

**Incidencia y severidad de los síntomas de deficiencia de fósforo en el cultivo de fresa
(*Fragaria vesca* L.) en las condiciones de Pamplona y alternativas orgánicas para suplir la
carencia de fósforo con productos orgánicos.**

Jorge Gonzalo Mahecha Molina
Diciembre del 2017

Universidad De Pamplona
Facultad De Ciencias Agrarias
Departamento de Agronomía
Ingeniera Agronómica

**Incidencia y severidad de los síntomas de deficiencia de fósforo en el cultivo de fresa
(*Fragaria vesca* L.) en las condiciones de Pamplona y alternativas orgánicas para suplir la
carencia de fósforo con productos orgánicos.**

Jorge Gonzalo Mahecha Molina Código: 1116863495

Trabajo de investigación profesional presentado como requisito para optar al título de
Ingeniero Agrónomo

DIRECTOR

Leónides Castellanos González, Msc, PhD
Docente Tutor Académico

Universidad De Pamplona
Facultad De Ciencias Agrarias
Departamento de Agronomía
Ingeniera Agronómica
Pamplona – Norte de Santander
2017

Tabla de Contenido

Introducción	1
1 Problema.....	4
1.1 Planteamiento del problema.....	4
1.2 Descripción del problema	5
2. Justificación.....	7
3. Delimitación	9
4. Objetivos	11
4.1 Objetivo general.....	11
4.2 Objetivos específicos	11
5. Marco de referencias	12
5.1 Antecedentes investigación.....	12
5.1.1 Antecedentes internacionales	12
5.1.2 Antecedentes nacionales	15
5.1.3 Antecedentes regionales	17
5.2 Marco contextual	18
5.3 Marco teórico	20
5.3.1 Generalidades del cultivo	20
5.3.2 Origen y clasificación.....	21
5.3.3 Morfología.....	22
5.3.4 Fenología del cultivo de fresa	23
5.3.5 Requerimientos climáticos	23
5.3.6 Establecimiento del cultivo	23
5.3.7 Selección del lote	24
5.3.8 Propagación.....	25
5.3.9 Preparación del terreno y siembra.....	25

5.3.10	Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)	26
5.3.11	Enfermedades	27
5.3.12	Plagas	30
5.3.13	Requerimientos y deficiencias nutricionales	32
5.3.14	Sintamología visual de deficiencia de nutrientes	35
5.3.15	Abonado.....	36
5.3.16	Abonos y fertilizantes orgánicos	36
5.3.17	Importancia de los abonos orgánicos.....	36
5.3.18	Importancia del fosforo en la planta	37
5.4	Marco legal	39
6.	Metodología	44
6.1	Cuantificación del porcentaje de incidencia y severidad de deficiencia de fósforo del cultivo de fresa en seis veredas de Pamplona	44
6.2	Determinación del efecto de alternativas biológicas para suplir la carencia de fósforo (p) en el cultivo de la fresa	47
7.	Resultados y discusión	53
7.1	Reconocimiento en porcentaje de la incidencia y severidad de deficiencia de fósforo del cultivo de fresa en seis veredas del municipio de Pamplona.....	53
7.2	En evaluación de las alternativas biológicas para suplir la carencia de fósforo en el cultivo de fresa bajo manejo de alternativas orgánicas.....	56
	Conclusiones	70
	Recomendaciones.....	71
	Referencias bibliográficas	72
	ANEXOS.....	80

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Descripción de cada biopreparado</i>	49
Tabla 2. <i>Incidencia y severidad de la deficiencia de Fósforo por veredas (%)</i>	53
Tabla 3. <i>Incidencia y severidad de la deficiencia de fósforo por variedades (%)</i>	54
Tabla 4. <i>Incidencia y severidad de los síntomas de deficiencias de P en los diferentes tratamientos en el primer muestreo de 17 de junio del 2017</i>	57
Tabla 5. <i>Incidencia y severidad de los síntomas de deficiencias de P en los diferentes tratamientos en el segundo muestreo el 15 de julio del 2017</i>	58
Tabla 6. <i>Incidencia y severidad de los síntomas de deficiencias de P en los diferentes tratamientos en el tercer muestreo el 12 de agosto del 2017</i>	59
Tabla 7. <i>Incidencia y severidad de los síntomas de deficiencias de P en los diferentes tratamientos en el cuarto muestreo el 09 de agosto del 2017</i>	60
Tabla 8. <i>Incidencia y severidad de los síntomas de deficiencias de P en los diferentes tratamientos en el quinto muestreo el 07 de octubre del 2017</i>	61
Tabla 9. <i>Diferencia de la incidencia y la severidad entre los 150 días y los 30 días después de aplicación de los productos.</i>	62
Tabla 10. <i>Concentración de fosforo en el área foliar en cada tratamiento</i>	65
Tabla 11. <i>Resultados de análisis de correlación y regresión entre concentración de fósforo y la incidencia y severidad de los síntomas de la deficiencia de P al final del experimento</i>	66
Tabla 12. <i>Costos totales de cada uno de los tratamientos</i>	67
Tabla 13. <i>Beneficios que se obtienen con cada uno de los tratamientos</i>	68
Tabla 14. <i>Relación beneficio/ Costo de cada tratamiento.</i>	68

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Gobernación Norte de Santander municipio de Pamplona, (Fuente: Secretaria de Planeación y de desarrollo Territorial)	20
<i>Figura 2</i> Toma de datos de la incidencia y severidad de la deficiencia de fósforo en las veredas. (Fuente: Propia)	55
<i>Figura 3</i> Aplicación de materia orgánica en el experimento de comparación de los biopreparados. (Fuente: Propia).....	56
<i>Figura 4</i> Dinámica de la Incidencia los síntomas de deficiencia de P en los tratamientos en los diferentes muestreos realizados. (Fuente: Propia)	63
<i>Figura 5</i> Dinámica de la severidad de los síntomas de deficiencia de P en los tratamientos en los diferentes muestreos realizados. (Fuente: propia).....	64
<i>Figura 6</i> Temperatura y humedad relativa de municipio de Pamplona, Fuente: Propia a partir de la información de la Estación del CISVEB	80
<i>Figura 7</i> Precipitaciones del municipio de Pamplona Fuente: Propia a partir de la información de la Estación del CISVEB	80
<i>Figura 8</i> Análisis fisicoquímico de muestra de suelo (fuente: Laboratorio de Control de Calidad y Diagnostico)	81
<i>Figura 9</i> Área sembrada de fresa en el municipio de Pamplona. (Fuente: Agronet).....	82
<i>Figura 10</i> Producción de fresa en el municipio de Pamplona. (Fuente Agronet).....	82
<i>Figura 11</i> Rendimiento en toneladas por hectárea de fresa en el municipio de Pamplona (Fuente: Agronet).....	83

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Temperatura y humedad relativa de municipio de Pamplona	80
Anexo 2 Precipitaciones del municipio de Pamplona.....	80
Anexo 3 Análisis fisicoquímico de suelo del lote donde de evaluaron los biopreparados.	81
Anexo 4 Área sembrada en el municipio de Pamplona, departamento de Norte de Santander del cultivo de fresa.	82
Anexo 5 Producción en el municipio de Pamplona, departamento de Norte de Santander del cultivo de fresa.....	82
Anexo 6 Rendimiento en el municipio de Pamplona, departamento de Norte de Santander del cultivo de fresa.....	83

RESUMEN

El presente trabajo consistió en evaluar el porcentaje de incidencia y severidad de la deficiencia de fósforo en el cultivo de la fresa (*Fragaria vesca* L.) en seis veredas (Chichira, Monte dentro, El Rosal, Altogrande, 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 para 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 Rizósfera 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 Rizósfera y M₆ se destacaron con relación a la mayor concentración de fósforo 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 Rizósfera y M₆ obtuvieron mayor relación beneficio/costo que el estándar químico y el testigo.

Palabras clave: nutrición, carencia fosfórica, biopreparados, microorganismos eficientes,

Introducción

El cultivo de fresa tiene una gran importancia socioeconómica en clima frío, pero para lograr rendimientos óptimos y rentables se requiere de investigación para un mejor manejo del cultivo, sobre todo para el caso de macronutrientes y micronutrientes, como son los elementos fundamentales garantizan la producción final, porque la planta requiere para beneficios fisiológicos, productivos, de resistencia a plagas y enfermedades, por las indagaciones de este tipo en literatura son escasas (Cano, 2013).

El uso de microorganismos solubilizadores de fósforo es significativo, para el cultivo de fresa, siendo un elemento esencial para el desarrollo de la planta, la reproducción no la puede hacer si no tiene la cantidad de fósforo suficiente, ya que se encarga de para la ayuda de almacenamiento de energía y la regulación del metabolismo. Aumentando la resistencia sistemática al ataque de plagas, las plantas de fresa con fertilizadas con fósfitos modifica el sabor de la fruta (Estrada & Iris, 2011).

La fruta de fresa tiene un alto nivel mundial de consumo ya sea directo o en elaboración industrial de postres, bebidas. Con muchos métodos de conservación deshidratada, congelada, hasta en conservas. Por el gran consumo se ha llegado a trabajar por un mejoramiento genético y con investigaciones para el desarrollo de mejor producción en la parte de manejo agronómico como lo es la fertilización, para tener cultivos resistentes a los diferentes cambios repentinos que se presenten como son heladas, ataque de plagas y enfermedades (Marquez, 2001).

Colombia está entre los países de mayor exportación de fresa por lo que debe buscar alternativas de cultivos orgánicos para tener mejores mercados internacionales, brindarle al consumidor un fruto libre de pesticidas. En el año 2016 alcanzó un rendimiento de 37,8 t/ha, bajo aplicación de plaguicidas y fertilizantes químicos, con coberturas plásticas para proteger la

planta de competencia con arvenses y el fruto de pudriciones, pero los agricultores tiene problemas por cambios de propiedades físicas del suelo. En comparaciones del año 2012 el promedio estaba en 39 t/ha. Por falta de un bajo conocimiento los agricultores no toman medidas al uso de los químicos y están dañando el ecosistema terrestre (Casierra & Poveda, 2005).

Deben realizarse investigaciones que permitan reducir el uso de productos químicos como fertilizantes, insecticidas y fungicidas, porque al ser aplicados, además de llevar trazas en las cosechas para el consumidor, también favorecen la erosión del suelo y pérdidas de las características físicas, químicas y biológicas del mismo, remplazándolos por biopreparados orgánicos con el fin de bríndale al consumidor de frutas de fresa, un producto sano, libre de enfermedades y de residuos químicos (Casierra, 2011).

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

Los Microorganismos de Montaña (MM) se podrían catalogar como un tipo de ME, o sea, un consorcio de microbianos ya que su composición y las posibles relaciones que generan son múltiples, se indica que contienen bacterias fotosintéticas, bacterias productoras de ácido láctico, 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)

Según un estudio de suelo realizado en la finca Camachos Vereda Monteadentro municipio Pamplona se presentó un nivel bajo de fósforo, y de materia orgánica, comparando con los requerimientos por este cultivo de fresa. La literatura refiere que el cultivo de fresa requiere que exista suficiente nivel de P soluble para la nutrición vegetal, a pesar de que las plantas lo absorben en determinada cantidad y naturaleza, a partir de los óxidos hidratados de hierro y aluminio intercambiables.

El presente trabajo se realizó con el fin de buscar posibles soluciones de los problemas que se presentan en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca* L.) por deficiencia de Fósforo, evaluando seis productos biopreparados de la Asociación de Productores Agropecuarios de Pamplona (ASPAGRO), los cuales contienen microorganismos eficientes, microorganismos de montaña y otros obtenidos en la localidad que pudieran solubilizar el fósforo en el suelo.

1 Problema

1.1 Planteamiento del problema

Los fertilizantes fosfóricos resultan los más caros en el mercado internacional, por lo que encarecen las producciones agrícolas. Una alternativa, esta situación en muchos países es el uso de la roca fosfórica, sin embargo, este producto es de menor contenido de fósforo soluble, aunque puede ceder más lentamente el fósforo (P) lo cual es favorecido por la acción solubilizadora de muchos microorganismos del suelo entre ellas las micorrizas, las bacterias solubilizadoras de P del género *Bacillus* y *oxytops*, así como por actinomicetos y hongos que viven en el suelo.

El fósforo puede estar en el suelo fijado al Hierro (Fe), Aluminio (Al) y al Calcio (Ca), y no estar disponible para las plantas o puede estar con bajo contenido en el suelo tanto fijado como disponible. En recorridos realizados por los alumnos de la Universidad de Pamplona a los cultivos de fresa en las veredas de Chichira, Monteadentro, Jurado, El Rosal, Altogrande y Cariongo del municipio Pamplona se ha visto que las plantaciones presentan deficiencia de fósforo, y al indagar con los propietarios se ha constatado que los análisis agroquímicos reflejan bajo contenido de P_2O_5 y un pH bajo.

Debido a esto se aplican indiscriminadamente fertilizantes químicos para suplir la carencia de P, lo que trae consigo cambios en la microbiota del suelo y otros efectos negativos como la eutrofización de las aguas.

En la Finca Sol Vida perteneciente a la asociación ASPAGRO se producen seis biopreparados que se recomiendan como biofertilizantes foliares y al suelo por contener microorganismos eficientes, en dos casos rocas activados con roca fosfórica.

El uso de estos biopreparados como alternativas locales de fertilización está poco difundido, en primer lugar por la poca divulgación y en segundo lugar porque no se han realizado investigaciones de rigor donde se demuestren la eficacia para suplir la carencia de fósforo y las ventajas productivas y económicas de los mismos.

1.2 Descripción del problema

Con base al bajo contenido de fósforo en el suelo, los productores de fresa del municipio de Pamplona recurren a aplicar fertilizantes con precios altos, lo cual hace que la producción no sea rentable cultivar fresa, sin embargo, estos productos no sustituyen la deficiencia de P y se sigue presentando la deficiencia de fósforo en las plantaciones, en vista a este inconveniente se usan sobre dosis de los productos acarreado contaminaciones de la biósfera del suelo y del medio ambiente.

Los suelos del municipio de Pamplona son característicos ácidos, pero los agricultores de fresa no toman alternativas para cultivar con métodos que beneficien al consumidor, incorporando productos biológicos que replacen los fertilizantes químicos.

Uno de los elementos que más afecta la productividad de la fresa es el fósforo. Las plantaciones manifiestan síntomas característicos como son coloraciones bronceadas en las hojas viejas y necrosis que limitan la actividad fotosintética y otros procesos fisiológicos. La mayoría de los suelos del municipio de Pamplona manifiestan en los resultados de los análisis nivel bajo o medio de P, en particular el estudio de suelo de la finca los Camachos (Anexo 3) muestra un porcentaje de fósforo bajo (2,40 mg/kg).

La idea de la presente investigación fue incentivar a los agricultores del municipio de Pamplona para inicien con la producción de cultivos orgánicos de la fresa, para comercializar productos de buena calidad y libres de químicos.

También Colombia está buscando mercados internacionales de producciones agrícolas, una buena opción sería cultivos orgánicos para competir con otros países y que tengan en cuenta en el cuidado del medio ambiente, en la salud de los operarios, productores y consumidores.

2. Justificación

El departamento de Norte de Santander esta de tercera categoría en la producción total del país de fresa, con 129,50 hectáreas sembradas, con un rendimiento de 28,67 Ton/ha. Toda la producción se vende al mercado en fresco. Siendo el municipio de Pamplona el mayor productor de fresa, luego le sigue Mutiscua a nivel departamental. El municipio de Pamplona para el año 2016 tenía 44 hectáreas plantadas, presentando una producción de 1.156 toneladas de fresa en fresco para el mercado regional. Con un rendimiento de 34 Ton/ha (ver Anexos 4,5 y 6) (Agronet, 2016).

