diferentes tratamientos

FOSFORO/SEMANA DE MUESTREO		
TRATAMIENTO	S6-S14	
	INCIDENCIA	SEVERIDAD
Parcela A	4,47ab	2,41a
Parcela B	4,70ab	2,44a
Parcela C	5,82a	2,85a
Parcela D	3,30b	1,86a
Parcela E	4,23ab	2,42a
C.V. (%)	36,64	33,07
Error Típico*	0,54	0,26

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

Fuente: Propia.

Según los análisis de suelo Tabla 8, el fósforo es un macroelemento esencial para el crecimiento de la planta, mejora el crecimiento de raíces, la floración, la defensa contra ataque de enfermedades y plagas, por cómo se analizó demostrando que está por debajo de lo óptimo para el cultivo de fresa, la deficiencia de fosforo induce a menor enraizamiento y acortamiento del ciclo productivo Morales, (2017).

Dada la situación que se presenta en Pamplona con las deficiencias de P disponible en los suelos destinados a la fresa, deben encaminarse estudios similares a los de Soria, (2012) con el uso de hongos micorrízicos arbusculares u otros biofertilizantes que faciliten la disponibilidad gradual de este elemento para el cultivo de fresa (Tabla 16) señala los resultados de los análisis estadísticos por tratamiento de la incidencia y severidad de la deficiencia de fosforo.

En la deficiencia de potasio hubo diferencia estadística en los tratamientos, la mayor es el tratamiento E en incidencia y en severidad es el tratamiento A, la menor en incidencia y

severidad son la B y C. La deficiencia de potasio su tendencia fue baja (Tabla 17) señala los resultados de los análisis estadísticos por tratamiento de la incidencia y severidad de la deficiencia de potasio, que demuestra que la deficiencia está en menor grado y que está en exceso en el suelo según la Tabla 8 del análisis de suelo.

Tabla 17. Resultados de los análisis estadísticos de incidencia y severidad de deficiencia de potasio en los diferentes tratamientos

POTASIO/SEMANA DE MUESTREO		
TRATAMIENTO	S6-S14	
	INCIDENCIA	SEVERIDAD
Parcela A	2,54a	1,50a
Parcela B	1,00b	1,00b
Parcela C	1,00b	1,00b
Parcela D	1,86ab	1,25ab
Parcela E	2,60a	1,45ab
C.V. (%)	43,74	27,93
Error Típico*	0,26	0,11

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

En el manual de manejo agronómico de la frutilla de Morales (2017), menciona que el potasio mejora el vigor de la planta, calibre, sabor y firmeza de frutos, tiene mayor rendimiento, aumenta la eficiencia en el uso del agua y resistencia a condiciones de estrés por falta de agua. El exceso de este elemento se puede inducir a deficiencias de magnesio (Mg) y calcio (Ca) y partidura en el fruto.

En la deficiencia de calcio (Tabla 18) señala los resultados de los análisis estadísticos por tratamiento de la incidencia y severidad de la deficiencia de calcio hubo diferencia estadística en los tratamientos, la mayor en incidencia y en severidad es el tratamiento A y la menor es la E. En la tabla 4 muestra que la cantidad de calcio es muy alta para el cultivo de fresa lo que puede

inducir deficiencias de magnesio (Mg) y potasio (K), también generar deficiencias de fósforo (P), boro (B), Zinc (Zn) y manganeso (Mn) Morales, (2017).

Tabla 18. Resultados de los análisis estadísticos de incidencia y severidad de deficiencia de calcio en los diferentes tratamientos

CALCIO/SEMANA DEMUESTREO		
TRATAMIENTO	S6-S14	
	INCIDENCIA	SEVERIDAD
A FRESA CON AJO Y CALENDULA	2,38a	1,44a
B FRESA CON LECHUGA	1,00b	1,00bc
C FRESA CON FRIJOL Y CALENDULA	1,00b	1,00bc
D FRESA CON FRIJOL Y CALENDULA	1,91a	1,30ab
E FRESA CON RABANO	0,88b	0,88c
C.V. (%)	32,8	19,96
Error Típico*	0,15	0,07

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

No hubo deferencia estadística. Los niveles de frutos con deficiencia de boro en la semana 10 al 14 el mayor tratamiento fue el B y la menor fue el D, se obtuvo mayor incidencia en el tratamiento B que fue el que obtuvo menor producción en comparación con los otros tratamientos como se refleja (Tabla 19) señala los resultados de los análisis estadísticos por tratamiento de la incidencia y severidad de la deficiencia de boro.

Tabla 19 Resultados de los análisis estadísticos de incidencia de deficiencia de Boro en los diferentes tratamientos

BORO/SEMANA DEMUESTREO	
TRATAMIENTO	S10-S14
	INCIDENCIA
A FRESA CON AJO Y CALENDULA	3,97a

B FRESA CON LECHUGA	4,87a
C FRESA CON FRIJOL Y CALENDULA	3,21a
D FRESA CON FRIJOL Y CALENDULA	2,18a
E FRESA CON RABANO	2,95a
C.V. (%)	60,9
Error Típico*	0,93

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

El boro mejora la cuaja de flores, aumenta el calibre de frutos y mejora la acumulación de reservas para la siguiente temporada Morales (2017), se encontró deficiencia de este elemento lo que afecta al fruto. Según Acosta, (2013) hizo una aplicación foliar de tres dosis de Calcio y tres dosis de Boro en el cultivo de la fresa (*Fragaria x ananassa*. Duch) Cultivar Oso Grande, bajo cubierta se observaron aplicaciones de dosis alta de calcio y boro que mejoran la firmeza del fruto, contenido de sólidos solubles y disminuir el número de frutos deformes, esto va dependiendo del análisis de suelo, en la tabla 8 del análisis de suelo el Boro no se muestra por falta de equipos en el Laboratorio de Control de Calidad y Diagnostico de la Universidad de Pamplona.

11.3. Valoración Económicamente La Nueva Tecnología De Producción Limpia De Fresa En La Finca Sol Vida

La producción del tratamiento E en kilogramos desde el mes de agosto inicio de producción hasta el mes de noviembre fue de 9,118 kg siendo este el tratamiento con mayor producción y el tratamiento B con una producción de 6,526 Kg fue el tratamiento con la más baja producción de los cinco evaluados. (Tabla 20) señala los resultados de producción por tratamientos, unidad, cantidad, valor unitario y valor total.

Tabla 20 Producción por tratamientos en kilogramos y pesos

PRODUCCION SEMANA 8 A LA 17				
TRATAMIENTOS	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO \$	VALOR TOTAL \$
A	kg	7,476	7000	52332
B	kg	6,526	7000	45682
C	kg	6,989	7000	48923
D	kg	7,579	7000	53053
E	kg	9,118	7000	63826
TOTAL		37,688		263816

Fuente: Propia.

En el análisis de producción hubo diferencias estadísticas de la semana 8 hasta la semana 14 donde la tendencia mayor es el tratamiento E, como se observa en la (Tabla 21).

