

Determinación de la Eficiencia de los Microorganismos de Montaña como fertilizante para el cultivo de Pimentón “*Variedad Nathalie*” (*Capsicum annuum*) en el municipio de San Gil  
Santander

Francy Dayana Quintero Gómez y Prescilia Ortiz Quiroga

Trabajo de Grado para Optar el Título de Profesional en Producción Agroindustrial

Directora de Proyecto:

Jennifer Ricaurte Galvis

Ingeniera Agrícola

Universidad Industrial de Santander

Instituto de Proyección Regional de Educación a Distancia - IPRED

Profesional en Producción Agroindustrial

Bucaramanga

2022

**Dedicatoria**

*A Dios por ser nuestra base fundamental y permitirnos alcanzar nuestros propósitos  
anhelados.*

*A nuestras familias por su apoyo incondicional en todo momento.*

*A nuestros amigos por sus aportes de superación.*

### **Agradecimientos**

A Dios por ser nuestro guía en el trasegar de los días y permitirnos lograr nuestros objetivos.

A nuestros familiares y amigos que nos brindaron su ayuda.

A la universidad industrial de Santander y al grupo de tutores que hicieron parte de nuestra formación personal.

Al Ingeniero Iván Darío Porras por su cooperación y orientación para la realización de proyecto.

Con agradecimiento y cariño a la Ingeniera Jennifer Ricaurte Galvis directora de proyecto por su valorable apoyo incondicional, conocimiento, orientación y paciencia.

Al Ingeniero William Ernesto Castellanos Ladino por su colaboración y apoyo moral para culminar nuestros objetivos.

Al Ingeniero Daner Lorenzo Pinto por sus aportes y orientación para la culminación del proyecto.

**Tabla de contenido**

Introducción .....	12
1. Objetivos.....	16
1.1. Objetivo General.....	16
1.2. Objetivos Específicos.....	16
2. Marco Referencial.....	16
3. Antecedentes Investigativos.....	17
4. Marco Conceptual.....	19
4.1. Microorganismos de montaña.....	19
4.2. Abono orgánico.....	19
4.3. Sustrato. ....	20
4.4. Zona protegida. ....	20
4.5. Rizosfera. ....	20
4.6. Inoculación.....	20
4.7. Extracción. ....	21
4.8. Multiplicación.....	21
4.9. Fertilización. ....	21
4.10. Fertilización Foliar. ....	21
4.11. Plántulas. ....	21
4.12. Microbiota. ....	22
4.13. Trichoderma. ....	22
4.14. Bacillus subtilis. ....	22

4.15.	Fusarium.....	23
4.16.	Rhizoctonia.....	23
4.17.	Levaduras.....	23
4.18.	Paecilomyces.....	23
5.	Marco Legal.....	24
5.1.	Resolución No.00375 de 2004.....	24
5.2.	Decreto Ley 2811 de 1974.....	24
5.3.	Decreto 1843 de 1991.....	24
5.4.	Resolución No.1096 de 2000.....	24
5.5.	Resolución 170 de 2009.....	25
5.6.	Resolución 4174 de 2009.....	25
6.	Metodología de Investigación.....	25
6.1.	Tipo de investigación.....	25
6.2.	Enfoque.....	25
6.3.	Técnica cualitativa.....	26
6.4.	Técnica cuantitativa.....	26
6.5.	Población de estudio.....	26
6.6.	Muestra.....	26
6.7.	Método.....	26
7.	Procedimiento de aplicación de microorganismos de montaña.....	26
7.1.	Tratamiento 1 (ensayo testigo).....	26
7.2.	Tratamiento 2 (ensayo mínimo).....	27
7.3.	Tratamiento 3 (ensayo intermedio).....	27