Por otra parte, se gestan actualmente proyectos para el desarrollo del cultivo orgánico de la fresa sin que se tengan resultados científicos de las alternativas orgánicas y biológicas de fertilización que pudieran permitir la sustitución de los fertilizantes químicos que aportan el fósforo a pesar de que ASPAGRO está produciendo desde hace algún tiempo varios biopreparados artesanales para este fin.

Son visibles los problemas deficiencia de fósforo en los cultivos de fresa en las veredas del municipio Pamplona por lo que se impone la búsqueda de alternativas de fertilización fosfórica, lo que implica verificar la incidencia y severidad en cuanto al porcentaje de deficiencia de P.

Se justifica esta investigación debido que en el municipio de Pamplona hay alrededor de 200 productores de fresa y las características agroclimáticas son las apropiadas para este cultivo, pero en las visitas a algunas fincas que se cultiva fresa de la zona de Pamplona se ha observado un porcentaje alto de deficiencia de Fósforo (P) y frutos con síntomas de deformación similares a los que plantea la literatura que se corresponden con la deficiencia de (B).

Sin embargo, no se han realizado investigaciones científicas donde se cuantifiquen las deficiencias nutricionales de la fresa en las diferentes veredas de Pamplona y se relacionen con los análisis de suelo realizadas.

Luego se hacía necesario evaluar los biopreparados que ofrece la finca Sol Vida de asociación ASPAGRO supuestamente con efectos antagonistas, biofertilizantes y bioestimulantes para verificar su acción para favorecer la carencia de P.

3. Delimitación

El municipio de Pamplona Norte de Santander basa su economía en el comercio gastronómico, la educación escolar y superior. La fresa es el segundo cultivo de importancia en el municipio, comercializándose la fruta fresca tanto en el mercado interno como para otras regiones.

Este trabajo tuvo como finalidad determinar a través de una investigación exploratoria el porcentaje de incidencia y severidad de la deficiencia de fósforo en el cultivo de fresa de seis veredas del municipio de Pamplona (Chichira, Monteadentro, Jurado, El Rosal, Altogrande y Cariongo), y evaluar de forma experimental en un ensayo de campo seis biopreparados de producción local con vistas a suplir los problemas de insuficiencia de fósforo, el cual se desarrolló en la vereda Cariongo, del municipio de Pamplona-Norte de Santander.

Se buscó conseguir con este trabajo un producto de procedencia orgánica que sustituyera las necesidades de fósforo en el cultivo de fresa, con ese fin se hizo la evaluación de los seis biopreparados que entre sus ingredientes tienen microorganismos solubilizadoras de este elemento.

Se tuvo en cuenta que la finca Sol Vida perteneciente a ASPAGRO ofrece un grupo de biopreparados donde participan la roca fosfórica y un grupo de microorganismos solubilizadoras de P que pudiesen favorecer la solubilidad y disponibilidad de este elemento en el cultivo de la fresa se pretende realizar la validación de estos biopreparados en campo. Hasta el presente esta asociación no ha realizado una investigación científica que demuestre la eficacia estos productos alternativos.

Por otra parte se aprovechó las posibilidades que ofrece la Universidad de Pamplona en los laboratorios en la Facultad de Ciencias Básicas para realizar análisis agroquímicos del suelo y análisis foliares de los elementos minerales presentes en los cultivos

Esta investigación es exploratoria y preliminar en campo por los tendrán que sucederle otras investigaciones fundamentales y aplicadas para que los bioproductos de ASPAGRO sean certificados y autorizados para su comercialización.

4. Objetivos

4.1 Objetivo general

Evaluar el porcentaje de incidencia y severidad de la deficiencia de fósforo en el cultivo de la fresa (*Fragaria vesca* L.) en seis veredas, y la aplicación de seis bioproductos como alternativas orgánicas para suplir la carencia de fósforo en el municipio de Pamplona, Norte de Santander.

4.2 Objetivos específicos

- Cuantificar la sintomatología de la deficiencia de fósforo del cultivo de fresa en seis veredas del Municipio de Pamplona.
- Determinar el efecto de seis bioproductos como alternativas biológicas para suplir la carencia de fósforo (P) en el cultivo de fresa.

5. Marco de referencias

5.1 Antecedentes investigación

5.1.1 Antecedentes internacionales

Moreno (2011) realizó un estudio sobre la aplicación de dos fosfitos artesanales en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca*) en Ecuador con el fin de reducir la incidencia de la mancha foliar (*Cercospora sp*) donde se usó como sustrato 1; una mezcla de cascarilla de arroz 30 kg, roca fosfórica 1,5 kg y harina de hueso 1,5 kg. Como sustrato 2; se usó 30 kg de cascarilla de arroz, 1,5 kg de roca fosfórica y 1,5 kg de carbonato de calcio y se aplicaron dos tratamientos con dosis uno de 125g/200 l, dosis dos de 250 g/200 l, dosis tres 375 g/200 l. Después de 30 días de estar aplicando los productos se redujo la enfermedad siendo mejor el fosfito a la dosis de 375 g/200 l, que redujo la severidad de los síntomas en un 65%.

La evaluación de fósforo en fresa (*Fragaria x ananasa*) en Fraijanes se realizaron dos experimentos de fertilización con P en fresa. En el primer experimento, los niveles de 0, 200, 400, 600, 800, 1000 y 1200 kg P₂O₅/ha. se aplicaron en la siembra. En el segundo, los niveles de experimento de 0, 250, 500, 750, 1000 y 1250 kg P₂O₅/ha fueron aplicado en dos tipos: dosis completa en la siembra y fraccionado en tres aplicaciones (En la siembra, 30 y 60 días después). Se evaluó el rendimiento con el número de frutos y total toneladas por hectárea. En el primer experimento hubo una baja respuesta a las aplicaciones de P. La dosis de 800 kg P₂O₅/ha fue la mejor según el análisis de regresión. En el segundo experimento las aplicaciones divididas aumentaron el rendimiento, incluso cuando no se obtuvo el óptimo agronómico (Molina , Salas, & castro , 1993).

Para la investigación de respuestas bioquímicas en fresa al suministro de fósforo en forma de fosfito, en Texcoco México se evaluó la concentración de azúcares solubles totales, clorofilas a,

b y total en las fases de floración y fructificación, y de aminoácidos libres y proteínas solubles en la fase de fructificación, en hojas de fresa cv. Festival. En respuesta a la adición de distintos porcentajes del P total suministrado en forma de fósforo (0, 20, 30, 40 y 50 %) a la solución nutritiva. La concentración de azúcares se incrementó significativamente sólo en la fase de floración cuando se adicionó el 20% del P total a la solución nutritiva (Estrada et al., 2011).

Los aminoácidos libres totales tuvieron una concentración que se relacionó de manera positiva con el porcentaje del P total como fósforo en la solución nutritiva en el intervalo de 0 a 30 %; cantidades porcentuales superiores de fósforo propiciaron un decremento en éstos. Una tendencia similar fue observada en la concentración de proteínas solubles totales; en esta variable la media más baja se registró en el testigo; siendo incluso diferente significativamente al tratamiento consistente en la adición del 50 % del P en forma de fósforo. Estos resultados permiten concluir que la adición del 30 % del P total a la solución nutritiva como fósforo, estimula la acumulación de biomoléculas en fresa en la etapa de fructificación (Estrada & Iris, 2011).

Una buena combinación de abonos orgánicos y fertilizantes minerales puede permitir una reducción en el uso de agroquímicos, en beneficio del ambiente y de la salud de los consumidores, se valoró el efecto de la fertilización orgánica y mineral en el cultivo de fresa cv. Festival, utilizando un diseño de 24 tratamientos. Los factores y sus niveles de estudio fueron: fertilización química (FQ), a tres niveles de N-P₂O₅-K₂O 0-0-0, 45-20-20 y 90-35-35 kg ha⁻¹, nutriente orgánico comercial (OC) elaborado con ácidos fúlvicos (AF) a una concentración de (13.58%) regulador de crecimiento vegetal comercial conformado por 78.87% de extractos vegetales y fitohormonas 1.86% de microelementos a niveles de 0 y 20 l/ha⁻¹ y vermicomposta (V) de estiércol vacuno a 50 y 100 g/maceta. Las aplicaciones de los tratamientos fueron de

forma edáfica (FQ y V) y foliar (AF y OC), en ambas etapas las aplicaciones de los tratamientos se realizaron a los 10, 40 y 60 días después del trasplante. La fertilización orgánica-mineral mostró mejores resultados, en comparación con la fertilización orgánica (Romero, Mendoza, Sandoval, & Tobar, 2012)

En Managua-Nicaragua los agricultores han adoptado la producción de cultivo orgánicos, con el fin de mejorar la alimentación de sus familias, Una de estas alternativas es el establecimiento del cultivo de fresa (*Fragaria sp.*) manejado bajo el sistema de producción orgánico como cultivo complementario al cultivo de café. El estudio tiene como finalidad obtener información sobre la respuesta de rendimiento del cultivo a través del manejo orgánico bajo el uso de dos niveles de lombrihumus aplicados en la cantidad de 3,000 y 6,000 kg/ha⁻¹ y dos niveles de biofertilizantes aplicados en la cantidad de 200 y 400 l/ha⁻¹. El rendimiento total fue significativo en los efectos principales (variedades, lombrihumus y biofertilizantes), en donde el mayor promedio fue de 8,208.34 kg/ha⁻¹ con la dosis de 3,000 kg/ha⁻¹ de lombrihumus y 400 l/ha⁻¹ de biofertilizante (Tellez & Salmeron, 2007).

Mora (2010) evaluó la efectividad de cinco biofertilizantes de bacterias solubilizadoras de fósforo en la producción de dos cereales en Buenavista, México, en un campo de cinco tratamientos de MaB2, PiB1, MeB2, CaB2, CaB3 y un testigo, tanto para maíz y sorgo en macetas las cuales tenían 8 kg de tierra cada una donde se colocaron las semillas en cada tratamiento, al total de de 8 macetas se les incubo las bacterias solubilizadoras de fósforo, resultando En el maíz, desde la siembra hasta la producción, la bacteria MeB2 causó efecto positivo; mientras que en el sorgo, desde la siembra hasta la formación de la espiga, lo hicieron las bacterias CaB2 y MeB2 y de esta etapa hasta la producción, lo efectuaron las bacterias PiB1 y CaB3.

5.1.2 Antecedentes nacionales

Medina, pinzón & Cely (2016) realizo un estudio del efecto de sustratos orgánicos en plantas de fresa (*Fragaria sp.*) cv 'Albion' bajo condiciones de campo en Tunja, Boyaca. Para la evaluación se utilizó un diseño completamente al azar con tres tratamientos siendo S1: suelo 50% + fibra de coco 50% (S:FC), S2: suelo 50% + fibra de coco 25% + cascarilla de arroz 25% (S:FC:CA) y S3: suelo 50% + cascarilla de arroz 50% (S:CA), cada uno conto con tres replicaciones. Las variables evaluadas fueron masa fresca y seca de raíz y parte aérea, área foliar, clorofilas totales, numero de frutos/planta y producción g/planta. El tratamiento (S1), mostró diferencias significativas según la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) en la mayoría de los parámetros evaluados, esto lo convierte en una alternativa para la producción de fresa cv 'Albión' bajo las condiciones de estudio.

García, Lara & Oviedo (2011) realizaron un estudio de evaluar el efecto biofertilizante de un preparado elaborado con residuos sólidos vegetales (RSV) procedentes del mercado y la bacteria nativa *diazótrofa Azotobacter A15M2G*. En córdoba, Colombia. Se elaboraron biopreparados utilizando diferentes concentraciones de bacteria (106, 107 y 108 UFC) en un medio de cultivo obtenido a partir del 25% p/v de cada uno de los siguientes RSV: *Brassica oleracea* (repollo), *Lactuca sativa* (lechuga) y *Allium fistulosum* (cebollín). Los biopreparados fueron evaluados en plantas de rábano (*Rhapanus sativus*) en invernadero, utilizando un diseño estadístico completamente al azar de 5 tratamientos con 3 repeticiones: T1, control; T2, semillas pregerminadas tratadas con RSV al 25% p/v; T3, semillas pregerminadas con bioinoculante de 106 UFC; T4, semillas pregerminadas con bioinoculante de 107 UFC; T5, semillas pregerminadas con bioinoculante de 108 UFC. Se evaluó: número de hojas, área foliar, longitud

de la planta, longitud de la raíz y peso seco de toda la planta (ensayos por triplicado). Se observó un incremento altamente significativo en peso seco para T5 (0,88 g) y T4 (1,10 g); y diferencias significativas en el área foliar, para los mismos tratamientos, con un valor superior a 2000 cm². El biopreparado con bacterias nativas y RSV mejoró el crecimiento y desarrollo de las plantas de rábano, pudiéndose dar un valor agregado a estos residuos y de esta manera obtener un biofertilizante potencialmente utilizable en otros cultivos.

Lara & Negrete (2015) evaluaron la capacidad solubilizadora de fosfatos de consorcios formados por bacterias nativas de los géneros *Burkholderia cepacia*, *Pseudomonas sp*, *Pseudomonas luteola* y *Pantoea sp*, en Córdoba, Colombia. Con el fin de encontrar el más eficiente. Se realizaron pruebas de antagonismo entre las cepas y se formaron consorcios probando todas las combinaciones posibles en las concentraciones de 106, 107, 108 UFC/mL. Se realizaron evaluaciones cualitativas y cuantitativas de la solubilización de fosfatos y teniendo en cuenta éstos resultados, se preparó un bioinoculante el cual fue evaluado en semillas de plantas de pasto angleton (*Dichantium aristatum*) a escala de laboratorio, utilizando un diseño estadístico completamente al azar (DCA) con 3 tratamientos y 5 repeticiones: Tratamiento 1 semillas (control), Tratamiento 2, semillas tratadas con el consorcio de microorganismos seleccionado y Tratamiento 3, semillas tratadas con fertilizantes comerciales DAP y Urea. Se evaluaron las variables número de hojas, área foliar, longitud de la planta, longitud de la raíz y peso seco de todas las plantas. Los resultados de la prueba de antagonismo indicaron que no existe inhibición en el crecimiento de las cepas evaluadas, por lo tanto se formaron consorcios los cuales mostraron mayor eficiencia en la solubilización del fósforo, destacándose el consorcio formado por *Pantoea sp* + *Pseudomonas spa* una concentración de 108 UFC/mL y con índices de solubilización de 5,3 y 842 ppm. En las plantas se evidenció un incremento significativo en los

parámetros peso seco y área foliar usando el consorcio microbiano, indicando mayor beneficio en comparación con el control.

5.1.3 Antecedentes regionales

Luna (2001) realizó una Producción, uso y manejo de bioestimulantes, abonos orgánicos, acondicionadores, y biofertilizantes a partir de fuentes no convencionales. En Málaga, Santander. Evaluando la producción de biomasa en praderas de pasto de corte, aplicando caldos microbiales anaeróbico y aeróbicos, diluidos en agua 1:3, haciendo aplicaciones cada 15 días, en cinco fincas diferentes y después de aplicar estos productos por dos años el aumento de masa por hectárea fue de 5.427 a 6579 kg. Se realizó estudio de contenido de proteínas en materia seca y también se mostraron los aumentos en porcentaje.