Tabla 21 Resultados de los análisis estadísticos de la variable producción en los diferentes tratamientos

PRODUCCION/SEMANA DE MUESTREO	
TRATAMIENTO	S8-S14
A FRESA CON AJO Y CALENDULA	144,80bc
B FRESA CON LECHUGA	121,63c
C FRESA CON FRIJOL Y CALENDULA	132,85bc
D FRESA CON FRIJOL Y CALENDULA	184,85ab
E FRESA CON RABANO	209, 19a
C.V. (%)	60,2
Error Típico*	14,91

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

Reyes (1990), Obtuvo la tabulación de los datos la a través de una boleta de datos, para posteriormente realizar el respectivo análisis estadístico por medio de una hoja electrónica. La información obtenida en la investigación fue sometida a un análisis de varianza para determinar

si existió diferencia estadística significativa entre los tratamientos evaluados en cuanto a producción, posteriormente se realizó la prueba de comparación múltiple de medias, en los casos donde se encontró diferencia estadística significativa entre los tratamientos evaluados, para lo cual se utilizó el comparador de medias de Tukey al 5%.

En el caso de este experimento se utilizó análisis de varianza SPSS Versión 21 para determinar si existió diferencia estadística significativa entre los tratamientos evaluados, y posteriormente se realizó la prueba de comparación múltiple de medias, en los casos donde se encontró diferencia estadística significativa entre los tratamientos evaluados, para lo cual se utilizó el comparador de medias de Tukey con una probabilidad de error de $p \leq 0,05$.

El cálculo del costo de mano de obra por metro cuadrado según la (Tabla 22) es de 20.533,33 pesos teniendo en cuenta que cada parcela mide 1,30 m de ancho por 8,50 m de largo., es decir los costos para cada parcela según su área en metros cuadrados es de 226.893,29 pesos. De estas labores las podas sanitarias, la colocación de cobertura, la preparación y aplicación de los biopreparados, el deshierbe y la cosecha son las variables que trascienden durante todo el proyecto lo que significa un menor costo en mano de obra.

Tabla 22 Costos de mano de obra total por los cinco tratamientos

Ítem	Unidad	Cantidad	Valor unitario \$	Valor total \$
Siembra de avena	Horas	3	3500	10500
Abonado- enmiendas	Horas	3	3500	10500
Aplicación de biopreparados	Horas	80	3500	280000
Arranque avena repique y abonado	Horas	2	3500	7000
Colocación de coberturas	Horas	6	3500	21000
Cosecha	Horas	78	3500	273000
Deshierbe	Horas	6	3500	21000
Podas sanitarias	Horas	30	3500	105000

Preparación biopreparados	Horas	40	3500	140000
Preparación del terreno	Horas	4	3500	14000
Recepción y siembra plántulas de fresa	Horas	6	3500	21000
Resiembra	Horas	3	3500	10500
Siembra de plantas acompañantes	Horas	6	3500	21000
Total, mano de obra				934500

Fuente: Propia.

La mano de obra es un factor productivo intensivo para el cultivo de la fresa puesto que representa cerca del 58% de los costos de producción variables, siendo la actividad de poda y cosecha las que más demandan este recurso. En la Tabla 22 muestra los Costos de mano de obra total por los cinco tratamientos. Siendo la aplicación de agro insumos la poda y la cosecha lo que más mano de obra demanda.

Según Sipsa, (2010). Un cultivo de fresa comercial de 1 ha y de 20 meses, respecto a la mano de obra empleada para la ejecución de las actividades agronómicas, las actividades de cosecha, mantenimiento del cultivo, labores culturales y aplicación de insumos. Son aquellas que más demandan mano de obra en una proporción aproximada de un jornal para mantenimiento vs. 2,2 jornales para cosechar. Esta tendencia se mantiene tanto para grandes productores (> 2,3 ha), medianos productores (0,8 – 2,3 ha) y pequeños productores (< 0,8 ha)

En el caso del experimento, la aplicación de biopreparados demandó más mano de obra en comparación con la cosecha, siendo la actividad más intensiva en mano de obra. En el experimento, las podas se realizaron con mayor frecuencia para garantizar la producción, puesto que de no hacerla se puede afectar la relación fuente vertedero en la fase de producción. Estas también se emplearon como control cultural para el manejo de plagas y enfermedades, aumentando la penetración de la luz y la ventilación y al mismo tiempo hacer más eficiente la aplicación de agro insumos MAG, (2007).

El cálculo del costo de equipos y material vegetal en los diferentes tratamientos (Tabla 23) varía por la diferencia de número de plantas por parcela y las plantas acompañantes según cada tratamiento., en el tratamiento A se sembraron 89 plántulas es decir un costo de \$26000 y \$6666 las semillas de las plantas acompañantes ajo y caléndula., en el bloque B se sembraron 109 plántulas es decir \$32700 y \$7500 las plántulas de lechuga., en el bloque C se sembraron 130 plántulas \$39000, en el bloque D 168 plántulas \$50400 y \$8333 en las semillas de las plantas acompañantes de los dos tratamientos, en el bloque E se sembraron 114 plántulas \$34200 y \$5000 en la semilla de rábano, las semillas de avena para la cobertura y los equipos fueron los mismos para los cinco tratamientos. Al realizar la proyección a un año estos costos desaparecen lo que hace que la relación beneficio-costos aumente con lo que se puede afirmar que es un proyecto rentable.

Tabla 23 Costos de equipos y material vegetal total en los diferentes tratamientos.

Costos de equipos y material vegetal				
Ítem	Unidad	Cantidad	Valor	Valor
			Unitario \$	Total \$
Equipos y material vegetal				
Fumigadora de palanca	Unidad	1	100000	100000
Herramientas	Unidad	3	35000	105000
Plántulas de fresa	Unidad	750	300	225000
Plántulas de lechuga	Unidad	15	500	7500
Semillas de ajo	kg	1	5000	5000
Semillas de avena	kg	0,5	2500	1250
Semillas de caléndula	kg	1	5000	5000
Semillas de frijol	kg	1	5000	5000
Semillas de rábano	kg	1	5000	5000

Total, equipos y material vegetal	458750
--	---------------

Fuente: Propia.

El cálculo de los costos de los biopreparados utilizados por metro cuadrado según la (Tabla 24) es de \$2732,44 teniendo en cuenta que cada parcela mide 1,30 m de ancho por 8,50 m de largo., es decir los costos para cada parcela según su área en metros cuadrados es de \$30193,45. Se considera que hay algunos biopreparados y bio nutrientes que no eran necesarios aplicarlos ya que su uso cumple la misma función ver tabla 3, lo que hace que afecte directamente en el alto costo de producción reflejado en costo de bioinsumos.

Tabla 24 Costos de los biopreparados aplicados en los diferentes tratamientos.