7.4. Tratamiento 3 (ensayo máximo) .....	27
8. Obtención de microorganismos de montaña.....	28
8.1. Monitoreo.....	28
8.2. Medición en altura .....	28
8.3. Medición de grosor de tallo .....	28
8.4. Medición de frutos .....	29
9. Identificación de la Reserva Ecológica.....	29
10. Determinación de Materiales y Sustratos. ....	31
11. Siembra de las Plántulas de Pimentón Variedad Nathalie. ....	32
11.1. Preparación y Siembra del Sustrato. ....	33
12. Resultados.....	35
12.1. Objetivo 1 .....	35
12.1.1. Multiplicación. ....	36
12.2. Objetivo 2.....	37
12.2.1. Fertilización.....	38
12.2.2. Toma de Datos.....	39
12.3. Objetivo 3.....	40
13. Discusión.....	49
14. Conclusión. ....	52
Referencias Bibliográficas .....	53
Apéndices.....	57

**Lista de tablas**

<b>Tabla 1</b> Altura del Cultivo de Pimentón Variedad Nathalie. ....	41
<b>Tabla 2</b> Grosor del Tallo de las Plántulas de Pimentón Variedad Nathalie. ....	42
<b>Tabla 3</b> Promedio de Botones Florales. ....	43
<b>Tabla 4</b> Promedio de Flores en el Cultivo de Pimentón Variedad Nathalie. ....	44
<b>Tabla 5</b> Promedio en Cuajado de Fruto .....	45
<b>Tabla 6</b> Promedio en Peso de Fruto en gr .....	46

**Lista de figuras**

<b>Figura 1</b> Lugar Donde se Extraen los Microorganismos. ....	30
<b>Figura 2</b> Reserva Ecológica de los Aros, Finca Bella Vista. ....	31
<b>Figura 3</b> Materiales Utilizados. ....	32
<b>Figura 4</b> Preparación y Siembra del Sustrato. ....	33
<b>Figura 5</b> Siembra de Pimentón Nathalie. ....	34
<b>Figura 6</b> Recolección del Fruto y Peso. ....	35
<b>Figura 7</b> Multiplicación de los MM. ....	37
<b>Figura 8</b> Fertilización del Cultivo de Pimentón Nathalie. ....	38
<b>Figura 9</b> Monitoreo en el Cultivo de Pimentón Nathalie. ....	39
<b>Figura 10</b> Seguimiento al Cultivo de Pimentón Variedad Nathalie. ....	40
<b>Figura 11</b> Promedio de Altura en el Cultivo de Pimentón Variedad Nathalie. ....	41
<b>Figura 12</b> Promedio de Grosor de las Plántulas de Pimentón Variedad Nathalie. ....	42
<b>Figura 13</b> Promedio de Botones Florales en el Cultivo de Pimentón Variedad Nathalie. ....	43
<b>Figura 14</b> Promedio de Flores en el Cultivo de Pimentón Variedad Nathalie. ....	44
<b>Figura 15</b> Promedio de Cuajado de Pimentón Variedad Nathalie. ....	45
<b>Figura 16</b> Promedio en Peso de Fruto de Pimentón Variedad Nathalie. ....	47
<b>Figura 17</b> Análisis para Pruebas de Laboratorio. ....	47
<b>Figura 18</b> Determinación de los Análisis. ....	48
<b>Figura 19</b> Resultados de Análisis Microbiológico. ....	49

**Lista de apéndices**

<b>Apéndice A</b> Análisis Anova uno de Altura.....	57
<b>Apéndice B</b> Análisis Anova dos de Grosor.....	59
<b>Apéndice C</b> Análisis Anova Tres de Altura.....	61
<b>Apéndice D</b> Análisis Anova Tres Grosos de Tallo.....	63
<b>Apéndice E</b> Análisis Anova Cuatro de Altura.....	65
<b>Apéndice F</b> Análisis Anova Cuatro de Grosor de Tallo.....	67
<b>Apéndice G</b> Análisis Anova Cinco de Altura.....	69
<b>Apéndice H</b> Análisis Anova Cinco de Grosor de Tallo.....	71
<b>Apéndice I</b> Análisis Anova Seis Alturas.....	73
<b>Apéndice J</b> Análisis Anova Seis Grosos de Tallo.....	75
<b>Apéndice K</b> Análisis Anova Siete de Altura.....	77
<b>Apéndice L</b> Análisis Anova Siete de Grosor de Tallo.....	79