Martínez, García & Sánchez (2014) donde se ensayaron plantas aromáticas fermentadas (PAF), microbiota nativa benéfica capturada en arroz (MNBA) y microorganismos celulolíticos, proteolíticos y amilolíticos (MCPA) como inoculantes biológicos adicionados a procesos de compostaje de residuos de tomate con el fin de evaluar su desempeño en la degradación de estos residuos y calidad de los abonos producidos. El menor tiempo de degradación se observó con MCPA (78 días), seguido por MNBA y PAF (84 días) y por último el control sin inocular (91 días). Todos los abonos cumplieron con la normatividad vigente, a excepción del tratamiento MNBA con relación a la prueba de fitotoxicidad (61%), el cual obtuvo un valor promedio inferior a lo exigido por normas internacionales ($\geq 90\%$). Aunque las concentraciones de los nutrientes a excepción del boro, fueron mayores en los compost con activadores biológicos, no se presentaron diferencias significativas entre los compost inoculados y no inoculados a un $P < 0,05$. Los inoculantes biológicos mostraron ser eficientes disminuyendo el tiempo de degradación del material orgánico en el proceso de compostaje e incrementando el contenido de nutrientes con

relación a los compost no inoculados; sin embargo, es importante seguir optimizando las dosis para obtener resultados significativos con relación al mejoramiento de la calidad nutricional de los abonos obtenidos.

5.2 Marco contextual

Este trabajo se realizó llevando a cabo el primer objetivo en 6 veredas (Chichira, Monte adentro, El Rosal, Alto grande, Cariongo y Jurado) en tres fincas de cada vereda del municipio de Pamplona, para hacer un reconocimiento del porcentaje de incidencia y severidad de los síntomas por deficiencia de fósforo en varias zonas de municipio Pamplona. El segundo objetivo se ejecutó en la finca los Camachos de la vereda Cariongo del municipio de Pamplona Norte de Santander, Colombia, en un lote situado a una altura promedio de 2475 msnm, tiene una extensión de 1498,4 m² plantados en fresa, variedad Albión, con una distancia de siembra de 40 centímetros entre plantas y 50 centímetros entre hileras, las camas o eras tienen una cobertura de plástico oscuro o cobertura mulch. A los alrededores de este lote se encuentran establecidos cultivos de maíz, papa y barbechos. Las demás fincas del contorno tienen plantados cultivos de arveja, papa, fresa y praderas para la alimentación de bovinos (CONSORNOC, 2010).

El departamento de Norte de Santander cuenta con 21658 Km², limita con Venezuela por el oriente, al Nor-occidente 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).

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 (Carrillo, 2017).

Pamplona siendo capital de la provincia suroccidental conformada por los municipios de Cúcota, Chitagá, Mutiscua, Pamplona (cabecera subregional), Pamplonita y Silos. Contando con el páramo de Santurbán (Guerrero, 2016).

El municipio de Pamplona perteneciente al departamento de Norte de Santander, al nororiente colombiano, limitando con los municipios de Cucutilla, Pamplonita, Labateca, Cúcota y Mutiscua, contando con una extensión de 318 Km² total, la cabecera municipal tiene una altura de 2.300 msnm, con temperatura promedio de 16°C, encontrándose a 75 km de San José de Cúcota y a 124 km de Bucaramanga. Este municipio cuenta con una gran variedad de caños y nacimientos que conforman la cuenca hídrica del río Pamplonita, cuenta con 35 veredas (Gualdrón & Maldonado, 2017).

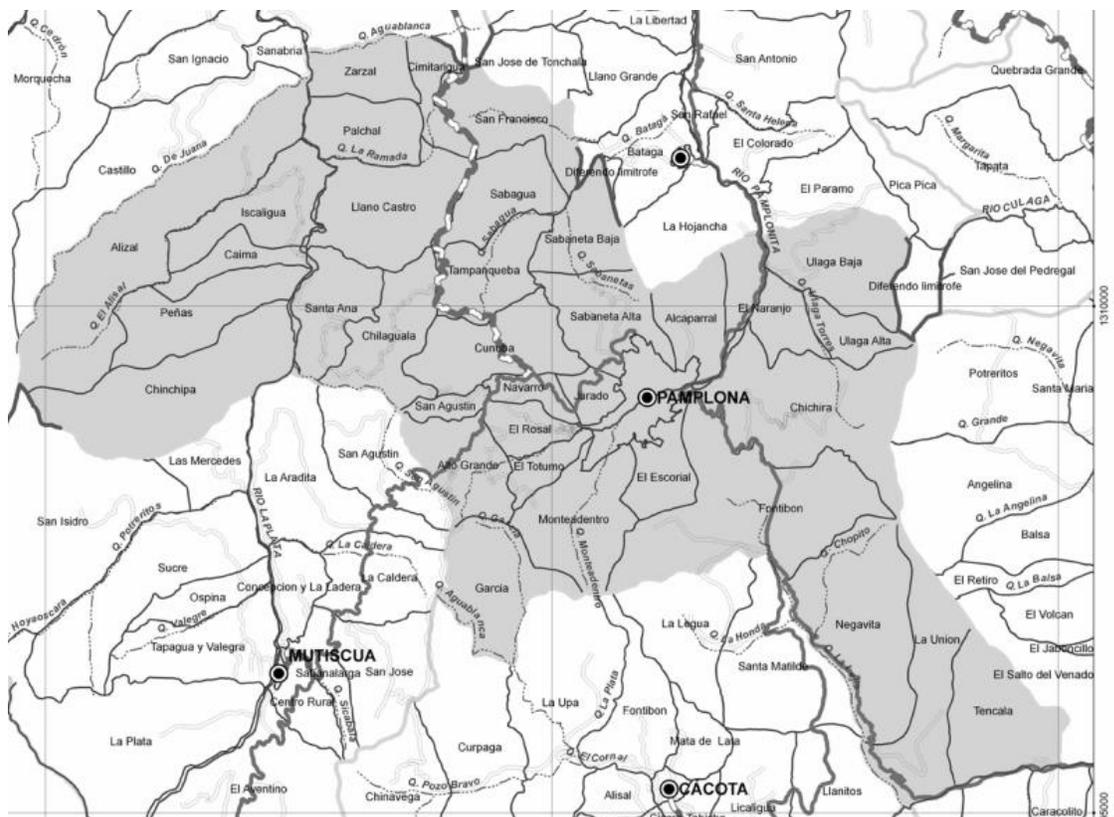


Figura 1. Gobernación Norte de Santander municipio de Pamplona, (Fuente: Secretaria de Planeación y de desarrollo Territorial)

5.3 Marco teórico

5.3.1 Generalidades del cultivo

Este cultivo tiene en la actualidad una amplia distribución mundial, los principales países que se dedican a la explotación agrícola del mismo son: Estados Unidos, Turquía, España, Egipto, Colombia, España, países bajos, Bélgica y México. Las variedades más usadas para el comercio son *F. chiloensis* y *F. virginiana*. El fruto de este cultivo tiene una gran gama nutritivas y farmacéuticas. Se puede consumir en fresco, mermeladas, helados y demás procesos agroindustriales en repostería dulces, pasteles y tortas (Álvarez, Fajardo, Patiño, Taborda, & Velásquez, 2014).

Las variedades más usadas o de mejor comportamiento en Colombia son Oso grande; Cama rosa, Camino Real, Monterrey, Albión y San Andrea. Estas definiciones se llevaron a cabo en las

sabanas de Bogotá, en el año 2011 se reportaron datos estadísticos por el anuario de frutas y hortalizas de la producción de 44.495 toneladas por hectárea de fresa y en todo el país más de 1.114 hectáreas sembradas, donde Cundinamarca tiene el 53% de hectáreas sembradas, sigue Antioquia con el 2% y Norte de Santander con el 11% (Tenorio, 2015).

5.3.2 Origen y clasificación

Dentro del género *Fragaria* se reconocen 11 especies de las cuales las principales variedades son tomadas de cruces entre *Fragaria virginiana* y *Fragaria chiloensis*, ya que al hacer este híbrido se obtienen frutos de mayor tamaño de las especies nativas (Fajardo et al., 2014)

Existe una gran cantidad de especies de fresa a través del mundo. Se indican dos zonas de procedencia: una en Europa, específicamente de los Alpes europeos, y otra en Sur América en Chile (Mendoza, 2016).

Según (Álvarez et al., 2014) **Clasificación botánica**

Familia: *Rosaceae*.

Género: *Fragaria*.

Nombre científico: *Fragaria sp.*

Especie:

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

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

Asiáticas: *Fragaria indica*.

Nombre común: fresa.

5.3.2.1 Principales países productores

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 toneladas (Márquez, 2016).

Para el año 2013 los principales países importadores fueron; Reino Unido 470.770 toneladas, Canadá 123.463 toneladas, Estados Unidos 110.457 toneladas, Francia 90.587 toneladas y Países Bajos Holanda 28.937 toneladas (Álvarez & Paulette, 2016).

5.3.2.2 Principales departamentos productores

En el año 2013 en Colombia se produjeron 42.453 toneladas de fresa, siendo Cundinamarca el departamento con mayor producción 22.562 toneladas, seguido por Antioquia con 12.545 toneladas, Norte de Santander con 3.360 toneladas, Cauca 2.808 toneladas y Boyacá con 542,2 toneladas. Los principales usos que se le dan a la fruta de fresas son industriales, culinarios, medicinales, consumo en fresco (Márquez, 2016).

5.3.3 Morfología

Las plantas del cultivo de fresa tienen un tipo herbáceo y perenne, con estolones los cuales enraízan en el ápice de las hojas compuestas trifoliadas completamente, también tiene un sistema radicular fasciculado, compuesto por raíces primarias y secundarias, alcanzan una profundidad de 40 centímetros, siempre en cuando el 90 % de las raíces se encuentran en los primeros 25 centímetros de profundidad (Álvarez et al., 2014).

Contando con un tallo con una formación de un eje corto en forma de cono llamado corona, hay se forman numerosas hojas, que parecen una roseta, con una forma alargada pecioladas, su limbo está dividido en tres folíolos pedunculados, con un borde aserrado, con un gran número de estomas los cuales pueden perder gran cantidad de agua por transpiración (Valdés & Cristina, 2015).

Las flores y los frutos también formado en el tallo de las yemas axilares de las hojas, las flores tienen entre cinco y seis pétalos y entre 20 y 35 estambres y una gran cantidad de pistilos los cuales le dan origen al fruto el cual cuando está maduro tiene un color rojo brillante, succulento y fragante (Álvarez et al., 2014).

5.3.4 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, & Grijaba, 2014)

5.3.5 Requerimientos climáticos

El cultivo de fresa requiere de una altura sobre el nivel del mar entre 1300 y 3000 msnm. Una temperatura promedio de 15 y 20 °C, para obtener una producción rentable, también se exige de una humedad relativa de un rango entre 60 y 75 %, con un consumo hídrico de 400 y 600 mm/año. Puede soportar hasta 14 horas luz/día (Villegas, 2017).

5.3.6 Establecimiento del cultivo

Los predios o lotes adecuados para el cultivo de fresa considerando factores climáticos y topográficos como altitud, temperatura, humedad relativa y luminosidad, teniendo en cuenta que

los requerimientos en este sentido pueden cambiar según la variedad escogida. También se ha de determinar el área a cultivar, el tipo de suelo, método de riego, coberturas, lugar de acopio y empaque y definir el sistema de manejo, labores del suelo y de fertilización (Cámara, 2017).

5.3.7 Selección del lote

Para esta actividad se hace necesario conocer y propender por obtener las óptimas condiciones del suelo. Éstos deben ser preferiblemente de textura arenosa o franco arenosa, ligeramente ácidos, sueltos, aireados y bien drenados, ya que los suelos pesados limitan el desarrollo radicular. Es importante conocer también la disponibilidad de agua para el riego y su calidad, ya que este es un factor determinante en la instalación y manejo del cultivo (Rivadeneira, 2016).

5.3.7.1 Suelo

La fresa se desarrolla de manera adecuada en suelos ligeramente ácidos, sueltos, aireados y bien drenados, ya que los suelos pesados limitan el desarrollo radicular. La raíz es altamente sensible a la salinidad generando reducciones de hasta el 50% en el rendimiento de la planta. Se deben evitar suelos donde se haya cultivado antes papa, tomate, pimentón, melón, sandía y calabaza, con el fin de prevenir la propagación de enfermedades que comparten con estos cultivos (Olmos & Martínez, 2015).

5.3.7.2 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).

5.3.7.3 Arado del suelo

El fin de estas practica es remover el suelo o descompactarlo con la solución se permitir un mejor desarrollo de las raíces, para este cultivo es recomendable hacer lo de 20 a 25 centímetros de profundidad. El suelo se debe laborar con un contenido de humedad adecuado. Si se encuentra muy seco se produce alta erosión y perdida de estructura; por el contrario, si el suelo está muy húmedo se produce gran compactación (Álvarez et al., 2014).

5.3.8 Propagación

La propagación tiene como objetivo mejorar las propiedades de la planta en cuanto a producción, calidad, sanidad y tamaño del fruto; es realizada en forma sexual para buscar la variabilidad, mejoramiento genético y plantas libres de enfermedades. Asexual tiene dos formas micropropagación en cultivos in vitro y estolonización, con lo cual se logra aprovechar los estolones de la planta madre (Calderón, Jaen, & Rodríguez, 2012).

5.3.9 Preparación del terreno y siembra

El terreno seleccionado debe ser preferiblemente plano o de pendiente moderada. Las labores de suelo profundas son con ayuda de cincel y subsolador para mejorar el drenaje y favorecer la oxigenación. Las labores superficiales son óptimas para formar la cama, instalar el riego e instalar la cobertura mulch o plástico oscuro, para todos los casos las plantas se siembran en zigzag o tresbolillo (Rivadeneira, 2016).

5.3.9.1 Labores pre culturales

Las labores pre culturales se inician haciendo una limpieza del lote de forma mecánica, no se aconseja utilizar herbicidas, luego hacer un nivelado para facilitar el manejo agronómico del cultivo, en seguida se realiza un levantamiento de camas a una altura de 30 centímetros, con un ancho de 70 centímetros, para sembrar con una distancia de 40 centímetros entre plantas y 50

centímetros entre hileras para una densidad de 50000 plantas por hectárea. En algunos de los casos se acostumbra a instalar sistema de riego por goteo los cual consiste en colocar dos cintas en cada cama para suministrar el riego adecuado a las plantas, para luego si hacer la cobertura con plástico el cual evita la presencia de arvenses y la evaporación del agua (Álvarez et al., 2014).

5.3.9.2 *Labores culturales*

Dentro de estas labores está el control de malezas para evitar la competencia hídrica y nutricional del cultivo, además se eliminan hospederos de plagas y enfermedades. También se deben eliminar los tallos y los estolones que emergen en la base de cada planta debido a que hacen desgastar la planta con una pérdida de nutrientes, asimismo se debe hacer una poda de hojas viejas ya que guarda humedad y facilita el ataque de plagas y patógenos (Rubio, Alfonso, & Grijaba, 2014).

5.3.9.3 *Cosecha y poscosecha*

Las frutas de fresa están listas para recolección después de los 30 a 40 días de floración, la cosecha se realiza cuando el fruto esta pintón, las plantas de fresa inician su producción después de los 4 meses de haber sembrado, esta práctica se debe realizar en horas de la mañana, el tiempo entre la cosecha y la comercialización debe ser muy corto para poder presentar al consumidor un producto de buen aspecto, la recolección consiste en desprender el fruto de la planta, la fruta se debe agarrar suavemente con los dedos pulgar y el índice y llevada a canastillas que no superen el peso a 10 kilogramos para evitar daños de magullamiento. La fruta en poscosecha puede durar hasta 15 días, pero con atmosferas controladas (Casierra, 2011).

5.3.10 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 (Zarazúa, Almaguer, & Márquez, 2011).

Dentro de los objetivos de la implementación de las BPA están acrecentar la confianza del consumidor en la calidad e inocuidad del producto, minimizar el impacto ambiental, racionalizar el uso de productos fitosanitarios y de los recursos naturales suelo y agua, promover técnicas de bienestar animal, incentivar a los diferentes actores de la cadena productiva para tener una actitud responsable frente a la salud y seguridad de los trabajadores y establecer la base de la acción internacional y nacional concertada para elaborar sistemas de producción agrícola sostenibles (Tellez & Salmeron, 2007).