Costos de los Bioinsumos				
Ítem	Unidad	Cantidad	Valor unitario \$	Valor total \$
Insumos				
Aminoácidos	Litro	0,33	1000	330
Basto de vaca fresca	Kg	300	50	15000
<i>Beauveria bassiana</i>	Kg	0,1	2000	200
Bio B	Litro	4,1	200	820
Bio Ca	Litro	14,5	100	1450
Bio Co	Litro	2,2	300	660
Bio Cu	Litro	6,4	300	1920
Bio Fe	Litro	1,5	300	450
Bio K	Litro	37	200	7400
Bio Mg	Litro	8,2	200	1640
Bio Mn	Litro	2,9	300	870
Bio Mo	Litro	2,2	300	660
Bio N	Litro	7,3	200	1460

Bio P	Litro	20	200	4000
Bio S	Litro	1	100	100
Bio Si	Litro	18	200	3600
Bio Zn	Litro	3,6	300	1080
Biogallinaza	Litro	1,5	200	300
Caldo bordelés	Litro	0,12	1000	120
Caldo rizosfera	Litro	11,4	100	1140
Caldo sulfocalcico	Litro	2	250	500
Cenizas	kg	10	50	500
Compost	kg	120	117	14040
Diatomea en polvo	kg	0,3	8	2,4
Fosfitos	Litro	2,3	300	690
Gallinaza de granja	Litro	168	100	16800
Harina de rocas	kg	28	300	8400
Jabón en polvo	kg	0,9	200	180
Leonarditas	g	7,8	500	3900
Lombrinaza	kg	75	150	11250
M4	kg	48,3	200	9660
M6	Litro	2,3	600	1380
Melaza	kg	9,3	875	8137,5
Micorrizas	kg	2	1000	2000
MM	Litro	8,6	200	1720
Orina fermentada	Litro	0,4	1000	400
Yeso	Litro	2	100	200
Total, insumos				122959,9

Fuente: Propia.

Rivera (2008), señala que los abonos orgánicos mejoran la aireación del suelo y aumentan el contenido de bacterias benéficas, permitiendo que los suelos se tornen más productivos. este

método de producción con abonos orgánicos hace que los costos de producción se reduzcan sustentablemente, debido al uso de materiales de desecho producidos en la finca y zonas verdes; siendo los microorganismos los que realizan todo el trabajo de descomposición y conversión a abono, pero se deben aplicar con un análisis de suelo previo al establecimiento del cultivo.

Los costos (Tabla 25) por tratamiento no variaron por lo que la mano de obra para las actividades agronómicas, los Bioinsumos aplicados a los tratamientos fueron los mismos y los costos de las semillas de las plantas acompañantes no se diversifican por cada tratamiento, lo cual indica que el productor utilizó esta tecnología de manera preventiva sin tener en cuenta los costos que esto generaba.

Tabla 25 Costos totales de producción por metro cuadrado y por tratamiento.

COSTOS DE PRODUCCION	
ITEM	COSTOS \$
MANO DE OBRA	924000
EQUIPOS Y MATERIAL VEGERAL	458750
INSUMOS	122960
COSTO TOTAL	1505710
COSTO/M ²	33460,22
COSTO/TRATAMIENTO	369735,46

Fuente: Propia.

Lo que indica que la falta de registro de los costos unitarios de producción, la subvaloración de la mano de obra y el desconocimiento del saber hacer, lo cual impide calcular el precio real de venta y los márgenes de utilidad esperados IICA, (2009). En este sentido, para lograr un mayor margen de comercialización es importante que el agricultor conozca el comportamiento de su producto en el mercado y la demanda lo cual le permitirá una mejor negociación de los precios con el comerciante Dixie, (2006).

Se realizó la proyección a un año (Tabla 26) teniendo en cuenta una rentabilidad de un 12% y unos intereses del 20%, asumiendo que los gastos en un año fueron de 1.505.710 pesos. si la producción aumenta y se estabiliza según literatura la fresa puede estar en un rango de 75 ton/ha/año, es decir para 45 m² que es el área donde se desarrolló esta tecnología la producción sería de 337,5 kg año por 7000 pesos lo cual es su comercialización actual.

Tabla 26 Proyección a un año.

PROYECCION A UN AÑO	
Ingresos	2.362.500
(-) Costo de venta	(1.505.710)
Utilidad bruta	856.790
(-) Gastos operacionales	
Utilidad operacional	856.790
(+) Ingresos no operacionales	1.015.000
(-) Gastos no operacionales	-00
Utilidad antes de impuesto y reservas	1.871.790
(-) Impuesto	-00
(-) Reservas	-00
Utilidad neta	1.871.790

Fuente: Propia.

El precio de un producto agrícola se puede dividir en dos componentes: el precio del producto primario que es el precio del productor y el precio de la comercialización que es el precio del campo al destino final que es el que paga el consumidor final Schwentesius & Gómez, (2004) los ingresos estarían en 2.362.500 pesos según el precio del producto primario lo que nos indica que la relación entre costo-beneficio sería de 1,68 es mayor que 1 con lo que se puede afirmar que el proyecto será rentable a un año.

12. Conclusiones

La población de plantas de la parcela C difirió durante varias semanas del resto de los tratamientos motivada por el ataque de Chiza que se presentó en esta parcela.

Las mediciones realizadas a las variables morfo métricas: número de hojas y flores no mostraron diferencia estadística durante la validación de tecnológica en la producción limpia de fresa a pesar de los inconvenientes presentados en algunas parcelas

Para contrarrestar la incidencia y severidad de plagas y enfermedades parasitarias más importantes que incidieron (los trips y la peca) se destacaron los bioproductos M4, M6 y Caldo rizosfera por mantener los niveles bajos de la incidencia de trips en los frutos de fresa,

En cuanto a las deficiencias minerales, las más importantes presentadas fueron las de fosforo, calcio, potasio y en menor medida el boro, se observó que la deficiencia de fosforo no se suplió ya que el productor no hizo un análisis antes de implementar esta tecnología y todas las parcelas tenían muy bajo este nutriente.

La parcela E de fresa con rábano manifestó los mayores niveles de producción sin diferencia de la D fresa con frijol y caléndula y la menor la B fresa con lechuga.

Se valoró económicamente la nueva tecnología de producción limpia de fresa en la finca Sol Vida, lo cual demostró que al inicio de la producción los gastos sobrepasaban los ingresos infiriendo que el proyecto era rentable en los primeros 6 meses de producción, por lo que se realizó una proyección a un año y lo cual indicó que si la producción aumenta como se espera, la relación beneficio -costo aumentaría y sería rentable esta tecnología.

13. Recomendaciones

Validar en áreas más grandes esta tecnología limpia de producción de fresa con los biopreparados producidos en la finca Sol Vida como alternativas biológicas para el control de enfermedades parasitarias y no parasitarias.

Analizar la viabilidad de Registrar los biopreparados producidos por Don Néstor Cespedes ante el ICA con el fin de tener un respaldo para ofrecer estos productos a los diferentes agricultores de la región con la certificación de calidad requerida.

Analizar la posibilidad de mejorar la calidad de los biopreparados para incluir en una estrategia de manejo para otros cultivos, ya que es una alternativa ecológica importante para el municipio de Pamplona.

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.

14. Referencias Bibliográficas

Acosta, A. 2013. Aplicación foliar de tres dosis de calcio y tres dosis de boro en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch) cultivar oso grande, bajo cubierta. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Ambato. Ambato – Ecuador. 98p.

Agencia de Servicios Agropecuarios Poàs. (2007). Agrocadena de Fresa. Dirección Regional Central Occidental, 13. Obtenido de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/E70-9555.pdf>

Agroes. (2014). www.agroes.com. Recuperado el 11 de Agosto de 2019, 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 multicellular organism. *current opinion in microbiology*, 638-643.