## Resumen

**Título:** Determinación de la Eficiencia de los Microorganismos de Montaña como fertilizante para el Cultivo de Pimentón “Variedad Natahalie” (*Capsicum annuum*) en el municipio de San Gil Santander.\*

**Autor:** Francy Dayana Quintero Gómez y Prescilia Ortiz Quiroga.\*\*

**Palabras Clave:** Reserva ecológica, Microorganismos de montaña, Biofertilización, Eficiencia, Alternativa.

### Descripción:

El presente proyecto de investigación, titulado determinación de la eficiencia de los microorganismos de montaña como fertilizante para el cultivo de pimentón variedad Natahalie (*Capsicum annuum*), en la finca Bella Vista, vereda Bejarana del municipio de San Gil, para hacer disponibles los componentes del suelo, mejorándolo en cuanto el crecimiento de sustancias de calidad ya que son hongos, bacterias, levaduras y organismos benéficos, los cuales se han encontrado en la reserva los Aros, la cual no ha sido explotada ni ha tenido ninguna aplicación de plaguicidas.

Después de obtener los microorganismos de montaña, multiplicarlos y transformarlos a estado líquido, se procede a su uso en el cultivo de pimentón para evitar la presencia de organismos dañinos en cada una de las fases agronómicas de la cosecha, asimismo aumenta y promueven el follaje, la floración y fructificación. Por lo anterior, se hace un análisis de la producción fisiológica de las plantas de pimentón cada 15 días, en la que se hizo una fertilización de tipo foliar. Según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2018) expresa que estos biopreparados facilitan el aumento de la producción, reduce el ataque de insectos, protege el estrés hídrico y mejora la coloración de los frutos, este a su vez prolongan la vida en pos-cosecha.

Además de ello la fertilización foliar de microorganismos de montaña en el cultivo de pimentón, permite rápidamente absorción de nutrientes y aumento microbiano para prevención de plagas y enfermedades.

De igual manera, el cultivo de pimentón se elige para dicha aplicación de microorganismos de montaña, por ser una hortaliza que se produce con facilidad en la zona, pues las condiciones de temperatura, suelo y luz a fin de lograr rendimientos durante el principio del cultivo, así como la etapa de floración y con la adaptación de microorganismos de montaña, se logra una eficiencia y calidad del cultivo por sus niveles de producción y de este modo por ser recomendado para que la actividad de fertilización de este tipo sea una actividad favorable para el sector rural.

---

\* Trabajo de Grado.

\*\* Universidad Industrial de Santander. Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia (IPRED) Producción Agroindustrial. Directora Jennifer Ricaurte Galvis, Ingeniera Agrícola.

### Abstract

**Title:** Determination the Efficiency of Mountain Microorganisms for fertilizer in the cultivation of Paprika Crop "Natahalie Variety" (*Capsicum annuum*) in the state of San Gil Santander.\*

**Author:** Francy Dayana Quintero Gómez and Prescilia Ortiz Quiroga.\*\*

**Key Words:** Ecological reserve, Mountain microorganisms, Biofertilization, Efficiency, Alternative.

### Description:

The present research project, entitled to determination the efficiency of mountain microorganisms as fertilizer for the cultivation of paprika variety Nathalie, in the Bella Vista farm, Bejarana village in the municipality of San Gil, to make available the components of the soil, improving it in terms of the growth of quality substances as they are fungi, bacteria, yeasts and beneficial organisms, which have been found in the Aros reserve, which has not been exploited or has not had any application of pesticides.

After obtaining the mountain microorganisms, multiplying them and transform them into liquid, they are used in the paprika crop to avoid the presence of harmful organisms in each of the agronomic phases of the harvest, as well as to increase and promote foliage, flowering, and fruiting.