5.3.11 Enfermedades

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

Los principales métodos para evitar el ataque de patógenos y plagas son físicos, mecánicos, genéticos, culturales, biológicos y químicos (Serret et al., 2016).

5.3.11.1 *Enfermedades no infecciosas*

Enfermedades no infecciosas son aquellas en las que no hay un organismo patógeno como causal y pueden deberse a factores fisiológicos, físicos o genéticos. Dentro de ellas podemos mencionar la cara de gato o deformidad del fruto, daño por heladas que afecta a flores y frutos; fasciación o deformidad en el fruto que se debe a características varietales acentuadas por condiciones climáticas adversas, durante los periodos secos; fruta deformada por daño de herbicidas (2-4D), deficiencias de microelementos, exceso de Nitrógeno, ataque de hongos o insectos que dañan físicamente a la flor, no permitiendo su normal fecundación (Arenas, Melero, & López, 2016).

Albinismo, la fruta se presenta moteada rosada y blanca, la causa se cree puede ser un rápido crecimiento anormal por un exceso de Nitrógeno, problemas climáticos. Sequía, la pérdida normal de agua a través de las hojas durante la época seca, combinada con vientos secantes o altas temperaturas, pueden producir un stress y debilitamiento total de la planta, disminución del tamaño del fruto o desecamiento de ellos, dejándolos como pasas. Daño por exceso de sales, ya sea en el suelo o en el agua de riego, produce fitotoxicidad notoria en los márgenes de hojas y disminución en el crecimiento (Chicaiza, 2015).

5.3.11.2 *Enfermedades infecciosas*

Pudrición roja de la raíz (Phytophthora fragariae Var.)

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 (León, Guzmán, & García, 2014).

Verticilosis (Verticillium alboatrum Reinke y Bert.)

Hongo que sobrevive en el suelo por 8-12 años, produce un marchitamiento rápido de la planta en época seca, comenzando por las hojas periféricas, daño que generalmente ocurre en el primer año de la plantación. La enfermedad se observa en sectores aislados del plantel y muchas veces es confundida con falta de agua, porque en realidad es enfermedad vascular. Al igual que en el caso anterior, es mejor prevenir (Londo, 2014).

Moho gris (Botrytis cinérea Bary.)

Es un hongo que daña el fruto produciendo un ablandamiento y cuando es muy severo se cubre completamente con vello gris. Su desarrollo se ve favorecido con la alta humedad y bajas temperaturas, puede penetrar en el fruto sin necesidad de heridas y durante la cosecha los frutos sanos pueden ser contaminados con esporas provenientes de otros infestados (Flores, Chico, & Cerna, 2015).

Viruela (Ramularia fragariae Fuckel.)

Presente en las zonas con altas temperaturas y neblinas o lluvias. Las hojas se ven manchadas con lesiones de color púrpura que van creciendo. Hay reducción del crecimiento total y bajas en la producción. Su control se puede hacer con Ferbam, Captan, etc. Al comienzo de las primeras lluvias (Londo, 2014).

Oidium (Sphaerotheca macularis f. sp. Fragariae)

Es un hongo muy común en áreas de gran humedad ambiental y frío. Los órganos más afectados son las hojas, cáliz de las flores y frutos. El síntoma más característico es el curvamiento de los márgenes de las hojas hacia arriba, acompañado de un velo blanquecino. Si el ataque es muy severo, el envés de las hojas adquiere un color rojizo. Se recomiendan aplicaciones de fungicidas sistémicos al comienzo del verano (Cano, 2013).

Hay otros hongos que atacan el fruto después de la cosecha como: *Rhizopus sp*, *Rhizoctonia sp*, *Fusarium sp* y *Sclerotinia*. La mayoría de los patógenos se pueden evitar, cosechando y almacenando a bajas temperaturas rápidamente (Torres, Gálves, & Ruiz, 2001).

5.3.12 Plagas

Plagas de la Raíz

Las plagas de raíz más comunes en las fresas en Illinois incluyen el barrenador de la corona de la fresa (*Tyloclonus fragariae* Latreille.), gorgojo de la raíz de la fresa (*Otiorynchus ovatus* Germar.) y el gusano blanco del género (*Phyllophaga* Harris). Otras plagas que se encuentran debajo del suelo, incluyendo el gusano de la raíz de la fresa, (*Paria fragariae* Share.) y el pulgón o áfido de la raíz de la fresa, (*Aphis forbesi* weed). No son económicamente importantes en Illinois. Aunque el barrenador de la corona, gorgojo de la raíz y gusanos blancos son todos miembros del género Coleóptero (escarabajos y gorgojos) (Gómes, 2006).

Plagas del Follaje

Las plagas del follaje de la fresa incluyen los gusanos enrolladores de hojas enrollador de hoja de la fresa y otros, el gusano de la raíz de la fresa y dos especies de ácaros el ácaro de dos manchas, araña roja y el ácaro de la fresa. Este resumen revisa la historia de estas plagas y las prácticas que se pueden utilizar para su manejo. Otras plagas que se alimentan del follaje,

incluyendo los gusanos de raíz de la fresa y la mosca serradora raramente dañan las fresas y no se discuten en este documento (Gallardo et al., 2016).

Plagas de la flor y fruta

Las plagas comunes de la flor y la fruta de las fresas son los cortadores de la fresa, la chinche amarilla de las plantas, el escarabajo chupador de la fresa y babosas. En 1994 los trips orientales de la flor, un insecto que raramente causa pérdidas significativas en fresas parece haber causado daño severo a la cosecha en muchos de los estados del este central de los Estados Unidos (López, 2014).

Afidos Pulgón de la frutilla (Chaetosiphon fragaefolii Cockerell.)

El pulgón de la fresa es de color verde claro a amarillento. Tanto los adultos como las ninfas parecen tener rayas transversas sobre el abdomen y están cubiertos con pelos que tienen una protuberancia en el extremo, los cuales se ven fácilmente con una lupa. Estas rayas y pelos no se encuentran en ninguna otra especie de pulgón en la fresa, este insecto daña por succión de la savia, deteniendo el crecimiento de las plantas y lo más importante es que a través de esta acción transmite virosis, el clima seco favorece el desarrollo de nuevas poblaciones. Se pueden controlar con insecticidas sistémicos y de contacto, entre los que se destacan Mevinphos (Phosdrin 50 CE), Methomil (Lanate 90 SP) (Contreras & Rosales, 2014).

Arañitas rojas Bimaculada (Tetranychus urticae koch.)

Con condiciones climáticas favorables, cada generación se completa en aproximadamente 20 días. Su daño se manifiesta desde comienzos de la época seca, observándose en el envés de las hojas pequeñas manchas amarillas y si el ataque es muy intenso, la hoja toma una coloración café rojiza, secándose en muchos casos. Existen algunos enemigos naturales y dentro de los

productos químicos destacan Cyahexatin (Plictran 25 w), Tetradifon (Tedion 60 SC) (Nicholls, Altieri, & Vázquez, 2017).

Thrips

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).

Gusano de la frutilla (Otiorrhynchus rugosus Hummel.)

Que también atacan a la vid. La forma adulta se alimenta de las hojas y tallos y las larvas causan serios daños en la corona y raíces secundarias. Todo este tipo de gusanos o larvas se pueden controlar incorporando en los primeros 15 cm del suelo, durante la preparación algún insecticida de largo perfecto residual (Cazanga & Leiva, 2013).

Tarsonemidos

Algunos ácaros de la familia *Tarsonemidae* producen encarrujamiento de los brotes, enanismo y hojas color bronce. Se debe lavar la planta previa a su plantación con Parathion 80 Ec (Gallardo, Salazar, Salas, & Martínez, 2016).

5.3.13 Requerimientos y deficiencias nutricionales

Las plantas necesitan 14 nutrientes minerales; macronutrientes como elementos primarios el Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K), como elementos secundarios Calcio (C), 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-Nitrogeno, 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 fosfonato 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 et al., 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 (Zaqueros, 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 borax/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).

5.3.14 Somatología 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 decoloración 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 coloraciones rojas, púrpura, marrones o verde oscuro. La coloración rojizo púrpura se debe a la acumulación de antocianina en el tejido (García, 2013).

5.3.15 Abonado

La fresa es una planta exigente en materia orgánica, por lo que es conveniente el aporte de estiércol de alrededor de 3 kg/m^2 , que además debe estar muy bien descompuesto para evitar favorecer el desarrollo de enfermedades y se enterrará con las labores de preparación del suelo. En caso de cultivarse en suelos excesivamente calizos, es recomendable un aporte adicional de turba de naturaleza ácida a razón de unos 2 kg/m^2 , que se mezclará en la capa superficial del suelo con una labor de frutilladora. Se deben evitar los abonos orgánicos muy fuertes como la gallinaza, la palomina. Como abonado de fondo se pueden aportar alrededor de 100 g/m^2 de abono complejo 15- 15-15 (Chiqui & Lema, 2010)

5.3.16 Abonos y fertilizantes orgánicos

Los fertilizantes orgánicos se identifican por tener diferentes sustancias nutritivas minerales y orgánicas, donde pueden proporcionar al cultivo en lugar de ser material de desecho, son sustancias nutritivas asimiladas después de haber sido mineralizadas proporcionando un nivel hormonal, antiséptico y antibiótico por eso se recomiendan (Félix & Sañodo, 2008).

5.3.17 Importancia de los abonos orgánicos

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

a 100 000 veces las cantidades de los micronutrientes técnicamente recomendados por la agroindustria para ser aplicados foliarmente al suelo y a los cultivos (Ramos & Terry, 2014).

5.3.18 Importancia del fósforo en la planta

La absorción del fósforo hay algunos transportadores dependiendo del gen de la planta, puede entrar a la planta por el flujo de masa, difusión, intersección radicular y por contacto. Ingresa por transporte activo vía simplástica y apoplástica de genes transportistas, en forma de monofosfato, difosfato y trifosfato y también por absorción de micorrizas ayudando a la filtración del elemento, el fósforo dentro de la planta se mueve de forma orgánica y después en molécula ATP (Rosatto et al., 2014).

El transporte del fósforo dentro de la planta se moviliza como pirofosfato, participando en enzimas, el ATP y ADP. Este elemento se transporta hasta los puntos de fotosíntesis de forma orgánica y luego sigue como esteres fosfóricos, formando fosfolípidos. También se une con el nitrógeno formando bases nitrogenadas (Rosatto et al., 2014).

En evaluación del efecto de fertilización de fósforo en plantas de tomate en crecimiento y producción con niveles de aplicación por litro de agua con 100 y 150 mg/L. de ácido fosfórico, mostró efectos significativos en las variables número de hojas, diámetro del tallo y peso fresco del brote. Con la dosis 150 mg/L (Rodríguez, 1998)

En una investigación donde evaluaron las respuestas bioquímicas en fresa suministrando fósforo en forma de fosfitos, hacían aplicaciones de 0, 20, 30 y 50 % de fósforo, evaluaban la concentración de azúcares en diferentes órganos de la planta como flores y frutos, además la clorofila a y b. llegando a resultados que la aplicación del 30% de fósforo total de la solución nutritiva como fosfito, estimula la acumulación de biomasa en la etapa de fructificación (Estrada & Iris, 2011).

El uso de biofertilizantes con productos a base de microorganismos no patógenos, al ser inoculados en el suelo o en la planta, pueden permanecer planta asociados a la planta, colocando a disposición de esta los elementos necesarios, favoreciendo la calidad del suelo y el crecimiento, creando entornos naturales de microbiología. Por ello se dice que en la rizósfera se producen asociaciones que mediante actividades biológicas disponen a la planta de los elementos esenciales para el desarrollo del cultivo, como sustancias para el crecimiento y la fructificación (BTI, 2015).

Los Microorganismos Eficientes (ME) son una combinación de microorganismos beneficiosos de cuatro grupos principales: bacterias fototróficas, levaduras, bacterias productoras de ácido láctico y hongos de fermentación. Estos microorganismos contienen microorganismos fijadores de N atmosféricos y solubilizadores de fósforo entre otros (BID, 2009), mientras que los Microorganismos de Montaña (MM) se podrían catalogar como un tipo de ME, o sea, un consorcio de microbianos ya que su composición y las posibles relaciones que generan son múltiples, se indica que contienen bacterias fotosintéticas, bacterias productoras de ácido láctico, actinomicetes, hongos filamentosos y levaduras que también ayudan a la solubilización de P (Castro et al., 2015).

Cuando se hace incorporación de biomasa verde y aplicación de inóculos microbianos como los MM ha aumentado el contenido de P en el área foliar, por la ayuda de los microorganismos solubilizadores y la presencia de los ácidos orgánicos (Castro et al., 2015).

En otras investigaciones con la aplicación de microorganismos solubilizadores (MS) de fósforo en valores promedios de 3.02×10^5 UFC g^{-1} se han presentado diferencias foliares de los contenidos de fósforo después en comparación con los contenidos antes de las aplicaciones (Pérez, 2009).

5.4 Marco legal

Reglamento Estudiantil, Universidad de Pamplona.

Acuerdo No.186 Por el cual compila y actualiza el Reglamento Académico Estudiantil de Pregrado de la Universidad de Pamplona.

Capítulo VI. Trabajo de grado.

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

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

Constitución Política Nacional (1991): protege los derechos ambientales, por ella ha sido proclamada por algunos como Constitución Ecológica, sobre todo si se tiene en cuenta el número significativo de artículos que mencionan explícitamente los deberes y derechos ambientales ciudadanos. Tal es el caso del:

Artículo 67

“La educación formará al colombiano en el respeto a los derechos humanos, a la paz y a la democracia; y en la práctica del trabajo y la recreación, para el mejoramiento cultural, científico, tecnológico y para la protección del medio ambiente”

Artículo 65

“La producción de alimentos gozará de la especial protección del Estado. Para tal efecto, se otorgará prioridad al desarrollo integral de las actividades agrícolas, pecuarias, forestales y agroindustriales; así como también a la construcción de obras de infraestructura física y adecuación de tierras”

Artículo 79

“Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines”

Ley 99 de 1993: Por la cual se da origen al Ministerio del Medio Ambiente y reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables. Se crea el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y prevé otras disposiciones que modificaron la normatividad ambiental incorporada por el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables.

Decreto número 1843 de 1991: Artículo 2o. Régimen aplicable al uso y manejo de plaguicidas. El uso y manejo de plaguicidas estarán sujetos a las disposiciones contenidas en la Ley 09 de 1979, el Decreto 2811 de 1974, Reglamento Sanitario Internacional, el Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas de la FAO, las

demás normas Complementarias previstas en el presente Decreto y las que dicten los Ministerios de Salud y de Agricultura o sus institutos adscritos.

Ley 81 de 1988: Por la cual se reestructura el Ministerio de Desarrollo Económico, se determinan las funciones de sus dependencias, se deroga el Decreto Legislativo No. 0177 del 1º de febrero de 1956, se dictan normas relativas a los contratos de fabricación y ensamble de vehículos automotores y a la política de precios y se dictan otras disposiciones.

Ley 101 de 1993: Ley General de Desarrollo Agropecuario y Pesquero.

Artículo 1o. Propósito de esta ley. Esta ley desarrolla los artículos 64, 65 y 66 de la Constitución Nacional. En tal virtud se fundamenta en los siguientes propósitos que deben ser considerados en la interpretación de sus disposiciones, con miras a proteger el desarrollo de las actividades agropecuarias y pesqueras, y promover el mejoramiento del ingreso y calidad de vida de los productores rurales:

Otorgar especial protección a la producción de alimentos.