Alvarez, N., & Paulette, J. (2016). Diseño e implementación de un plan de negocios para la exportación de mermelada de frutilla a base de panela granulada bajo la certificación Fair Trade orientada al mercado de Suecia-Estocolmo. *Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 34-55.

Angulo, R. (2009). Fresa *Fragaria annassa*. Bayer CropScience S. A. Bogota Colombia. Obtenido de https://www.cropscience.bayer.co/~/_media/Bayer%20CropScience/Peruvian/CountryColombia-Internet/Pdf/Cartilla-FRESA_baja.ashx

Aragón García, Agustín, Morón, Miguel Ángel, López-Olguín, Jesús Francisco, & Cervantes-Peredo, Luis Manuel. (2005). Ciclo de vida y conducta de adultos de cinco especies de *Phyllophaga* Harris, 1827 (Coleoptera: *Melolonthidae*; *Melolonthinae*). *Acta*

zoológica mexicana, 21(2), 87-99. Recuperado en 06 de diciembre de 2019, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372005000200006&lng=es&tlng=es

Baldovino San Juan, A. (Diciembre de 2017). Enfermedades foliares más importantes del cultivo de la fresa en Pamplona. Enfermedades foliares más importantes del cultivo de la fresa en Pamplona. Pamplona, Norte de Santander, Colombia. Recuperado el 31 de Agosto de 2019

Banco Interamericano de Desarrollo. (2009). Manual Práctico de Uso de EM. Convenio Fondo Especial de Japón / BID ATN/JO-10792. Montevideo: BID.

Barba, R. (2016). Producción de fresa sin suelo: Situación actual y perspectivas.

Bianchi, P. G. (1999). Guía completa del cultivo de fresa. Segunda, 94. España: De Vecchi.

BID, B. (2009). Manual Práctico de uso de ME. Convenio fondo especial de Japón. Uruguay.

Bolda, M., Steven, T., & Koike. (2015). Mildiu polvoroso en la fresa, Guía de Producción. México, California, : Strawberry Commission.

Born, H., & Guerena, M. (2007). Fresas: Produccion Organica. ATTRA — El Servicio Nacional de Información de la Agricultura Sostenible, 1-32. Obtenido de http://www.chilealimentos.com/medios/Servicios/noticiero/EstudioMercadoCoyuntura2010/Organicos/fresas_produccion_organica_argentina.pdf

Brugnara, Eduardo Cesar, & Colli, Mauro Porto. (2014). Leaf spot and leaflet removal in day-neutral strawberry cultivars under different cultivation conditions, in

organic management. Idesia (Arica), 32(1), 89-92. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292014000100010>

Camara De Comercio, B. (2015). Manual fresa Programa de apoyo agrícola y agroindustrial. Vicepresidencia de fortalecimiento empresarial Cámara de Comercio de Bogotá. 62. Bogota. Recuperado el 10 de Agosto de 2019

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.

Cano. (2013). Estrategias Biologicas Para el manejo de enfermedades en el cultivo de fresa (*Fragaria* ssp.). Colombiana de Ciencias Hortícolas,, 7(2), 263-276.

Carmona Angulo, R. (2009). Fresa *Fragaria ananassa*. Bayer CropScience S.A., 1-48. Obtenido de https://www.cropscience.bayer.co/~//media/Bayer%20CropScience/Peruvian/Country-Colombia-Internet/Pdf/Cartilla-FRESA_baja.ashx

Carrillo Albarracín , O. S. (Marzo de 2018). Evaluación de las enfermedades radicales 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. Pamplona, Norte de Santander, Colombia. Recuperado el 16 de Julio de 2019

Casierra, F., & Pooveda, J. (2005). La toxicidad por exceso de Mn y Zn disminuye la producción de materia seca, los pigmentos foliares y la calidad del fruto en fresa (*Fragaria* sp. cv. Camarosa). Científicas de América Latina y el Caribe, , 283-289.

Castro, R. (2003). Evaluación del efecto residual de la aplicación de plaguicidas N- Metilcarbamatos en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*), variedad parda pastusa

en Cundinamarca y Boyacá. Tesis de maestría en química. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Cienc.

Castro, L., Murillo, M., Uribe, L., & Mata, R. (2015). Inoculación 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. *Agronomía costarricense*, 21-36.

Castañeda, M., González, G., Tapias Campos, E., Nuñez Maciel, O., Barajas Perez, J., & Rujano Silva, M. (2013). Efecto de *Azospirillum brasilense* y fertilización química sobre el crecimiento, desarrollo, rendimiento y calidad de fruto de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch). *Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América*, 38(10), 737-744. Obtenido de <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2017/12/737-c-CASTA%C3%91EDA-8.pdf>

CIAB. (2008). FRESA. *Fragaria* spp. L. *Ingeniería Agrícola*, 1. Recuperado el 27 de 06 de 2019, de <http://www.ingenieriaagricola.cl>

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

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.

Cuatrecasas Harumi, J. (2017). Aspectos de la vegetación natural de Colombia. Parte I. *Revista De La Academia Colombiana De Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales*, 41(Suplemento), 100. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.57>

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.

Cuervo-Usan, Jazmín, Tornos-Mauri, Pablo, Hernández-Domínguez, Juan C., Orihuela-Calvo, Diego, Domínguez-Hernández, Martha E., & Moreno-Martínez, Ernesto. (2014). Eficacia de peróxidos en la desinfección de suelos aptos para el cultivo de fresa en el Mediterráneo. *Revista fitotecnia mexicana*, 37(4), 393-398. Recuperado en 02 de diciembre de 2019, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802014000400012&lng=es&tlng=es.

Delgadillo, J., & Rodriguez, M. (2016). Inoculación bacteriana en el crecimiento y calidad del fruto de cinco variedades de fresa en suelos con pH contrastante. *Terra latinoamericana*, 177-185.

Diaz, L. (2017). Fresa, deficiencias y síntomas nutricionales “una guía visual para fertilizar”. INIFAP.

Dixie, G. (2006). Guía de extensión en comercialización. Comercialización de productos hortícolas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Roma. 156 pp.

Durner, E. F., Barden, J. A., Himelrick, D. G., & Poling, E. B. (1984). Photoperiod and temperatura effects on flower and runner development in day-neutral, junebearing, and everbearing strawberries. 396-400. . *J Amer Soc hort Sci*.

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

Estrada, E., & Iris, L. (2011). Respuestas bioquímicas en fresa al suministro de fósforo en forma de fosfito. Chapingo. Serie horticultura.

FAO. (1998). Capacitación participativa en el manejo integrado de plagas MIP. Documento preparado para la FAO.

FAO. (2012). Manual de Buenas Prácticas Agrícolas para el Productor Hortofrutícola. (O. R. Caribe, Ed.) Recuperado el 10 de Agosto de 2019, de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <http://www.fao.org/3/as171s.pdf>

Ferreira, J. J., Perez Vega, E., & Campana Negrillo, A. (2008). Control de la antracnosis en el cultivo de faba granja asturiana. España: ResearchGate.