Therefore, an analysis of the physiological production of paprika plants is made every 15 days, in which a foliar fertilization was made. According to the Ministry of Agriculture and Rural Development, it states that these biopreparations facilitate increase in production, reduces insect attack, protects against water stress and improves the coloration of the fruits and this in turn prolongs the post-harvest life.

In addition, foliar fertilization of mountain microorganisms in the paprika crop provides nutrients such as organic matter and microbial growth for protection against pests and diseases.

Likewise, the paprika crop is chosen for such application of mountain microorganisms, for being a vegetable that is easily produced in the area, because the conditions of temperature, soil and light in order to achieve yields during the beginning of the crop, as well as the flowering stage and with the adaptation of mountain microorganisms, an efficiency and quality of the crop is achieved for its production levels and thus for being recommended for the fertilization activity of this type to be a favorable activity for the rural sector.

---

\* Degree thesis.

\*\* Industrial University of Santander. Institute of Regional Projection and Distance Education (IPRED) Agroindustrial Production. Directora Jennifer Ricaurte Galvis, Agricultural Engineer.

## Introducción

En la producción agrícola se busca implementar sistemas de fertilización que permitan conseguir producciones con altos rendimientos obteniendo productos inocuos. La necesidad de implementar soluciones que contribuyan a minimizar la utilización indiscriminada de agroquímicos en los ciclos de desarrollo y producción. Los diferentes impactos negativos que se presentan en el medio ambiente como la erosión de suelos, contaminación de las cuencas hídricas, pérdida de microbiota y riesgo en la salud de los consumidores, por las malas prácticas de fertilización de la producción agrícola con productos químicos.

Los microorganismos de montaña (MM) han demostrado ser una alternativa eficiente y eficaz en el sector agrícola, las ventajas que se obtienen con el uso de microorganismos de montaña hallados en la naturaleza misma determinan funciones que transforman los componentes orgánicos e inorgánicos y que incorporan fácilmente macro y micronutrientes al desarrollo de las plantas. El conocimiento de los agricultores sobre esta fertilización es desconocido por la falta de información de esta nueva biotecnología que actualmente se está implementando en el sector agrícola como alternativa para la restauración de los suelos. Teniendo en cuenta que los suelos son la fuente del 95% de la producción agrícola en el mundo (OCDE y FAO, 2019).

La preocupación por el incremento en los últimos años por la baja producción agrícola y la degradación de los suelos en la finca Bella Vista, ubicada en el municipio de San Gil, nos ha generado la necesidad de llevar a cabo una investigación en la cual se pueda mejorar los suelos y a su vez los follajes para incrementar la producción agrícola de la misma, mediante la implementación de microorganismos de montaña de la reserva ecológica los aros. La inoculación

de estos organismos vivos en zonas de producción agrícola de la finca en mención tiene como fin de aumentar el nivel de cosechas mejorando la fuente de ingreso económico al propietario.

Para la realización de esta investigación se han llevado una serie de procesos desde la identificación del área protegida, sustratos a utilizar y tiempo determinado para la obtención de los microorganismos.

Teniendo como referencia las diferentes investigaciones realizadas con distintos cultivos donde se ha mostrado un amplio desarrollo en producción y calidad se ha decidido realizar esta investigación con microorganismos de esta zona donde determinaremos si, ¿Son eficientes los microorganismos de montaña extraídos de la reserva ecológica los Aros en la finca Bella Vista para la producción agrícola? La utilización de microorganismos de montaña (MM) ha potencializado la biofertilización con impactos positivos en la producción agrícola con bajo costo y sostenibilidad ambiental. Los MM se convierten en el entorno natural una investigación a cuantificar la multiplicidad de funciones agrícolas y productivas, estos hongos, bacterias y levaduras muestran su eficiencia en campo mediante sistemas científicos documentados donde se han convertido en estrategia científica y tecnológica. Es necesario aumentar la fertilización de los cultivos aprovechando que Colombia está dentro de los 7 países con alta capacidad para aumentar la producción agrícola con perspectivas de desarrollo y exportación.