Adecuar el sector agropecuario y pesquero a la internacionalización de la economía, sobre bases de equidad, reciprocidad y conveniencia nacional.

Promover el desarrollo del sistema agroalimentario nacional.

Elevar la eficiencia y la competitividad de los productos agrícolas, pecuarios y pesqueros mediante la creación de condiciones especiales.

Impulsar la modernización de la comercialización agropecuaria y pesquera.

Procurar el suministro de un volumen suficiente de recursos crediticios para el desarrollo de las actividades agropecuarias y pesqueras, bajo condiciones financieras adecuadas a los ciclos de las cosechas y de los precios, al igual que a los riesgos que gravitan sobre la producción rural.

Crear las bases de un sistema de incentivos a la capitalización rural y a la protección de los recursos naturales.

Favorecer el desarrollo tecnológico del agro, al igual que la prestación de la asistencia técnica a los pequeños productores, conforme a los procesos de descentralización y participación.

Determinar las condiciones de funcionamiento de las cuotas y contribuciones parafiscales para el sector agropecuario y pesquero.

Establecer los Fondos de Estabilización de Precios de Productos Agropecuarios y Pesqueros.

Propender por la ampliación y fortalecimiento de la política social en el sector rural.

Fortalecer el subsidio familiar campesino.

Garantizar la estabilidad y claridad de las políticas agropecuarias y pesqueras en una perspectiva de largo plazo.

Estimular la participación de los productores agropecuarios y pesqueros, directamente o a través de sus organizaciones representativas, en las decisiones del Estado que los afecten.

PARÁGRAFO. Para efectos de esta Ley la explotación forestal y la reforestación comerciales se consideran actividades esencialmente agrícolas.

Artículo 2o. liberación del comercio agropecuario y pesquero. El Gobierno Nacional podrá, mediante tratados o convenios que serán sometidos a la aprobación del Congreso, obligarse sobre bases de equidad, igualdad, reciprocidad y conveniencia nacional, a la liberación gradual y selectiva de bienes agrícolas, pecuarios y pesqueros, sus insumos y productos derivados.

Artículo 6o. En desarrollo del artículo 65 de la Constitución Política, el Gobierno Nacional otorgará prioridad al desarrollo integral de las actividades agrícolas, pecuarias, pesqueras, forestales y agroindustriales, y su comercialización. Para este efecto, las

reglamentaciones sobre precios, y costos de producción, régimen tributario, sistema crediticio, inversión pública en infraestructura física y social, y demás políticas relacionadas con la actividad económica en general, deberán ajustarse al propósito de asegurar preferentemente el desarrollo rural.

6. Metodología

Se realizaron dos investigaciones, una exploratoria en seis veredas del municipio Pamplona para la determinación de la incidencia y severidad de los síntomas de deficiencia de fósforo del cultivo de fresa y otra experimental en condiciones de campo para la evaluación de la eficacia de los biopreparados de ASPAGRO para suplir la carencia de fosforo en el cultivo de la fresa en el periodo marzo octubre de 2017.

6.1 Cuantificación del porcentaje de incidencia y severidad de deficiencia de fósforo del cultivo de fresa en seis veredas de Pamplona

La investigación exploratoria se realizó de marzo a junio de 2017 en seis veredas del Municipio de Pamplona: Chíchira, Monte adentro, Rosales, Alto grande, Cariongo y Jurado) en tres fincas de cada vereda del municipio de Pamplona. Las condiciones meteorológicas para la zona de Pamplona en el tiempo que se desarrolló la investigación fueron temperatura máxima de alrededor de 22°C y mínima de 10°C, con precipitaciones máximas de 337 mm/mes y mínimas de 13 mm/mes tomada entre los meses de Mayo y Agosto (según Estación meteorológica automática del Centro de Investigaciones de Sanidad Vegetal y Bioinsumos) (Anexo No 1 &2).

Muestreos por vereda

Se evaluaron tres fincas por veredas para un total de 18 fincas que representan el 9 % de las 200 fincas de productores de fresa del Municipio según información de ASPAGRO. Las fincas se seleccionaron al azar teniendo en cuenta accesibilidad, disposición del propietario de

participar en la investigación, y que además tuviera alguna plantación entre 6 meses y un año y medio de edad.

Antes de realizar los muestreos se solicitó al propietario si tenía análisis agroquímicos de los suelos dedicados a la fresa en la finca para orientarse sobre la carencia o no de P. Se tomarán además datos generales como nombre del propietario, nombre de la finca, nombre de la vereda, variedad del cultivo de fresa, área del lote. Se trató de que en los muestreos estuvieran representadas las fundamentales variedades de fresa.

Cuantificación de los niveles de deficiencia de P en las fincas de las veredas

Para la cuantificación de los síntomas en cada finca, lote de cultivo se realizó un muestreo de 100 plantas en zigzag en doble diagonal en dependencia de la superficie plantada, siempre escogiendo el centro del cultivo, es decir sin monitorear plantas de los bordes. Si la superficie del campo es superior a 1 ha se tomaron 10 plantas más por cada ha. 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.

Se aplicó la siguiente escala de grado a cada planta:

0= planta sin síntomas de deficiencia.

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

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

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

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

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

Las fórmulas que se utilizarán serán:

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

$$\% \textit{ incidencia} = \frac{n(\textit{Plantas afectadas})}{N (\textit{Total afectadas})} \times 100$$

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

$$\% \textit{ I} = \frac{\sum a. b}{K. N} \times 100$$

Donde:

I= Severidad o Intensidad.

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 determinó finalmente el porcentaje de distribución y Severidad ponderado por vereda y variedad por las siguientes formulas:

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

Donde:

A_i: área del lote o campo con determinada incidencia o distribución.

I_i: índice de incidencia o distribución del campo o lote respectivo.

A área total.

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

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

Donde:

A: área del lote o campo con determinada incidencia o distribución.

S: índice de severidad del campo o lote respectivo.

A área total.

Análisis estadístico

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

6.2 Determinación del efecto de alternativas biológicas para suplir la carencia de fósforo (p) en el cultivo de la fresa

Se desarrolló un experimento de campo en el periodo de junio a octubre de 2017 en un lote de un cultivo de fresa con una edad de ocho meses de plantada en una área de una superficie de 1498,4 m² de la finca Camachos, vereda Cariongo del municipio de Pamplona.

En esa área se había realizado un análisis agroquímico del suelo arrojando las siguientes características: pH de 5.6, carbono orgánico o contenido de materia orgánica 6,82% y fósforo 2,40 mg/kg. El contenido de materia orgánico se catalogaba medio, el contenido de P bajo y el pH bajo.

Inicialmente se realizó un saneamiento de todas las plantas, hojas, flores y frutos necrosados en las parcelas donde se aplicaron los productos biológicos. Además, se realizó una aplicación materia orgánica con una dosis de 400 kg/ha.

Tratamientos y diseño experimental

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

1. Testigo sin tratamiento con saneamiento.
2. Biopreparado 1: P₁
3. Biopreparado 2: P₂
4. Biopreparado 3: MM
5. Biopreparado 4: Caldo rizosfera
6. Biopreparado 5: B. meconio
7. Biopreparado 6: M₆
8. Aplicación foliar de P₂ O₅

Los tratamientos se dispusieron en un diseño experimental de bloques al azar en arreglo 8 x 4 (ocho tratamientos y cuatro replicas). Los tratamientos consistieron en seis los seis biopreparados ASPAGRO, uno estándar de producción con la aplicación de fertilizante químico foliar (P₂O₅) y un testigo con saneamiento como se relacionó anteriormente. Cada tratamiento fue replicado cuatro veces en parcelas de tres eras y 13, 86 m de largo por lo que las parcelas o unidades experimentales contaron con 41, 65 m².

A continuación, se relacionan los ingredientes de cada biopreparado Suministrados por ASPAGRO y tipo de fermentación durante el proceso de producción.

Tabla 1. Descripción de cada biopreparado

Biopreparados comerciales	Ingredientes	Tipo de fermentación	Uso propuesto
P1	Vinagre, roca fosfórica y melaza	aeróbica	Biofertilizante con B.S.F. $8,34 \times 10^5$ UCF/mL
P2	ME y melaza, ceniza y roca fosfórica	anaeróbica	Biofertilizante con B.S.F. y antagonista 3.2×10^5 UCF/mL
MM	ME, melaza y salvado de arroz (<i>Oriza sativa</i> L.)	aeróbica	Biofertilizante con B.S.F. y antagonista $1,72 \times 10^6$ UFC/mL
Caldo rizosfera	Raíces de plantas: ortiga (<i>Urtica dioica</i> L.), borraja (<i>Borago officinalis</i> L.), kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochts ex Chiov) trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L.) conseguidas en la granja, yogurt, melaza, agua oxigenada y harina de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	aeróbica	Biofertilizante con B.S.F. y antagonista $1,24 \times 10^6$ UFC/mL
B. meconio	Meconio de ternero, agua, melaza y ahuyama (<i>Cucurbita máxima</i> Duch.) cocida.	anaeróbica	Biofertilizante con B.S.F. y antagonista $1,3 \times 10^6$ UFC/mL
M6	ME, vinagre, etanol, plantas aromáticas, jengibre (<i>Zingiber officinale</i> Rosc.), ajo (<i>Allium sativum</i> L.), cebolla (<i>Allium cepa</i> L.), pimienta y ají (<i>Capsicum annum</i> L.).	anaeróbica	Biofertilizante con B.S.F. y antagonista $9,13 \times 10^5$ UFC/mL

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 a las dosis recomendadas por ASPAGRO de una solución de 400 L/ha, con una bomba de espalda manual con boquilla de abanico, como los tratamientos por estudiar de encuentran cubiertos por plástico se realizará una aplicación a 10 a 15 centímetros de altura de la planta.

Las dosis los biopreparados fue del 5 % (1L/20L), con excepción del biopreparado B. meconio que se aplicó al 1 % 200 mL/20L.

Evaluaciones de la carencia de P en las parcelas experimentales según tratamientos

En 20 plantas tomadas al azar de los cuatro surcos centrales de cada parcela por tratamiento se determinaron las siguientes variables:

✓ Porcentaje de Incidencia y de Severidad de los síntomas de deficiencia de fósforo cada cuatro semanas.

Para la determinación de la Incidencia y la Severidad de los síntomas de deficiencia de P se empleó la escala de 6 grados referida anteriormente:

Escala

0= planta sin síntomas de deficiencia.

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

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

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

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

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

Las fórmulas que se utilizarán serán:

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

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

Así como la Severidad del síntoma de carencia de fósforo. Este último indicador es un indicador de porcentaje de tejido afectado por la deficiencia del elemento

Se calculó por la fórmula de Townsend y Heuberger.

$$\% S = \frac{\sum a * b}{KN} \times 100$$

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

Evaluación del contenido de P foliar

A los 150 días se realizó un análisis del contenido de P foliar tomando una muestra representativa de cada parcela la cual fue llevada al Laboratorio de Química de la Unipamplona.

Para determinar el contenido de fósforo del área foliar se procedió a recolectar 60 hojas en 60 plantas (la tercera hoja bajando) en de cada replica de los ocho tratamientos, luego se llevó al horno por una semana, y se procedió hacer un molido o macerado de cada muestra foliar.

Posteriormente se pesaron 2,5 g de muestra macerada y se llevaron a un crisol y se realizó un previo quemado con la ayuda de un mechero, luego se llevaron las muestras a la mufla a 350 °C.

Cuando las muestras estaban de nuevo a temperatura ambiente se agregaron 25 ml de ácido clorhídrico a cada crisol, se procedió a evaporar en una plancha de calentamiento, hasta que quedaran 10 ml de la solución, luego se filtró cada muestra con la ayuda de papel filtro en tubos de ensayo, agregándole a cada muestra 3 ml de solución A para identificación de concentración de área foliar de fósforo y 5 ml de solución B. Se agitó cada muestra hasta que tomó un color azul.

Finalmente el resultado de cada muestra se llevó al fotocolorímetro de marca HACH (DR 3800) para el caso de fósforo de espectrofotómetro 489 fosfato, para obtener la lectura del

contenido de P en mg/L, para luego hacer los cálculos para estimar las partes por millón (ppm) que tenía cada muestra por medio de la siguiente formula.

$$ppm (mg/kg) = \frac{\text{peso de la muestra}}{\text{mg/L de cada muestra}} * 1000$$

Determinación de la producción, rendimiento y relación beneficio costo

A los 150 días se estimó la producción total el rendimiento acumulado de cada parcela a partir de la información del agricultor por tratamiento.

Los costos de producción de cada tratamiento se estimaron a partir de los datos de gastos de cada aplicación por tratamiento, el número de tratamiento y la superficie tratada, dosis y el precio de cada producto Posteriormente se estimó el beneficio/costo de cada tratamiento teniendo en cuenta la producción, el rendimiento y el precio de venta de la fresa (1.800 \$/kg) contra el costo.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza con todas las variables en los diferentes muestreos (excepto las económicas) una vez comprobado el supuesto de normalidad por la prueba de Kolmodorov Smirnov. Se compararon las medias por la prueba de Tukey, con un 5% probabilidad de error.

Se realizó un análisis correlación y regresión entre la concentración foliar de fósforo al final del experimento por parcela como variante independiente, y la Incidencia y la Severidad de los síntomas en la última evaluación del experimento como variables independientes. Para estos análisis estadísticos se empleó el paquete estadístico SPSS o ASSISTAT

7. Resultados y discusión

7.1 Reconocimiento en porcentaje de la incidencia y severidad de deficiencia de fósforo del cultivo de fresa en seis veredas del municipio de Pamplona

Los muestreos para determinar la incidencia y severidad de los síntomas de deficiencia de fósforo en el cultivo de la fresa en las principales veredas donde se siembra este cultivo en Pamplona arrojó que las veredas con menos incidencia de síntomas deficiencia de fósforo fueron Chichira con un 22,80 % y El Rosal 23,75 %. Las veredas con mayor incidencia fueron Jurado con 40,71% y Cariongo con un 46,09%, aunque la incidencia de esta sintomatología en las veredas Monteadentro y Alto Grande no se diferenció de Jurado. La severidad de deficiencia de fósforo resultó mayor en la vereda Cariongo con 23,09 en relación con el resto de las veredas que no difirieron estadísticamente entre sí y oscilaron entre 4,80 y 13,91% (Tabla 2).

Se pudo determinar que el municipio de Pamplona tiene una incidencia ponderada de 37,59% y una severidad ponderada de síntomas de deficiencia de fósforo de 12,34%.

Tabla 2. *Incidencia y severidad de la deficiencia de Fósforo por veredas (%)*

Incidencia y severidad de la deficiencia de fósforo por veredas (%)		
	INC (%)	SEV (%)
Veredas		
Chichira	22,80c	4,80 b
Monte Adentro	36,43bc	8,57 b
El Rosal	23,75 c	6,00 b
Alto Grande	38,36 bc	13,91 b
Cariongo	46,09 a	23,09 a
Jurado	40,71 ab	10,93 b
Municipio de Pamplona	37,59	12,34

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

Datos tomados en tres fincas de cada vereda (Fuente: Propia)

Se observo de manera cualitativa en el campo que los cultivos de menor incidencia y severidad eran de menor edad o mejor asistidos con prácticas agronómicas, ya que este

municipio en general presenta suelos ácidos lo cual hace que el elemento fósforo no se encuentre disponible para que las plantas lo asimilen.