Fischer, G. (2011). La relación hoja/fruto en especies frutícolas. Memorias IV Congreso Colombiano de Horticultura: Aportes de la Investigación al Desarrollo de la Horticultura Colombiana en el Siglo XXI, 40 – 53. Colombia. Recuperado el 10 de Agosto de 2019

Florez, R., & Mora, R. (2010). Fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) producción y manejo post cosecha. Primera, 114. Bogota, Colombia: Produmedios producción de medios de comunicacion.

Galarraga-Estrella, Irina (2015). Evaluación de niveles de fertilización en el cultivo de frutilla (*Fragaria x ananassa*) en Puembo – Pichincha. Proyecto de investigación, Universidad San Francisco de Quito USFQ, Quito, Ecuador. [fecha de Consulta 5 de

diciembre de 2019]. Disponible en:

<http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/5639/1/122859.pdf>

Garcia, C., & Gonsales, M. B. (2010). Uso de bioinsecticidas para el control de plagas de hortalizas en comunidades rurales. . Obtenido de La hemeroteca científica en línea.

Garcia, R. (2013). Efecto de diferentes fuentes de fertilización en cultivo de fresa (fragaria x annanassa) bajo invernadero. Univerisdad autonoma agraria.

Gamarra, C., Díaz Lezcano, M., Vera de Ortiz, M., Galeano, M., & Cabrera A. (2018). Relación carbono-nitrógeno en suelos de sistemas silvopastoriles del Chaco paraguay. Revista Mexicana De Ciencias Forestales, 9(46).
<https://doi.org/https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i46.134>.

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

Gómez Martínez, Jorge Antonio (2006) Descripción del comportamiento de insectos y enfermedades asociadas al cultivo de fresa (*Fragaria* spp, L) en el municipio de la Sabana, departamento de Madriz. Ingeniería tesis, Universidad Nacional Agraria, UNA.

González-Bustamante, L. E. (1996). *Phytonemus pallidus* (Banks) y *Frankliniella* sp. dañando fresa cultivada en Huaral, Lima. Revista Peruana De Entomología, 38(1), 35-38. Recuperado a partir de <http://revperuentomol.com.pe/index.php/rev-peru-entomol/article/view/21>

González, M. (2012). *Bacillus subtilis* como promotora del crecimiento y calidad de fresa. México: Instituto Politécnico Nacional. .

Guedez, C., Castillo, C., Cañizales, L., & Olivares, R. (2009). Efecto antagónico de *Trichoderma harzianum* sobre algunos hongos patógenos. . (s.f.). Sociedad Venezolana de Microbiología, , 34-38., 34-38. .

Hancock, J. F. (1999). Strawberries. *Crop Production Science in Horticulture Series*. 11, 90-109. CABI Publishing, Wallingford, UK.

Hanna Lavallo, M., & Orozco Valeta, M. (2014). Exposición laboral por plaguicidas en cultivadores de algodón: Valle del Sinú medio. *ECONÓMICAS CUC*, 35(2), 65-74. Recuperado a partir de <https://revistascientificas.cuc.edu.co/economicascuc/article/view/521>

ICA. (2012). Manejo fitosanitario del cultivo de hortalizas. Bogotá.

ICAMEX. (2006). Guía técnica para el cultivo de fresa. México.

IICA, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2009). Convenio de Cooperación Técnica IICA-MADR- Programa Oportunidades Rurales Convenio 009 de 2009. Estudios de caso en comercialización de pequeños productores rurales.

INIA. (2013). Manual de Frutilla. Boletín INIA 26. Chillán. Chile.

Kurokura, T. N., Mimida, N., Battey, J., & Hytönen, T. (2013). The regulation of seasonal flowering in the Rosaceae. *Journal of Experimental Botany*. 4131–4141.

Lavinto, L., & Smith, J. (2017). Concentraciones de humus líquido enriquecido y su efecto en el comportamiento agronómico del pasto *Brachiaria brizantha* cv. MG5 Xaraes en Zungarococha, Iquitos. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.

Leon, L., Guzman, D., & Garcia, J. (2014). Consideraciones para mejorar la competitividad de la región " El Bajío" en la producción nacional de fresa. Mexicana de ciencias agrícolas, 673-686.

Lefebvre, M.G., & Reguilón, C., & Kirschbaum, D.S. (2013). Evaluación del efecto de la liberación de *Orius insidiosus* (Hemiptera: *Anthocoridae*), como agente de control biológico de trips en el cultivo de frutilla. RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias, 39(3),273-280. [fecha de Consulta 6 de diciembre de 2019]. ISSN: 0325-8718. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=864/86429347011>

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.

MAG, Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2007. Dirección Regional Central Occidental. Información Agro cadenas. Agro cadena de la fresa. Provincia de Alajuela, Grecia, Costa Rica.

Mahecha Molina, J. G. (Diciembre de 2017). Incidencia y severidad de los síntomas de deficiencia de fósforo en el cultivo de fresa. Pamplona, Norte de Santander, Colombia. Recuperado el 16 de julio de 2019.

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

Mendez, M. J., & Viteri, S. E. (2007). Alternativas de biofertilización para la producción sostenible de cebolla de bulbo (*Allium cepa*) en Cucaita, Boyacá. *Agronomía Colombiana Agronomía Colombiana*. 168-175.

Menéndez, J., & Valderrey, L. (2007). agronomía ecuatorial L. Asturnatura.com, 154. Recuperado el 27 de 06 de 2019, de Web

[Http://www.asturnatura.com/especie/fragaria-vesca.html](http://www.asturnatura.com/especie/fragaria-vesca.html). ISSN 1887-

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 Horticolas.

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. .

Newton, A. C., Duncan, J. M., Augustin, N. H., & Guy, D. C. (2010). Survival, distribution and genetic variability of inoculum of the strawberry red core pathogen *Phytophthora fragariae* var. *fragariae*, in soil. *Plant Pathology*.

Noticyt. (2003). En Colombia las cifras que hablan de plaguicidas son deficientes. Obtenido de www.noticyt.com.co.

Ortiz, G. (2015). Comportamiento de un Fulvato de Potasio y Magnesio en la Calidad de la Fresa. Universidad autonoma agraria antonio navarro.

Pérez Guerrero, L. L., & Yáñez, W. (2018). Inducción de la floración en fresa (*Fragaria x ananassa*) variedad albión, mediante la aplicación de extracto de sauce (*Salix humboldtiana*) y agua de coco (*Cocos nucifera* L). Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28651/1/Tesis-212%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20605.pdf>

Quezada, A. P. (2011). Evaluación del comportamiento de fungicidas microbiológicos en la prevención de botritis en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca*). Ambato Ecuador.

Rahman, T., H. Spafford y S. Broughton. 2010. Variation in preference and performance of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) on three strawberry cultivars. J. Econ. Entomol. 103(5), 1744-1753. Doi: <https://doi.org/10.1603/EC10056>

Reyes Pedro, (1990). Diseños Experimentales aplicados, México, Editorial Trillas.

Schwentesius & Gómez, (2004) Reporte de investigación 71 márgenes y costos de comercialización y aspectos conceptuales, 1° ed. Chapingo (MX): Universidad Autónoma de México.