FAO (2002) dice que el consumo promedio en Colombia es de 330 Kg/ha. Considerando este valor se establece el bajo aporte de nutrientes en la agricultura en el país, ya que los cultivos requieren como mínimo el doble de esa cantidad, de una manera suficiente y balanceada para alcanzar altos rendimientos en cosechas con calidad manteniendo la seguridad alimentaria.

Con relación a la ejecución del proyecto se tienen en cuenta las variables independientes como fertilización, crecimiento y desarrollo.

La fertilidad de los suelos juega un papel importante en las actividades agrícolas permitiendo mejorar los estados de desarrollo y producción, otorgando soluciones a problemas de bajo rendimiento en los cultivos, generando un cambio agrícola y ambiental, obteniendo un equilibrio ecológico amigable con el medio ambiente, conservando el planeta devolviéndole la vida que se le ha eliminado con las indebidas prácticas agrícolas que se realizan diariamente. Estos microorganismos de montaña otorgan un manejo sostenible viable para el sistema nutricional de los cultivos. Los sistemas microbianos como los MM facilitan las condiciones necesarias para los diferentes procesos agrícolas, aumentando y regenerando los diferentes nutrientes que existe obteniendo eficiencia en características de los suelos (Umaña, 2017).

La base nutricional para el crecimiento de la agricultura es el suelo, pero estos han sido deteriorados por las malas prácticas agrícolas, la biodiversidad de este es parte fundamental en los procesos de nutrición para nuestros cultivos, las cantidades de materia orgánica y las actividades microbiológicas constituidas por un hábitat que moderan el desarrollo de intercambio entre suelo y planta. Estas mezclas diversificadas de microbiología transforman sustancias desfavorables para el desarrollo de las plantas, eliminando otros microorganismos maléficos y permitiendo una rápida descomposición de materia orgánica, donde se producen células que estimulan el crecimiento de los cultivos, controlando hongos, bacterias que causan enfermedades y resistencia a las plantas. Los microorganismos de montaña nos ofrecen aceleramiento en crecimiento, desarrollo y mejoramiento de productividad con costos que benefician a los agricultores (Tanya y Leiva, 2019).

Este proyecto llevara a analizar el crecimiento, desarrollo y producción, mediante medición de altura, tallo, número de botones florales, flores, cuajado de fruto y peso de fruto, el cual será apoyado con el proceso metodológico experimental, de enfoque mixto, para la obtención de datos

que permitan el análisis de los cinco tratamientos o ensayos (testigo, mínimo, intermedio, máximo y químico) de esta manera poder identificar la eficiencia que tuvo los microorganismos de montaña, como fertilizante para el cultivo de pimentón.

## 1. Objetivos

### 1.1. Objetivo General

Determinar la eficiencia de los microorganismos de montaña como fertilizante para el cultivo de pimentón Nathalie (*Capsicum annuum*) en el municipio de San Gil Santander.

### 1.2. Objetivos Específicos

- Aumentar los microorganismos de montaña obtenidos de la reserva ecológica los Aros mediante la multiplicación benéfica en medio líquido.
- Aplicar microorganismos de montaña para la fertilización foliar en el cultivo de pimentón variedad Nathalie cada quince días.
- Evaluar el desarrollo productivo que ha tenido los microorganismos de montaña como fertilizante para el cultivo de pimentón por medio del análisis Anova.

## 2. Marco Referencial

La necesidad de mejorar los hábitos alimenticios, el cual lleva a generar investigación sobre la mejor forma de producir alimentos en bienestar de la salud humana y con ello generar rendimiento en la producción agrícola, en especial del cultivo del pimiento en la provincia Guanentina en la finca Bella Vista; se realizará un cultivo en un perímetro de 6 x 15 metros cuadrados donde se siembran 225 plántulas de pimentón “variedad Nathalie” (*Capsicum annuum*) con una distancia de 0.4 m entre planta y 1 m entre surco.