Las variedades de mayor porcentaje de incidencia fueron la variedad Albión con 52,71% y Festival, y las de menor incidencia Monterrey con 24,65% y Sabrina con 26,00%, aunque las variedades Ventana y Camino Real no se diferenciaron de estas dos últimas. Para el caso de la severidad de las variedades Ventana con 18,14% y Albión con 18,20% fueron las que mayor severidad de los síntomas por deficiencia de este elemento presentaron, señal de que son variedades con mayor dificultad para asimilar este nutriente. Las variedades Monterrey (5,52%) y Sabrina (6,00%), fueron las que menos severidad de los síntomas de deficiencia de fósforo presentaron, aunque las variedades Ventana y Albión no se diferenciaron de estas ni de las que presento mayor severidad (Tabla 3).

Tabla 3. *Incidencia y severidad de la deficiencia de Fósforo por variedades (%)*

Incidencia y severidad de la deficiencia de Fósforo por variedades (%)		
Variedades	% Inc	%Sev
Albión	52,71 a	18,20 a
Ventana	38,29 bc	18,14 a
Camino Real	36,75 bc	10,50 ab
Festival	44,25 ab	11,00 ab
Monterrey	24,65 c	5,52 b
Sabrina	26,00 c	6,00 b

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

Datos tomados de las 18 fincas encuestadas (Fuente: Propia)

Los resultados pusieron de manifiesto que la incidencia y severidad de los síntomas por deficiencia de Fósforo en Pamplona varían entre las veredas y entre las diferentes variedades.

No existen reportes en literatura si las variedades presentan diferentes respuestas para la absorción de fósforo, porque la estadística de los datos tomados en campo nos muestra que las variedades Albión, Festival y ventana presentan mayor incidencia y severidad de la deficiencia

de P. posiblemente pueda que estas variedades requieran de otras condiciones para no carecer de este elemento.



Figura 2 Toma de datos de la incidencia y severidad de la deficiencia de fósforo en las veredas. (Fuente: Propia)

Los estudios físico químico de suelos no se lograron obtener o brindar este tipo de información por los agricultores, ya que solo dos fincas tenían estudio, pero en el año 2010 fue realizado para el cultivo de papa, los cultivadores actuales de fresa de esos mismos lotes no los presentaron, por el argumento que el suelo ya cambio condiciones.

7.2 En evaluación de las alternativas biológicas para suplir la carencia de fósforo en el cultivo de fresa bajo manejo de alternativas orgánicas

Ocho días antes de iniciar la aplicación de los productos a cada tratamiento se realizó una aplicación de Materia Orgánica a los tratamientos delimitados para la evaluación de los biopreparados y al testigo con una dosis de 400kg/ha.



Figura 3 Aplicación de materia orgánica en el experimento de comparación de los biopreparados. (Fuente: Propia)

Los datos tomados a la cuarta semana de haber iniciado la aplicación de los productos se detectaron con menor incidencia de los síntomas de carencia de fósforo los tratamientos de los biopreparados P₁, M₆, MM, B. meconio, P₂, el tratamiento con P₂O₅, y el testigo sin tratamiento que no difirieron estadísticamente entre sí. El tratamiento de mayor nivel de incidencia fue Caldo Rizósfera, aunque B. meconio y P₂ no se diferenciaron de este. En la variable severidad de la carencia de P en ese momento no se observó diferencia entre los tratamientos y el testigo (Tabla 4).

Tabla 4. *Incidencia y severidad de los síntomas de deficiencias de P en los diferentes tratamientos en el primer muestreo de 17 de junio del 2017*

		Semana 4			
Tratamientos		Incidencia (%)		Severidad (%)	
1	Testigo	70,0	b	27,5	a
2	P ₁	72,5	b	30,5	a
3	P ₂	82,5	ab	29,5	a
4	MM	70,0	b	23,0	a
5	Caldo rizosfera	87,5	a	29,5	a
6	B. meconio	75,0	ab	30,5	a
7	M ₆	67,5	b	22,5	a
8	P ₂ O ₅	72,5	b	24,0	a
Coefic. de Variación (%)		1,00		1,53	
Error Típico		0,07		0,07	

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

Datos tomados en bloques al azar en cada uno de los tratamientos (Fuente: Propia)

En el muestreo de la semana 8 la incidencia de los síntomas de carencia Fósforo fue menor en Los tratamientos Caldo Rizósfera y M6 se diferenciaron del testigo, el biopreparado P1 y del tratamiento con P₂O₅, mientras que los tratamientos MM y P2 quedaron intermedios al no diferir de los de mayor y menor incidencia. En cuanto la severidad se observó una situación similar, los tratamientos de menor nivel los fueron Caldo Rizósfera y M6 y los de mayor nivel el testigo, P1 y P₂O₅, mientras que los tratamientos MM y P2 quedaron intermedios (Tabla 5).

Tabla 5. *Incidencia y severidad de los síntomas de deficiencias de P en los diferentes tratamientos en el segundo muestreo el 15 de julio del 2017*

		Semana 8			
Tratamientos		Incidencia		Severidad	
		%		%	
1	Testigo	77,5	a	30,0	a
2	P ₁	65,0	abc	22,0	abc
3	P ₂	52,5	bc	19,0	bcd
4	MM	50,0	bc	18,5	bcd
5	Caldo rizosfera	42,5	c	13,0	cd
6	B. meconio	80,0	a	25,5	ab
7	M ₆	52,5	c	14,0	d
8	P ₂ O ₅	72,5	ab	24,5	ab
Coefic. de Variación (%)		2,01		0,96	
Error Típico		0,09		0,05	

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

Datos tomados en bloques al azar en cada uno de los tratamientos (Fuente: Propia)

En el tercer muestreo en la semana 12 de haber iniciado las aplicaciones los tratamientos con menor incidencia resultaron Caldo Rizósfera y M₆, aunque P₂ y el testigo no se diferenciaron de estos y el de mayor incidencia fueron P₂O₅, B. meconio, P₁ y MM que no se diferenciaron entre sí.

En cuanto al porcentaje de severidad Caldo rizosfera (10%) y M₆ (10%) presentaron los menores niveles, aunque P₂ no se diferenció de estos y los tratamientos de mayores niveles de severidad fueron MM y P₁ y P₂O₅, aunque P₂ y el testigo no se diferenciaron de estos (Tabla 6).

Tabla 6. *Incidencia y severidad de los síntomas de deficiencias de P en los diferentes tratamientos en el tercer muestreo el 12 de agosto del 2017*

Semana 12					
Tratamientos		Incidencia		severidad	
		%		%	
1	Testigo	82,5	bcd	24,0	ab
2	P ₁	77,5	abc	33,0	a
3	P ₂	80,0	bcd	27,5	abc
4	MM	90,0	ab	33,5	a
5	Caldo rizosfera	35,0	cd	10,0	c
6	B. meconio	95,0	ab	34,0	a
7	M ₆	37,5	d	11,0	bc
8	P _{2O5}	100,0	a	38,5	a
Coefic. de Variación (%)		6,27		2,48	
Error Típico		0,18		0,08	

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

Datos tomados en bloques al azar en cada uno de los tratamientos (Fuente: Propia)

En el cuarto muestreo de la semana 16 la incidencia de los síntomas de carencia Fósforo fueron menores en los tratamientos Caldo Rizósfera y M6 que se diferenciaron del testigo y del resto de los tratamientos, mientras que los mayores niveles de incidencia lo mostraron el testigo, el biopreparado P1, el B. de meconio, MM y el tratamiento de P_{2O5}, aunque P2 se diferenció del testigo ni del tratamiento con P_{2O5}. En cuanto la severidad se observó una situación similar, los tratamientos de menor nivel los fueron Caldo Rizósfera y M6 que se diferenciaron del resto de los tratamientos. Le siguieron en segundo orden P_{2O5} y P2 que se diferenciaron del resto de los tratamientos excepto de MM, mientras que los que mayor severidad presentaron fueron el Testigo, MM y B. de meconio que no se diferenciaron entre sí (Tabla 7).

Tabla 7. *Incidencia y severidad de los síntomas de deficiencias de P en los diferentes tratamientos en el cuarto muestreo el 09 de agosto del 2017*

Semana 16					
Tratamientos		Incidencia		Severidad	
		%		%	
1	Testigo	95,0	a	46,0	a
2	P ₁	85,0	ab	30,5	bc
3	P ₂	77,5	b	25,0	c
4	MM	87,5	ab	41,0	abc
5	Caldo rizosfera	40,0	c	12,0	d
6	B. meconio	95,0	ab	39,0	ab
7	M ₆	37,5	c	8,0	d
8	P ₂ O ₅	95,0	a	27,0	c
Coefic. de Variación (%)		2,41		1,63	
Error Típico		0,12		0,07	

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

Datos tomados en bloques al azar en cada uno de los tratamientos (Fuente: Propia)

En el quinto muestreo de la semana 20 la incidencia de los síntomas de carencia fósforo fueron menores en los tratamientos Caldo rizosfera y M₆ que se diferenciaron del testigo y del resto de los tratamientos. Los mayores niveles de incidencia los presentaron el testigo y el tratamiento P₂O₅, mientras que los biopreparados P₁, P₂, MM y el B. de meconio quedaron intermedios al diferir de los dos tratamientos de mayores valores de incidencia y de los menores. En cuanto la severidad se observó que los tratamientos de menor nivel los fueron Caldo rizósfera y M₆ que se diferenciaron del resto de los tratamientos. Le siguieron en segundo orden P₂O₅ y P₁, aunque P₂ no se diferenció de este último. Los tratamientos de mayor severidad fueron B. de meconio y el Testigo que no se diferenciaron entre sí, aunque el B. de meconio no se diferenció de MM (Tabla 8).

Tabla 8. *Incidencia y severidad de los síntomas de deficiencias de P en los diferentes tratamientos en el quinto muestreo el 07 de octubre del 2017*

		Semana 20			
Tratamientos		Incidencia		Severidad	
		%		%	
1	Testigo	100,0	a	63,5	a
2	P ₁	95,0	b	37,0	de
3	P ₂	92,5	b	42,0	cd
4	MM	92,5	b	48,5	bc
5	Caldo rizosfera	32,5	c	7,0	f
6	B. meconio	95,0	b	55,5	ab
7	M ₆	30,0	c	6,0	f
8	P ₂ O ₅	85,0	a	26,5	e
Coefic. de Variación (%)		1,08		0,99	
Error Típico		0,08		0,05	

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

Datos tomados en bloques al azar en cada uno de los tratamientos (Fuente: Propia)

Los biopreparados Caldo Rizósfera y M₆ dieron como respuesta un mejor potencial para sustituir la carencia de fósforo porque su producción se realiza a partir de microorganismos eficientes (Castellanos et al. 2017) que permiten solubilizar mejor los elementos para que la planta los absorba con mejor facilidad. Estos autores demostraron que los bioproductos Caldo Rizósfera y M₆ contienen hongos, actinomicetos y bacterias capaces de solubilizar el fósforo.

La diferencia que se fueron presentando desde los primeros muestreos hasta que se finalizó el ensayo (cuatro meses), puso de manifiesto que en los mejores tratamientos, los biopreparados M₆ y Caldo Rizósfera, disminuyó la incidencia de deficiencia de fósforo en 37,5% y 55% respectivamente. En el reto de los tratamientos biológicos y el químico, así como en el testigo aumentó de incidencia entre 10 % 30% por lo que no resultaron eficaces. De igual forma la severidad de los síntomas disminuyeron en M₅ y Caldo Rizósfera en 16 % y 22% y aumentó en el resto de los tratamientos, reafirmado lo observado con la incidencia de los síntomas (Tabla 9).

Tabla 9. *Diferencia de la incidencia y la severidad entre los 150 días y los 30 días después de aplicación de los productos.*

Tratamientos		Diferencia 150-30 días	
		Incidenci	Severida
		a	d
		(%)	(%)
1	Testigo	+30	+36
2	P ₁	+22,5	+6,5
3	P ₂	+10	+12,5
4	MM	+22,5	+25,5
5	Caldo rizosfera	-55	-22,5
6	B. meconio	+20	+25
7	M ₆	-37,5	-16,5
8	P ₂ O ₅	+12,5	+2,5

signo + cuando aumentó el valor y signo – cuando bajó el valor. (Fuente: Propia)

La dinámica de variable incidencia en el tiempo durante el transcurso del experimento puso de manifiesto que las curvas de los biopreparados de Caldo Rizósfera y M₆ tuvieron una tendencia a la disminución descendiendo desde más de 60% de incidencia a 30%, mientras que los demás tratamientos las curvas se mantuvieron oscilando con una tendencia ligera al aumento de forma similar al testigo demostrando que no fueron eficaces para suplir la carencia de fósforo (Figura 3).

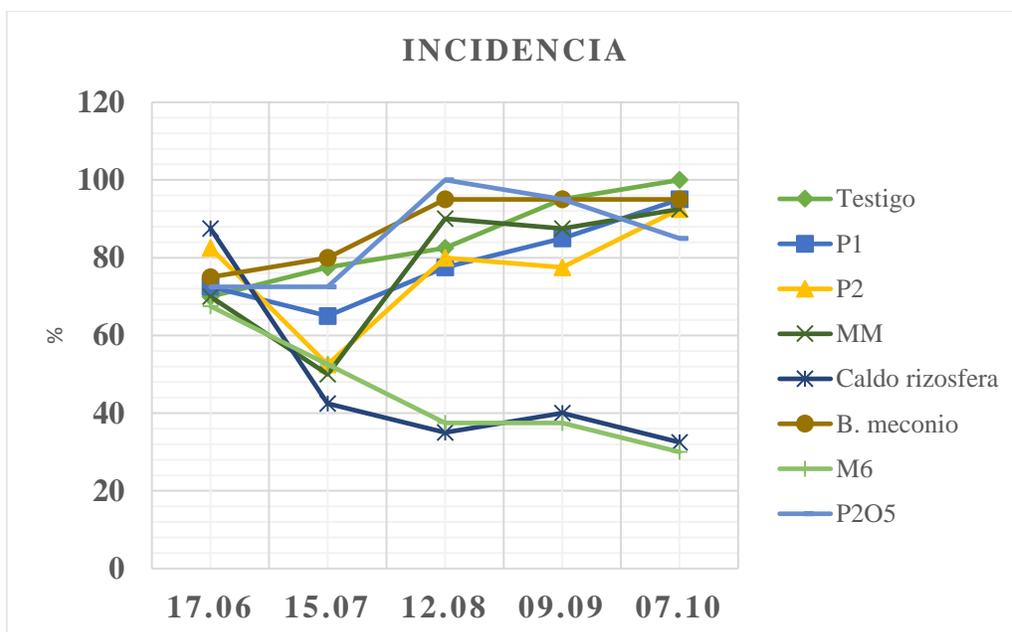


Figura 4 Dinámica de la Incidencia los síntomas de deficiencia de P en los tratamientos en los diferentes muestreos realizados. (Fuente: Propia)

La dinámica de variable severidad de los síntomas en el tiempo, durante el transcurso del experimento mostró una situación similar a la incidencia, ya que las curvas de los biopreparados de Caldo Rizósfera y M₆ manifestaron una tendencia a la disminución reduciéndose desde valores mayores a 20 % hasta valores entre 10 y 11% , mientras que en los demás tratamientos las curvas se mantuvieron oscilando con una tendencia al aumento, siendo más pronunciada la pendiente en el testigo, ratificando que solo Caldo Rizósfera y M₆ fueron eficaces para suplir la carencia de fósforo (Figura 4).