Rivera C. (2005). Manual del Proceso Productivo de Mora Orgánica (*Rubus* sp.) Edit. MAGA, CONCYT, AGROCYT, ADISA. Primera Edición Guatemala.

Romero, C. (2012). Fertilización Orgánica-Mineral y Orgánica en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) bajo condiciones de invernadero. Ra Ximhai, 41-49.

Romero, C., Ocampo, J., Sandoval, E., & Toba, R. (2012). Fertilización orgánica, mineral y orgánica en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) bajo condiciones de invernadero. Revista de sociedad, cultura y desarrollo sustentable Ra Ximhai, 34-38.

Romero-Romano, Carlos Osvaldo, & Ocampo-Mendoza, Juventino, & Sandoval-Castro, Engelberto, & Tobar-Reyes, J. Refugio (2012). Fertilización orgánica - mineral y orgánica en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) Bajo condiciones de invernadero. Ra Ximhai, 8(3), El Fuerte, México. [fecha de Consulta 5 de diciembre de 2019]. ISSN: 1665-0441. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=461/46125176004>

Rubio, S., Alfonso, A., & Grijaba, C. (2014). Determinación de los costos de producción de fresa cultivada a campo abierto y bajo macrotúnel. *Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 67-69.

Sipsa. (2010). Sistema de información de precios del sector agropecuario. En: Estructura de costos del cultivo de la fresa, http://www.agronet.gov.co/www/htm3b/pública/boletines/Costos2010trim4/Costos2010T4_archivos/frame.htm; consulta: diciembre de 2019.

Solano-Rojas, Y. A., Giménez, A., Pérez de Camacaro, M., Morales-Sánchez, J., & Zurita, G. (2018). Nuevos registros de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) y de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) en fresas cultivadas en Venezuela. *Revista Colombiana De Ciencias Hortícolas*, 12(1), 69-74. <https://doi.org/10.17584/rcch.2018v12i1.674>.

Soria, L.F. 2012. Calidad y rendimiento de fresa inoculada con hongos. Tesis para obtener el grado académico de maestro en Ciencias. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Michoacán, México, 97.

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. .

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

Universidad De California. (2005). Guía para el manejo de plagas manejo integrado de plagas, Guía para el manejo de las plagas: fresas. California.

Valencia, E., Guerrero, J., Lozano , A., & Maria, M. (2008). Evaluación de la adsorción-desorción de 14c-carbofuran y furadan 3sc® en tres suelos de cundinamarca (colombia). *Revista Colombiana de Química*, 37(1), 79-91.

Vargas Avila, G., & Peña, C. P. (2003). A AGRICULTURA ORGANICA para mantener y recuperar la fertilidad de los suelos, conservar la biodiversidad y desarrollar la soberanía alimentaria en la Amazonia. SINCHI, Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, . PRONATTA, 72.

Vazquez, G. (2008). Efecto del nitrógeno sobre el crecimiento y rendimiento de fresa regada por goteo y gravedad. *Agricultura técnica en México*, 235-241.

Viteri, S. E., Granados, M., & Gonzalez, A. R. (2008). Potencial de los caldos rizósfera y súper cuatro como biofertilizantes para la sostenibilidad del cultivo de cebolla de bulbo (*Allium cepa*). *Agronomía Colombiana* . 517-524.

Zaragoza Nieto, Ramón Donovan. 2013. Evaluación de técnicas hidropónicas de producción en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa*) bajo invernadero. TESIS. 73 pág.

Zaqueros, J. (2017). Efecto de la Aplicación Foliar de Sulfato de Potasio en Fresa Cultivar" Albión". *Universidad autonoma antonio navarro*, 44-55.

15. Anexos.

Anexo 1 Tabla de Actividades, labores, descripción, y aplicaciones, dosis de los biopreparados utilizados.

Tabla 27 Actividades, labores, descripción, y aplicaciones, dosis de los biopreparados utilizados.

FECHAS	ACTIVIDADES Y LABORES	DESCRIPCIONES, APLICACIONES Y DOSIS
2/12/2018	PREPARACION DEL TERRENO	Eliminación de arvenses, airear, mullir y allanar el suelo
3/12/2018	SIEMBRA DE AVENA	1 lb de semillas
4/12/2018	ABONADO- ENMIENDAS	Lombrinaza y arena + biosuelo (Gallinaza + Boca Shi) 30 kg por era
10/03/2019	ARRANQUE AVENA REPIQUE Y REABONADO	Lombrinaza y arena + biosuelo
11/03/2019	COMPRA DE PLANTAS	Plantas no certificadas
12/03/2019	RECEPCION Y SIEMBRA	No se realizó desinfección
23/04/2019	BIOFERTILIZACION	M6 al 1% (100 CC.) + MM al 3% (150 CC.) + Melaza (10 ml) en 10 litros de Agua
25/04/2019	APLICACIÓN DE CALDO SULFOCALCICO-FOSFITOS	1,15 litros de fosfitos 0,5 litros caldo sulfocalcico
29/04/2019	APLICACIÓN DE M4	6,03 litros
3/05/2019	APLICACIÓN DE CENIZAS	10 kg
7/05/2019	APLICACIÓN DE CAL LECHADA	1 kg de CAL Agrícola 90 gr de Jabón Azul
9/05/2019	COMPRA DE PLANTAS	Plantas no certificadas
10/05/2019	APLICACIÓN BIOSUELO	Estiércol (50 kg) + Melaza (1 Kg) + Harina de roca (1 Kg) + 1 litro de caldo Rizosfera en 100 litros de agua
10/05/2019	RESIEMBRA	No se realizó desinfección

13/05/2019	DESHIERBE BLOQUE A, B, C.	Eliminación de arvenses
13/05/2019	APLICACIÓN DE MICORRIZAS+ BIOFERTILIZANTE BLOQUE A, B, C.	P al 4% K al 3% Mg 1% micorrizas 1000gr M6 al 1% (100 CC.) + MM al 3% (150 CC.) + Melaza (10 ml) en10 litros de Agua
13/05/2019	DESHIERBE BLOQUE C, D.	Eliminación de arvenses
14/05/2019	APLICACIÓN DE MICORRIZAS+ BIOFERTILIZANTE BLOQUE D, E.	1000 gr de Micorrizas M6 al 1% (100 CC.) + MM al 3% (150 CC.) + Melaza (10 ml) en10 litros de Agua
16/05/2019	APLICACION M4-M6+ COBRE FOLIAR	AL 3 % 6,03 litros de M4 0,76 Litros M6 1litos Cu
22/05/2019	APLICACIÓN DE BIOSUELOS (PLANTAS ROCAS ESTIERCOL) +FOSFITOS	Al 3% 1,15 litros de fosfitos Estiércol (50 kg) + Melaza (1 Kg) + Harina de roca (1 Kg) + 1 litro de caldo Rizosfera en 100 litros de agua
25/05/2019	FUMIGACION CON COBRE	AL 5% 1,06 Cu
28/05/2019	APLICACIÓN DE BIO P A 14 PLANTAS CON ESTA DEFICIENCIA	4 litros de P
29/05/2019	APLICACIÓN DE LEONARDITAS CON CALCIO	AL 7% 7.35 litros de Leonarditas Y 1058 C.C de Ca
2/06/2019	APLICACIÓN M6 DIATOMEA SE OBSEVAN BABOSAS	0,76 litros M6 5 gr diatomea
5/06/2019	DESHIERBE TRINCHADO DE LA FRESA Y AFLOJADO DEL SUELO	Eliminación de arvenses trinchado
6/06/2019	ABONADO Y APLICACIÓN DE BIOSUELO Y MM	30 gr/planta lombrinaza y arena + biosuelo estiércol (50 kg) + melaza (1 kg) + harina de roca (1 kg) + 1 litro de caldo rizosfera en 100 litros de agua