### 3. Antecedentes Investigativos

Triana (2019) realizó el Proyecto de Investigación de grado, titulado “Utilización de cuatro sustratos para la captura de microorganismos eficientes autóctonos de montaña en una zona protegida en la parroquia patricia pilar de ecuador en el año 2019”. Se usó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), que estuvo compuesto por cuatro tratamientos, cuatro repeticiones y cuatro unidades experimentales por repetición, se utilizaron un total de 64 trampas para la captura. Los microorganismos observados fueron bacterias lácticas en gran concentración, cuyas características morfológicas variaron entre tratamiento presentándose colores como blanco, amarillo verdoso y blanco grisáceo; respecto a su forma en la gran mayoría se presentaron circulares con una superficie convexa. Se encontraron poblaciones de numerosas bacterias acido-lácticas por cada 100 g que contenía cada tratamiento, sin embargo, el T4 (Arroz en cocción 50 g) fue el tratamiento en registrar el mayor promedio mientras que el más bajo se vio reflejado en el T3 (Trigo 50g + melaza 50 g).

Callisaya y Fernández (2017), Realizaron La investigación “Evaluación del efecto que tienen los microorganismos eficientes (EM), en el cultivo de pepinillo (*cucumis sativus l.*), municipio de Achocalla”. El cual genera beneficios y son catalogados como productos orgánicos. Aplicándose en el cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus L.*), en dos variedades SMR-58 y Eureka bajo condiciones controladas. Evaluándose el comportamiento agronómico del pepinillo y su rendimiento. Se inició captando y recolectando los Microorganismos del suelo en la comunidad de Suiqui – Chulumani, se multiplico y a partir

de ello posteriormente se aplicó el EM en el cultivo de pepinillo, en la comunidad de Marquirivi Municipio de Achocalla. El diseño utilizado fue Bloques al azar; con 3 repeticiones y 6 tratamientos, en cada tratamiento se evaluaron 12 muestras. Las concentraciones de EM utilizadas fueron: C1=10%, C2= 50% y C3 = 80%. Se registraron datos sobre las variables agronómicas y variables de rendimiento desde el inicio hasta la culminación de la investigación. Estadísticamente se observó diferencias respecto al efecto de la aplicación de EM en cuanto a la altura de planta, número de frutos por planta, y el rendimiento registrándose un rendimiento más alto del T5 con 14.57 kg/4.2 m<sup>2</sup>, resultado de la variedad SMR-58 con la concentración 2 (50% de EM diluida en 5 litros de agua), en comparación al T1, la variedad Eureka con la concentración 1 (10% de EM diluida en 5 litros de agua) que no fueron favorables los datos registrados. En el análisis económico por tratamientos se determinó la relación beneficio/costo B/C, donde los tratamientos 2, 4, 5 y 6, obtuvieron valores aceptables ( $B/C \geq 1$ ). Mas al contrario los tratamientos 1 y 3 no se registraron ganancias a partir de lo invertido.

Guzñay (2015) afirma que genéticamente están en condiciones de activar y regular procesos de intercambio entre el suelo y las plantas. Constituidos por un promedio de 80% de especies de microorganismos y 10 géneros que pertenecen a cuatro grupos, asimismo se dio a conocer el método más acertado para la multiplicación de los microorganismos de montaña que era el de la melaza, leche de soya y levadura.

Ochoa y Ochoa (2019) en su tesis de investigación “Aplicación de microorganismos y sus beneficios en suelos para la producción agrícola”, concluyeron mediante un estudio que la inoculación con microorganismos afecta de manera positiva las plantas, pueden ser promotores de

crecimiento, mejoran la disponibilidad de nutrientes acelerando de una manera más efectiva las producciones agrícolas en Medellín Colombia.