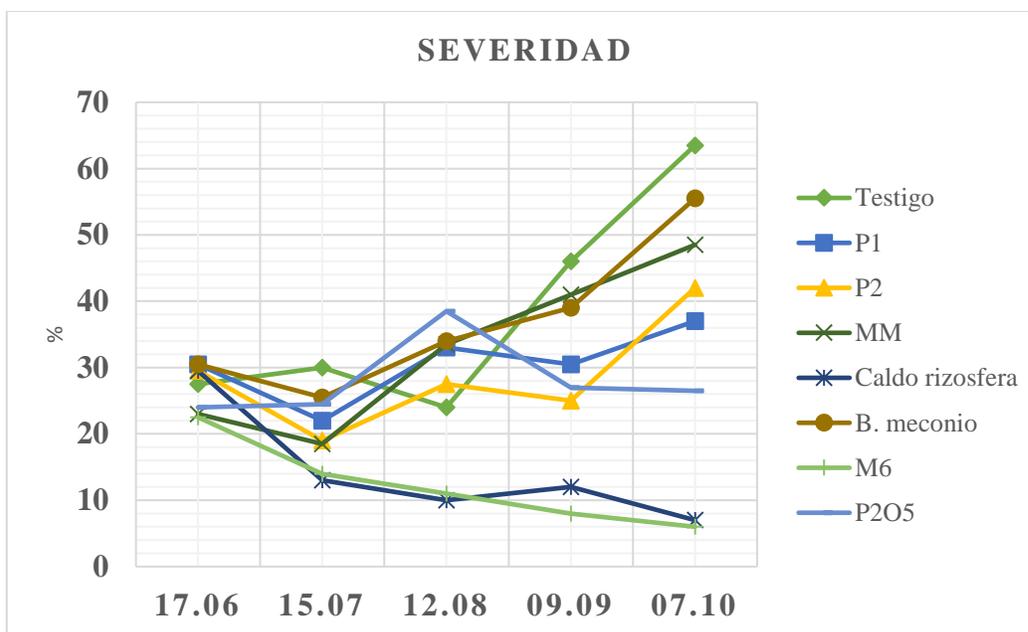


Figura 5 Dinámica de la severidad de los síntomas de deficiencia de P en los tratamientos en los diferentes muestreos realizados. (Fuente: propia)

En cuanto a las variables de incidencia y severidad se presentaron diferencias en dos biopreparados Caldo Rizósfera y M₆ siendo los mejores resultados, presentando diferencia estadística comparada con el tratamiento químico convencional y testigo siendo el que la deficiencia de Fósforo aumento en gran escala en porcentaje de las variables.

La evaluación total durante cinco meses de aplicar los productos orgánicos y un químico en cada tratamiento y cuatro meses de toma de datos se logró verificar que en cada recuento los biopreparados presentan mejores beneficios en cuanto a sustituir las necesidades de P y los costos son más rentables comparados con el químico, también confrontados con el testigo es mejor hacer la aplicación de los productos orgánicos.

Al cultivar con el método orgánico es bueno ya que los productos implementados para esta técnica son de origen natural, siempre estando de la mano los microorganismos presentes, al hacer uso de ellos se inicia con una mejora de los suelos, ya que han sido explotados de manera indiscriminada con productos químicos, los cuales tienen un precio elevado en el mercado y

además dejan trazas en las cosechas, causando daños fuertes en el medio ambiente por el uso indiscriminado por los agricultores

En el 2010 se realizó un trabajo comparando cultivo de fresa con manejo orgánico y otro con manejo químico ambos bajo invernadero, el cual se obtuvo como resultado durante 6 meses el manejo orgánico siendo el mejor porque los micro orgánicos eficientes duran más tiempo permitiendo la asimilación de los elementos nutricionales, mientras que el químico con el sistema de riego de hacia un lavado por escorrentía (Chiqui & Lema, 2010)

Los biopreparados Caldo Rizósfera y M₆ manifestaron los mayores valores de concentración de fósforo en el área foliar, demostrando diferencias con el testigo y con los demás tratamientos. Las menores concentraciones se obtuvieron para el testigo, P₁ y P₂O₅, mientras que los tratamientos P₂, MM y B. meconio presentaron un resultado intermedio de mg/Kg de la concentración de fósforo (Tabla 10).

Tabla 10. *Concentración de fósforo en el área foliar en cada tratamiento*

Concentración de fósforo	
Tratamiento	mg/Kg de peso de P₂O₄ (ppm)
Testigo	9,5 c
P ₁	17,7 c
P ₂	21,2 bc
MM	22,09 bc
Caldo rizósfera	35,3 a
B. meconio	21,3 bc
M ₆	33,3 ab
P ₂ O ₅	16,7 c
Coeficiente de Variación (%)	20,01
Error Típico	2,68

Datos de la concentración de fósforo de la media para cada tratamiento tomada de los bloques al azar (Fuente: Propia)

Estos resultados demuestran que bajo las condiciones de los suelos en estudio el P_2O_5 químico no resuelve la fertilización fosfórica, en primer lugar por lo bajo del pH que fija al Aluminio y al hierro, en segundo lugar por la concentración baja de materia orgánica y el posible lavado de P_2O_5 por las lluvias frecuentes durante la etapa del experimento, a diferencia de algunos de los otros tratamientos en que se favoreció la eficiencia de la absorción de P del suelo cuando se aplicaron microorganismos solubilizadores de P, presentes en M6 y Caldo Rizósfera (Castellanos et al., 2017), así la materia orgánica aplicada, que permitían condiciones apropiadas para su desarrollo y función benéfica.

Se determinó un coeficiente de correlación significativa y negativa de 0,76 para la relación concentración de P en el área foliar - incidencia y significativa y negativa de 0,70 para la relación concentración de P en el área foliar – severidad al final del experimento. Se obtuvieron modelos de regresión lineales de la concentración de P en función de la incidencia y severidad de los síntomas de deficiencias de P con coeficientes de determinación mayor de 0,5 (Tabla 11), o sea, que permiten explicar la variable dependiente de las independiente con un 50% o más de confiabilidad, que si no es alto, da una medida de las relaciones que pudieran establecerse a futuro para que los agricultores puedan estimar los niveles de P en la parte aérea del cultivo de fresa en función de la manifestación de los síntomas y tomar acciones para corregir la carencia.

Tabla 11. *Resultados de análisis de correlación y regresión entre concentración de fósforo y la incidencia y severidad de los síntomas de la deficiencia de P al final del experimento*

Variable		Coeficiente de correlación	Coeficiente de determinación	Modelo
Dependiente	Independiente			
Concentración de fósforo (C)	Incidencia (I)	0,76	0,57	$C=45,44-10,04(I)$
	Severidad (S)	0,70	0,50	$C=38,82-13,66(S)$

Datos de las variables de la concentración de fósforo en cuanto a la correlación y determinación de cada independiente (Fuente: Propia)

La aplicación de los productos biológicos y el químico y las demás prácticas agronómicas requieren de tiempo e inversión económica, para esto se incrementó una demanda de \$25.000 fijos por cada tratamiento, los costos de los biopreparados orgánicos oscilaron entre \$34.000 y \$42.500 durante todo el tiempo de aplicación. El tratamiento más costoso del experimento fue P_2O_5 con \$81.600, siendo el Testigo el más barato ya que solo se hizo el saneamiento y no se realizaron aplicaciones (Tabla 12)

Tabla 12. *Costos totales de cada uno de los tratamientos*

Costos de la aplicación de los productos en el experimento							
Denominación del Tratamiento	kg o L de producto (\$)	Dosis/ bomba de 20 L	Costos por aplicación (\$)	# de aplicaciones	Total, costos de productos (\$)	Otros costos en tratamiento (\$)	Total, costos (\$)
TESTIGO	-	0	-	0	-	25.000	25.000
P₁	4.000	0,6	2.400	17	40.800	25.000	65.800
P₂	4.000	0,6	2.400	17	40.800	25.000	65.800
MM	2.500	1	2.500	17	42.500	25.000	67.500
Caldo rizosfera	2.500	1	2.500	17	42.500	25.000	59.000
B. meconio	5.000	0,4	2.000	17	34.000	25.000	65.800
M₆	4.000	0,6	2.400	17	40.800	25.000	50.500
P₂ O₅	24.000	0,2	4.800	17	81.600	25.000	106.600

Los costos de cada tratamiento fueron tomados de la compra de los biopreparados y el químico y la mano de obra empleada durante la aplicación de los mismos. (Fuente: Propia)

Los ingresos en caja fueron mínimos para el Testigo, ya que la cosecha promedió 4 kg de frutilla por mes, para un total de \$28.000, siendo el tratamiento de menor producción y rendimiento. Los tratamientos de los productos biológicos que mostraron mejores resultados en cuanto a las variables de incidencia y severidad fueron los que lograron mejores producciones: el Caldo Rizósfera y M₆ (Tabla 13).

Tabla 13. *Beneficios que se obtienen con cada uno de los tratamientos*

Beneficios de la aplicación de los productos en el experimento				
Denominación del Tratamiento	kg de frutilla/mes	meses en tratamiento	beneficios	
			precio del kg fruta(\$)	total beneficio (\$)
TESTIGO LIMPIO	3,5	4	1.800	25.200
P₁	14	4	1.800	100.800
P₂	13	4	1.800	93.600
MM	13	4	1.800	93.600
Caldo rizosfera	16	4	1.800	115.200
B. meconio	14	4	1.800	100.800
M₆	15,5	4	1.800	111.600
P₂ O₅	15	4	1.800	108.000

Datos obtenidos según la información del productor dueño del cultivo evaluado (Fuente: Finca los Camachos, ;2017)

La diferencia de costo y beneficio en el flujo de caja en el tiempo de aplicación de los productos orgánicos y químico, se identificó que el testigo presentó las mínimas ganancias, los mejores resultados se obtuvieron de los tratamientos biopreparados de Caldo Rizósfera y M₆ (con ganancias entre 56 y 61 pesos / tratamiento) sin embargo el tratamiento químico presentó menos ganancias que estos dos tratamientos biológicos, de esta manera se convierten en los más rentables a la vez que sustituyen la deficiencia de fósforo (Tabla 14)

Tabla 14. *Relación beneficio/ Costo de cada tratamiento.*

Costo beneficio de cada tratamiento			
Denominación del Tratamiento	Total costos (\$)	Total beneficio (\$)	Total ingreso caja en 166,4 m ² (\$)
Testigo	25,000	25,200	200
P₁	65,800	100,800	35,000
P₂	65,800	93,600	27,800
MM	67,500	93,600	26,100
Caldo rizosfera	59,000	115,200	56,200
B. meconio	65,800	100,800	35,000
M₆	50,500	111,600	61,100
P₂ O₅	106,600	108,000	1,400

Datos obtenidos de cada tratamiento del costo y el beneficio durante 4 meses con una edad de 2 años de establecido el cultivo (Fuente: Propia)

En un trabajo comparando con cultivos de Fresa con manejo orgánico y otro con manejo químico ambos bajo invernadero fueron más costoso el manejo orgánico, pero con la producción se recompensa lo invertido (Chiqui & Lema, 2010).

Se realizó un trabajo de microorganismos benéficos como biofertilizantes en tomate, causando efectos positivos del estado nutricional de las plantas, aumentando en un 11% comparados con el testigo, obteniendo un gran nivel en las raíces de rizosfera (Alfonso, Leyva, & Hernández, 2005).

En un diseño experimental comparando tres formas de fertilizar el cultivo de fresa bajo invernadero, una química, otra orgánico-mineral y la última orgánica. Presentando mejores resultados el experimento de orgánico-mineral en cuanto a crecimiento de corona, número de estolones, frutos y hojas. Comparados con los demás ensayos (Romero et al, 2012).

Conclusiones

1. Las veredas presentaron variaciones en cuanto a los niveles de deficiencias de fósforo, resultando con menor incidencia de síntomas de esta deficiencia Chíchira 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.
2. Las variedades Albión y Festival mostraron mayor porcentaje de incidencia de la deficiencia de P, siendo menor en Monterrey y Sabrina, mientras que las variedades Albión y Ventana presentaron mayor severidad de los síntomas por deficiencia de este elemento, y Monterrey y Sabrina fueron las de menores niveles de severidad.
3. De los seis productos orgánicos y el químico probados, se comprobó que Caldo Rizósfera y M₆ presentaron mejor respuesta en cuanto a disminuir la incidencia y severidad de la deficiencia de fósforo, comparados con el testigo y los demás tratamientos.
4. Los tratamientos Caldo Rizósfera y M₆ se destacaron con relación a la mayor concentración de fósforo foliar, variable que demostró una correlación negativa y significativa con la incidencia y la severidad de los síntomas de la deficiencia de fósforo en los diferentes tratamientos al finalizar el experimento.
5. El balance económico demostró que el uso de alternativas orgánicas de fertilización para la carencia de fósforo en el cultivo de fresa es rentable, ya que los tratamientos Caldo Rizósfera y M₆ obtuvieron mayor relación beneficio/costo que el estándar químico y el testigo.

Recomendaciones

1. Se recomienda validar en áreas más extensas del cultivo de la fresa el empleo de los bioproductos M6 y Caldo rizosfera como alternativas orgánicas para suplir las deficiencias de fósforo en este cultivo acompañado con la aplicación de Materia Orgánica.
2. Continuar los estudios de los biopreparados que produce ASPAGRO en otros cultivos donde se presentes dificultades con la disponibilidad del fósforo con énfasis en M6 y Caldo Rizósfera, en aras de incorporar nuevas alternativas locales no químicas a la producción agrícola en el municipio de Pamplona.
3. Divulgar los presentes resultados en talleres con agricultores, días de campo y otras actividades de extensionismo, así como en eventos científicos y revistas especializadas.

Referencias bibliográficas

- Acosta, A. (2013). 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. *Bachelor's thesis*, 88-98.
- Agronet. (Diciembre de 2016). *Ministerio de agricultura* . Obtenido de Evaluaciones Agropecuarias Municipales: <http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx>
- Alfonso, E., Leyva, A., & Hernández, A. (2005). Microorganismos benéficos como biofertilizantes eficientes para el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill). *Revista colombiana de Biotecnología*, 47-54.
- Álvarez, 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, desde la provincia de El Oro. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 34-55.
- Álvarez, S., Fajardo, S., Patiño, J., Taborda, D., & Velásquez, S. (2014). Manual del Cultivo de Técnico Fresa Buenas Prácticas Agrícolas. Cartilla de buenas prácticas agrícolas. En s. f. valderrama, *Manual del Cultivo de Técnico Fresa Buenas Prácticas Agrícolas*. (pág. 112). Medellín: Forero, D.G. (2002). Poscosecha hortofrutícola. Bogotá: editorial UNAD.
- Arenas, J., Melero, J., & López, H. (2016). Biocontrol de la podredumbre de raíz y corona de plantas de fresa *Trichoderma* spp. *Revista chilena de pediatría*.
- Barba, R. (2016). Producción de fresa sin suelo: Situación actual y perspectivas.
- BID, B. I. (2009). Manual Práctico de Uso de EM. Convenio Fondo Especial de Japón. *BID ATN/JO-10792 UR. Uruguay.*, 35.

- BTI. (2015). Nutrición del cultivo de caña de azúcar y uso eficiente de fertilizantes. *Boletín técnico informativo del sector caña de azúcar*, 11.
- Calderón, G., Jaen, D., & Rodríguez, G. (2012). Capacidad de propagación y calidad de planta de variedades mexicanas y extranjeras de fresa. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*, 113-123.
- Cámara, V. (2017). Diseño y construcción de un sistema de ductos para la climatización zonificada de un invernadero de fresa. *Cimar*, 76-93.
- Cano, M. A. (2013). Estrategias biológicas para el manejo de enfermedades en el cultivo de fresa (*Fragaria spp.*). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 263-276.
- Carrillo, M. (2017). Caracterización florística y estructural del bosque seco tropical del Cerro Tasajero, San José de Cúcuta (Norte de Santander), . *Actualidades biológicas*, 55-73.
- Carvajal, L. M. (2012). Capacidad antioxidante de dos variedades de *Fragaria x ananassa* (Weston) Duchesne (fresa) sometidas a variaciones en la nutrición vegetal. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 56-60.
- Casierra, F. (2011). Crecimiento y eficiencia fotoquímica del fotosistema ii en plantas de fresa (*fragaria sp.*) afectadas por la calidad de la luz: implicaciones agronómicas. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 43-53.
- Casierra, F., & Poveda, 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*). *Revistas Científicas de América Latina y el Caribe*, 283-289.
- Castellanos, L., Céspedes, N., A, S., J, J., & L, N. (2017). Caracterización microbiológica de cinco biopreparados artesanales. . *Revista Científica Agroecosistemas*, 5 (2): n-n, (en prensa).