10/06/2019	APLICACIÓN DE BIOCOPRE CON M4 TIEMPO DE LLUVIAS ALTO NIVEL DE N	6,03 litros M4 1 litro de Cu
12/06/2019	APLICACIÓN DE CALDO RIZOSFERA + BIOFOSFORO AVANZA LA PECA Y DEFICIENCIA DE P	3,8 litros de Caldo Rizosfera
13/06/2019	APLICACIÓN DE K, Ca, B, P.	K 1000 CC. Ca 1860 CC. B 200 CC. P 2000 CC. 13 litros
15/06/2019	APLICACIÓN DE SULFOCALCICO	2 litros
18/06/2019	APLICACIÓN DE BIO NPK 110 PLANTAS PÉQUEÑAS	17 litros de K 4 Litros DE P 2,4 litros de N
19/06/2019	APLICACIÓN DE BIOSUELO COLOCACION DE COBERTURA	Estiércol (50 kg) + Melaza (1 Kg) + Harina de roca (1 Kg) + 1 litro de caldo Rizosfera en 100 litros de agua
23/06/2019	APLICACIÓN DE BIOSUELO FUMIGACION CON Cu Zn Mg B Ca	Al 50 % 20 litros 1,06 litros Cu 2lts Ca 0,1 LTS Mg 2lts de B 1,3 Litros DE Zn BIOSUELO Estiércol (50 kg) + Melaza (1 Kg) + Harina de roca (1 Kg) + 1 litro de caldo Rizosfera en 100 litros de agua
25/06/2019	APLICACIÓN Ca Mg B Zn+ DIATOMEA+ BIOSUELO	Diatomea 100cc/20lts biosuelo 0,5% 1 Litros/20Lts 2lts de Ca 0,1 litros Mg 2 litros de B 1,3 litros de Zn
27/06/2019	APLICACIÓN PARA FLORACION K Ca Mg S Cu Mn Zn B Si LEONARDITAS	K2882 CC. Ca 824 CC. Mg 500 CC. S 200cc Cu 500cc Leonarditas 300 CC. Mn 100 CC. Zn 200 CC. B 200 CC. Mo 50 CC. Si 200 CC.

26/06/2019	APLICACION DE DIATOMEA+ M6 + MATRICARIA + COLA DE CABALLO X BABOSA Y CARACOL	AL 1 % 0,57 Litros de M6 5 gr diatomea
1/07/2019	APLICACIÓN DE CALDO RIZOSFERO	3,8 litros de Caldo Rizosfera
1/07/2019	SE ELABORA M4 Y BIOSUELO	6,03 litros M4 BIOSUELO 17 Litros de K 2lts Ca Estiércol (50 kg) + Melaza (1 Kg) + Harina de roca (1 Kg) + 1 litro de caldo Rizosfera en 100 litros de agua
2/07/2019	PODA FLORES Y HOJAS	
4/07/2019	APLICACIÓN DE BIOSUELO	Estiércol (50 kg) + Melaza (1 Kg) + Harina de roca (1 Kg) + 1 litro de caldo Rizosfera en 100 litros de agua
5/07/2019	APLICACION DE M4 FOLIAR CONTRA ENFERMEDADES	6,03 litros
13/08/2019	COSECHA	Frutos Maduros y frutos deformes
14/08/2019	APLICACION DE DIATOMEA	5 gr diatomea
15/08/2019	APLICACIÓN DE DIATOMEA FOSFITO Y Cu	1,15 litros fosfito 1,06 Litros Cu 5 gr diatomea
16/08/2019	COSECHA	Frutos Maduros y frutos deformes
17/08/2019	BIOSUELO	4 litros P 10 Litros k 2 litros de B Estiércol (50 kg) + Melaza (1 Kg) + Harina de roca (1 Kg) + 1 litro de caldo Rizosfera en 100 litros de agua
18/08/2019	COSECHA	Frutos Maduros y frutos deformes
20/08/2019	COSECHA	Frutos Maduros y frutos deformes
21/08/2019	BIOFERTILIZACION	M6 al 1% (100 CC.) + MM al 3% (150 CC.) + Melaza (10 ml) en 10 litros de Agua
22/08/2019	COSECHA	Frutos Maduros y frutos deformes

24/08/2019	COSECHA	Frutos Maduros y frutos deformes
25/08/2019	COSECHA	Frutos Maduros y frutos deformes
26/08/2019	COSECHA + SULFOCALCICO	1,1 litros sulfocalcico
28/08/2019	COSECHA	Frutos Maduros y frutos deformes
29/08/2019	COSECHA + BIFERTILIZACION	M6 al 1% (100 CC.) + MM al 3% (150 CC.) + Melaza (10 ml) en10 litros de Agua
30/08/2019	COSECHA	Frutos Maduros y frutos deformes
1/09/2019	COSECHA	Frutos Maduros y frutos deformes
2/09/2019	ARREGLO PARCELA APLICACIÓN DE <i>Beauveria bassiana</i>	110 gr inyectado al suelo
3/09/2019	COSECHA	Frutos Maduros y frutos deformes
4/09/2019	APLICACIÓN DE COMPOST BLOQUE E	(Gallinaza + Boca Shi) 30 kg por era
5/09/2019	DESHIERBE ABONADO	LOMBRINAZA Y ARENA+BIOSUELO
6/09/2019	COSECHA PODA DE FLORES Y FRUTOS	Frutos DEFORMES
7/09/2019	BIOFERTILIZACION	M6 al 1% (100 CC.) + MM al 3% (150 CC.) + Melaza (10 ml) en10 litros de Agua
9/09/2019	COSECHA	Frutos Maduros
11/09/2019	APLICACIÓN M6 DIATOMEA	0,76 litros M6 5 gr diatomea
12/09/2019	BIOFERTILIZACION	M6 al 1% (100 CC.) + MM al 3% (150 CC.) + Melaza (10 ml) en10 litros de Agua
13/09/2019	COSECHA	
14/09/2019	APLICACIÓN M4 PURO	6,03 litros
16/09/2019	COSECHA ABONO PODA	LOMBRINAZA Y ARENA+BIOSUELO
16/09/2019	COBERTURADE LOS BLOQUES	Pasto seco y hojas de papel