- 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. *Agornomia Costarriense*, 21-36.
- Cazanga, R., & Leiva, C. (2013). Antecedentes técnicos y económicos para la producción de Berries y Pistachos en la Región del Maule. *Universidad catolica de maule*.
- Chicaiza, j. (2015). Determinación de los parametros físico-químicos y microbiológicos de la fresa (*fragaria vesca*) variedad oso grande como base para el establecimiento de la norma de requisitos. *dspace.uniandes.edu.ec*, 101.
- Chiqui, F., & Lema, M. (2010). Evaluación del rendimiento en el cultivo de fresa (*Fragaria sp*) variedad oso grande, bajo invernadero mediante dos tipos de fertilización (orgánica y química) en la parroquia Octavio Cordero Palacios, Cantón Cuenca (Bachelor's thesis). *Universidad politecnica saleciana*, 68-79.
- CONSORNOC. (2010). *Contribuyendo desarrollo regional en Pamplona Norte de santander*. Pamplona: consornoc.
- Contreras, C., & Rosales, L. (2014). Incidencia de Infecciones Virales Mezcladas en un Área de Producción de Fresa en Guanajuato, México. *Revista mexicana de fitopatología*, 12-25.
- 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*.

- Estrada, E., & Iris, L. (2011). Respuestas bioquímicas en fresa al suministro de fósforo en forma de fosfito. *Revista Chapingo. Serie horticultura*.
- Félix, J., & Sañodo, R. (2008). Importancia de los abonos orgánicos. . *Ra Ximhai: revista científica de sociedad, cultura y desarrollo sostenible*, , 57-68.
- Flores, W., Chico, J., & Cerna, L. (2015). Actividad antagónica in vitro de *Clonostachys*. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Biológicas.*, 34-42.
- Gallardo, S., Salazar, E., Salas, O., & Martínez, J. (2016). Incidencia de Especies de Hemípteros en Fresa Bajo Dos Sistemas de Cultivo en Irapuato, Guanajuato, México. *Southwestern Entomologist*, 547-560.
- García, L., Lara, C., & Oviedo, L. (2011). Efecto biofertilizante del preparado: residuos vegetales -bacteria nativa diazótrofa, sobre las variables biométricas en plántulas de *Rhapanus sativus*. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 156-162.
- García, R. (2013). Efecto de diferentes fuentes de fertilización en cultivo de fresa (*fragaria x annanassa*) bajo invernadero. *Univerisdad autonoma agraria*.
- Gómes, J. (2006). Descripción del comportamiento de insectos y enfermedades asociadas al cultivo de fresa (*Fragaria spp*, L) en el municipio de la Sabana, departamento de Madriz (Doctoral dissertation, . *Universidad Nacional Agraria*, , 96-114.
- Gualdron, C., & Maldonado, B. (2017). Aproximación al caso de desarrollo local de la zona rural del municipio de Pamplona. *FACE: Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.*, 142-156.
- Guerrero, A. (2016). El crédito a partir de los recursos de las cofradías en la provincia de Pamplona, siglo XVIII. . *Anuario de Historia Regional y de las Fronteras*, 219-248.

- Lara, C., & Negrete, J. (2015). Efecto de un bioinoculante a partir de consorcios microbianos nativos fosfato solubilizadores, en el desarrollo de pastos Angleton (*Dichantium aristatum*). *evista Colombiana de Biotecnología*, 122-130.
- 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* .
- León, L., Guzmán, D., & García, J. (2014). Consideraciones para mejorar la competitividad de la región " El Bajío " en la producción nacional de fresa. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 673-686.
- Londo, C. (2014). Aplicación de un biofertilizante foliar en el cultivo de frutilla (*fragaria vesca* l) en la parroquia san luis, provincia de chimborazo. *Bachelor's thesis*, 62-67.
- López, R. (2014). Las prácticas agrícolas de la Asociación Flores y Frutas de Huachi Grande y su incidencia en la calidad y productividad de fresas (*fragaria vesca*) variedad albión. (*Master's thesis*)., 150-185.
- Luna, L. (2001). Producción, uso y manejo de bioestimulantes, abonos orgánicos, acondicionadores, y biofertilizantes a partir de fuentes no convencionales. *CORPOICA*, 58.
- Marquez, J. (2001). Organización y logística del mercado fresero onubense. *Cuadernos Geográficos*, 31.
- Márquez, J. (2016). La vertebración internacional de los campos de fresas españoles. *Universidad de Huelva*, 605-628.
- Martínez, P., García, G., & Sánchez, G. (2014). Evaluacion preliminar de activadores biologicos para el compostaje de residuos de tomate. *Revista aidis*, 217-227.

- Medina, J., Pinzón, E., & Cely, E. (2016). Efecto de sustratos orgánicos en plantas de fresa (*Fragaria* sp.) cv 'Albion' bajo condiciones de campo. *Revista Ciencia y Agricultura*, 19-28.
- Mendoza, D. (2016). Control de ácaros mediante la aplicación de *Bacillus subtilis* en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca*). *Bachelor's thesis*, 55-61.
- Molina, E., Salas, R., & Castro, A. (1993). Fertilización fosfórica de la fresa (*Fragaria* x *Ananassa*, cv. Chandler). *Agronomía Costarricense*, 61-66.
- Mora, M. (2015). Efectividad de cinco biofertilizantes de bacterias solubilizadoras de fósforo en la producción de dos cereales. *Universidad autónoma agraria "Antonio Narro"*, 66.
- Moreno, W. (2011). Aplicación de dos fosfitos artesanales en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca* L.) Cevallos, Ecuador. *Universidad técnica de Ambato*, 84-93.
- Nicholls, C., Altieri, M., & Vázquez, L. (2017). Principios para la conversión y el rediseño de sistemas agrícolas. *Agroecología*, 61-72.
- Olmos, G., & Martínez, J. (2015). Potencial productivo y rentabilidad del cultivo de fresa (*Fragaria fragaria* x *Ananassa* (Weston) Duchesne) en salinas, San Luis Potosí, México. *Agroproductividad*, 85-97.
- Ortiz, G. (2015). Comportamiento de un fulvato de potasio y magnesio en la calidad de la fresa. *Universidad autónoma agraria Antonio Navarro*.
- Peréz, S. (2009). Efecto de microorganismos aplicados por fertiriego en la disponibilidad de fósforo en dos sistemas de cultivo de banano en la zona bananera del Magdalena. *Universidad nacional de Colombia sede Palmira*, 67.
- Ramos, D., & Terry, E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos tropicales*, 52-59.

- Rivadeneira, D. (2016). Evaluación de tres dosis de zeolita para optimizar el rendimiento del cultivo de Fresa (*Fragaria x ananassa*), en el cantón Tulcán provincia del Carchi. *Bachelor's thesis*, 56-72.
- Rodríguez, C. (1998). Efecto del nitrógeno, fósforo y potasio en el crecimiento y producción de plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum*). *univerisda dautonomia de nuevo leon.*, 105.
- Romero, C., Mendoza, J., Sandoval, E., & Tobar, J. (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.*, 41-49.
- Rosatto, L., Castellanos, L., Caione, G., de Mello, R., Reyes, A., & Silva, N. (2014). Solubilización de fuentes de fósforo asociadas a un compuesto orgánico enriquecido con biofertilizantes. *Agrociencia*, 489-500.
- Rubio, S., Alfonso, A., & Grijaba, C. (2014). Determinación de los costos de producción de la fresa cultivada a campo abierto y bajo macrotúnel. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 67-69.
- Serret, M., & al, e. (2016). Tolerancia de plantas de fresa (*fragaria x ananassa* duch.) premicorrizadas con rhizophagus intraradices e inoculadas con pgpr's a phytophthora capsici. *Agrociencia*, 107-121.
- Tellez, F., & Salmeron, L. (2007). Efecto de cuatro niveles de fertilización orgánica sobre tres variedades de fresa (*fragaria* spp.) en las sabanas, madríz. *Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA*, 69.
- Tenorio, R. (2015). Evaluación de la eficiencia de (*Bacillus thuringiensis*) para el control biológico de la araña roja (*Tetranychus urticae* Koch) en cultivo de fresa (*Fragaria vesca*) variedad Albión. *Núcleo Ambiental S.A.S.*, 45-62.

- Torres, L., Gálves, G., & Ruiz, C. (2001). Comparación de métodos de control de la secadera de la fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Revista Mexicana de Fitopatología*, 147-153.
- Valdés, T., & Cristina, M. (2015). La producción de la fresa (*Fragaria vesca*) en el estado de \ guanajuato. *Universidad autonoma agraria*, 93-98.
- Vázquez, G. (2008). Efecto del nitrógeno sobre el crecimiento y rendimiento de fresa regada por goteo y gravedad. *Agricultura técnica en México*, 235-241.
- Villegas, J. (2017). Producción y comercialización de fresa variedad Albión (*Fragaria ananassa*) en un área de 1200m² ubicada en el corregimiento del Queremal, municipio de Dagua– Valle del Cauca. *Universidad la SALLE*, 59-68.
- Zaqueros, J. (2017). Efecto de la Aplicación Foliar de Sulfato de Potasio en Fresa Cultivar" Albión". *Universidad autonoma antonio navarro* , 44-55.
- Zarazúa, J., Almaguer, G., & Márquez, S. (2011). Redes de innovación en el sistema productivo fresa en Zamora, Michoacán. . *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 51-60.

ANEXOS

Anexo 1 Temperatura y humedad relativa de municipio de Pamplona

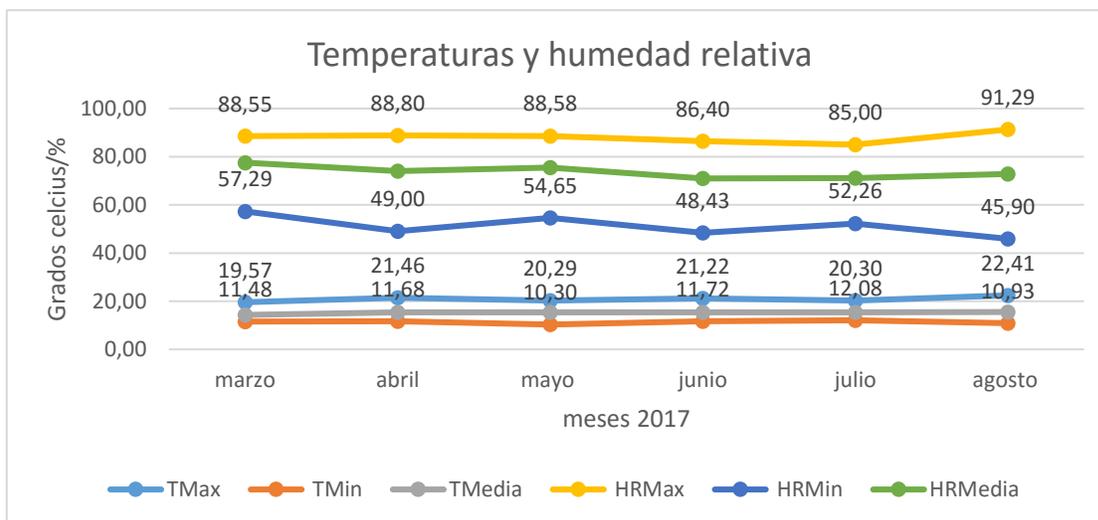


Figura 6 Temperatura y humedad relativa de municipio de Pamplona, Fuente: Propia a partir de la información de la Estación del CISVEB

Anexo 2 Precipitaciones del municipio de Pamplona

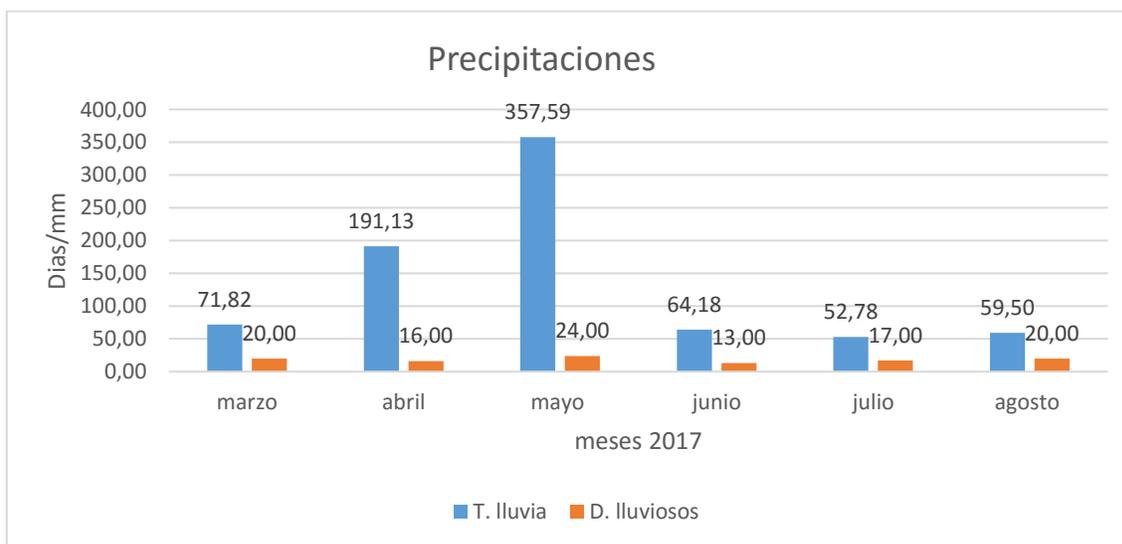


Figura 7 Precipitaciones del municipio de Pamplona Fuente: Propia a partir de la información de la Estación del CISVEB

Anexo 3 Análisis fisicoquímico de suelo del lote donde de evaluaron los biopreparados.



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
Una Universidad incluyente y comprometida con el
desarrollo integral

5 de 5

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
COORDINACION ADMINISTRATIVA DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD Y DIAGNOSTICO

Solicitante: Jorge Gonzalo Maecha Municipio: Pamplona Objeto del servicio:
Análisis fisicoquímico de una muestra de suelo Muestra tomada por: El solicitante
Fecha Recepción muestras: 09-05-2017 Fecha Entrega Resultados: 16-05-2017

RESULTADOS FISICOQUIMICOS

PARAMETRO	UNIDADES	MUESTRA SUELO
pH	Unidades de pH	5.26
CARBONO ORGANICO	%	6.82
NITROGENO	%	0.58
FOSFORO	mg/kg	2.40

Analista Químico:

Lolanda Pío los ríos

Asesor Científico:

[Firma]
Lolanda Pío los ríos



Figura 8 Análisis fisicoquímico de muestra de suelo (fuente: Laboratorio de Control de Calidad y Diagnostico)

Anexo 4 Área sembrada en el municipio de Pamplona, departamento de Norte de Santander del cultivo de fresa.



Figura 9 Área sembrada de fresa en el municipio de Pamplona. (Fuente: Agronet)

Anexo 5 Producción en el municipio de Pamplona, departamento de Norte de Santander del cultivo de fresa.



Figura 10 Producción de fresa en el municipio de Pamplona. (Fuente Agronet)

Anexo 6 Rendimiento en el municipio de Pamplona, departamento de Norte de Santander del cultivo de fresa.



Figura 11 Rendimiento en toneladas por hectárea de fresa en el municipio de Pamplona
(Fuente: Agronet)