16/09/2019	BIOFERTILIZACION	M6 al 1% (100 CC.) + MM al 3% (150 CC.) + Melaza (10 ml) en10 litros de Agua
17/09/2019	COSECHA	Frutos Maduros
18/09/2019	APLICACIÓN DE DIATOMEA	5 gr diatomea
20/09/2019	COSECHA	Frutos Maduros
22/09/2019	COSECHA	Frutos Maduros
23/09/2019	APLICACIÓN DE CU DIATOMEA	1,06 litros Cu 5 gr diatomea
24/09/2019	COSECHA	Frutos Maduros
25/09/2019	BIOFERTILIZACION	M6 al 1% (100 CC.) + MM al 3% (150 CC.) + Melaza (10 ml) en10 litros de Agua
26/09/2019	APLICACIÓN DE M4 + CALDO RIZOSFERA	6,03 litros M4 3,8 litros de caldo rizosfera
20/09/2019	COSECHA	Frutos Maduros
1/10/2019	COSECHA	Frutos Maduros
2/10/2019	APLICACIÓN SULFOCALCICO	1 litros se sulfocalcico
4/10/2019	COSECHA	Frutos Maduros
6/10/2019	COSECHA	Frutos Maduros
8/10/2019	APLICACIÓN Ca K M4	6,03 litros M4 17 Litros de K 2lts Ca
9/10/2019	SIEMBRA LECHUGA BLOQUE B FRIJOL BLOQUE D C AJO BLOQUE A RABANO E CALENDULA BLOQUE ACD	Plantas acompañantes
10/10/2019	COSECHA	Frutos Maduros
11/11/2019	COSECHA	Frutos Maduros
14/10/2019	APLICACIÓN DE Ca	2lts de Ca
15/10/2019	COSECHA	Frutos Maduros
18/10/2019	COSECHA	Frutos Maduros

24/10/2019	COSECHA	Frutos Maduros
29/10/2019	BIOSUELO P K B	4 litros P 10 Litros k 2 litros de B Estiércol (50 kg) + Melaza (1 Kg) + Harina de roca (1 Kg) + 1 litro de caldo Rizosfera en 100 litros de agua
30/10/2019	COSECHA	Frutos Maduros
1/11/2019	COSECHA	Frutos Maduros
3/11/2019	COSECHA	Frutos Maduros
5/11/2019	COSECHA	Frutos Maduros
7/11/2019	COSECHA	Frutos Maduros
10/11/2019	COSECHA	Frutos Maduros
13/11/2019	COSECHA	Frutos Maduros
15/11/2019	COSECHA	Frutos Maduros
18/11/2019	COSECHA	Frutos Maduros

Fuente: Propia.

Anexo 2 Codificación BBCH de los estadios fenológicos de desarrollo de la fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) parte 1 y 2.

Figura 5 Codificación BBCH de los estadios fenológicos de desarrollo de la fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) parte 1

Fresa Meier et al., 1994**Codificación BBCH de los estadios fenológicos de desarrollo de la fresa**
(*Fragaria x ananassa* Duch.)

Código	Descripción
Estadio principal 0. Brotación	
00	Letargo: las hojas postradas y muertas parcialmente
03	La yema principal comienza a crecer
Estadio principal 1. Desarrollo de las hojas	
10	Primeras hojas emergen de la yema principal
11	Primera hoja, desplegada
12	2 hojas, desplegadas
13	3 hojas, desplegadas ¹⁾
1.	Los estadios continúan hasta ...
19	9 o más hojas, desplegadas
Estadio principal 4. Desarrollo de las partes vegetativas cosechables	
41	Comienzo de la formación de estolón: estolones, visibles (alrededor de 2 cm de longitud)
42	1er hijo de la planta, visible
43	Comienzo del desarrollo radicular en el 1er. hijo de la planta
45	1er. hijo de la planta, con raíces (madura para ser transplantada)
49	Varios hijos de la planta, con raíces (maduras para ser transplantadas); formación de plantas hijas en forma continua
Estadio principal 5. Aparición del órgano floral	
55	Los primeros primordios florales aparecen en la base de la roseta foliar
56	Inflorescencia alargándose
57	Primeras yemas florales salidas (cerradas todavía)
58	Estadio precoz de globo: primeras flores, con pétalos formando una bola hueca
59	Estadio de globo: la mayoría de las flores, con pétalos formando una bola hueca

Figura 6 Codificación BBCH de los estadios fenológicos de desarrollo de la fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) parte 2

Fresa Meier et al., 1994

Codificación BBCH de los estadios fenológicos de desarrollo de la fresa

Código	Descripción
Estadio principal 6. Floración	
60	Primeras flores, abiertas (primarias o flores A, ver esquema)
61	Comienzo de la floración: Alrededor de 10 % de las flores, abiertas
65	Plena floración: flores secundarias (tipo B) y terciarias (tipo C), abiertas; caen los primeros pétalos
67	Flores marchitándose: la mayoría de los pétalos, caídos
Estadio principal 7. Formación del fruto	
71	Receptáculo sobresaliendo de la corona de sépalos
73	Semillas, claramente visibles en el tejido del receptáculo
Estadio principal 8. Maduración del fruto	
81	Comienzo de la maduración: la mayoría de los frutos, blancos
85	Los primeros frutos comienzan a adquirir el color varietal típico
87	Cosecha principal: La mayoría de los frutos, coloreados
89	Segunda cosecha: más frutos coloreados
Estadio principal 9. Senescencia y comienzo del reposo vegetativo	
91	Comienzo de la formación de los botones axilares
92	Hojas nuevas con limbo más pequeño y pedúnculo corto, visibles
93	Hojas viejas, muriéndose; hojas jóvenes, curvándose; hojas viejas, del color varietal típico
97	Hojas viejas, muertas

Anexo 3. Dinámica temperatura y humedad relativa de las condiciones climáticas de Pamplona, Norte de Santander

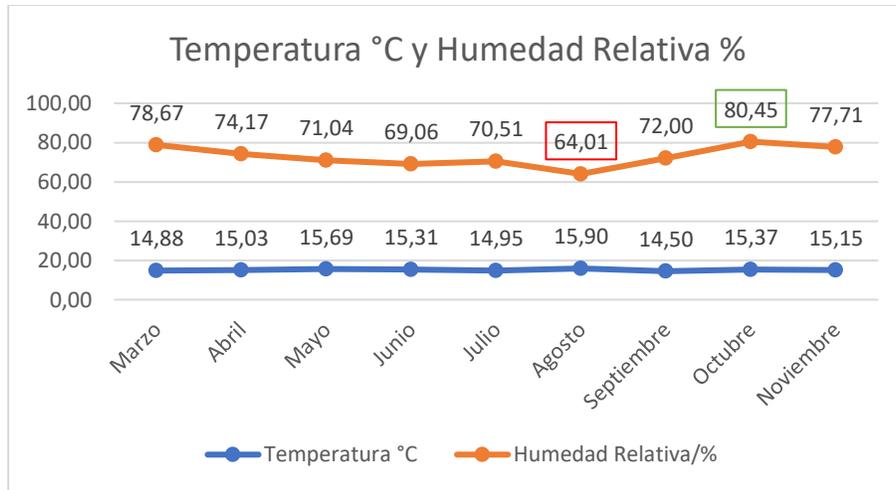


Figura 7 Dinámica Temperatura °C, Humedad Relativa % desde el mes de Marzo hasta Noviembre.

Fuente: Propia a partir de la información de la Estación del CISVEB