## **4. Marco Conceptual**

### **4.1. Microorganismos de montaña**

Los MM contienen un promedio de 80 especies de microorganismos de unos 10 géneros, que pertenecen básicamente a cuatro grupos: bacterias fotosintéticas, actinomicetos, bacterias productoras de ácido láctico y levaduras, que se desarrollan en diferentes ecosistemas. En estos ecosistemas se genera una descomposición de materia orgánica, que se convierte en los nutrientes necesarios para el desarrollo de su flora, por ejemplo, cerros, bosques mixtos y latifoliados, plantaciones de café, plantaciones de bambú, entre otros (Tencio, 2015).

### **4.2. Abono orgánico**

El abono orgánico es el material resultante de la descomposición natural de la materia orgánica por acción de los microorganismos presentes en el medio, los cuales digieren los materiales, transformándolos en otros benéficos que aportan nutrimentos al suelo y, por tanto, a las plantas que crecen en él. Es un proceso controlado y acelerado de descomposición de los residuos, que puede ser aeróbico o anaerobio, dando lugar a un producto estable de alto valor como mejorador del suelo (Ramos y Terry, 2014).

#### **4.3. Sustrato**

Todo material sólido diferente del suelo que puede ser natural o sintético, mineral u orgánico y que, colocado en contenedor, de forma pura o mezclado, permite el anclaje de las plantas a través de su sistema radicular; el sustrato puede intervenir o no en el proceso de nutrición de la planta allí ubicada (InfoAgro, s.f.).

#### **4.4. Zona protegida**

Un Área Natural Protegida (ANP) es una porción del territorio (terrestre o acuático) cuyo fin es conservar la biodiversidad representativa de los distintos ecosistemas para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos y, cuyas características no han sido esencialmente modificadas (ExpokNews, 2021).

#### **4.5. Rizosfera**

Se considerada como el ecosistema terrestre más grande, es la parte del suelo próxima a las raíces de la planta, que se extiende concretamente entre 1 y 3 mm desde la superficie de las raíces al interior del suelo. En esta región edáfica interactúan las raíces de las plantas con el suelo y sus microorganismos, lo que en consecuencia reporta beneficios para las plantas, mejora la fertilidad del suelo y favorece la degradación de sustancias químicas tóxicas (Marquez, 2021).

#### **4.6. Inoculación**

Acción y efecto de inocular. En biología, la introducción de microorganismos vivos, muertos o atenuados, en un organismo de forma accidental o voluntaria.(BioDic, s.f.).

**4.7. Extracción**

Este término alude al acto y la consecuencia de extraer: quitar, extirpar, recolectar (Perez y Gardey, 2017).

**4.8. Multiplicación**

Aumentar el número o la cantidad de cosas de la misma especie, especialmente hablando de lo que se multiplica por generación (ACADEMIC, s.f.).

**4.9. Fertilización**

Es la acción de aportar los nutrientes que la planta necesita para que sea plenamente productiva en cantidad y en calidad, es decir, es mejorar las carencias de micronutrientes para aumentar la rentabilidad de los cultivos (TRAXCO, 2015).

**4.10. Fertilización Foliar**

Es el método de aplicación de fertilizantes en el follaje de las plántulas, por el cual se obtiene la absorción de macro y micronutrientes. (Meléndez y Molina, 2002).

**4.11. Plántulas**

Se denomina plántula a la planta en sus primeros estadios de desarrollo, desde que germina hasta que se desarrollan las primeras hojas verdaderas (Valenzuela et al., s.f.).

#### **4.12. Microbiota**

La microbiota del suelo está conformada por microorganismos tales como bacterias, hongos, protozoos y animales, que contribuyen al funcionamiento de los ecosistemas, ya que de ellos depende el mantenimiento de la estructura del suelo, la descomposición de la materia orgánica y la disponibilidad y reciclaje de nutrientes (Arahana y Vilatuña, 2019).

#### **4.13. Trichoderma**

Trichoderma es un hongo bueno o antagónico de color verde. Está ampliamente extendido por todo tipo de suelos y coloniza rápidamente las raíces de las plantas y las protege contra patógenos (Esto es Agricultura, s.f.).

#### **4.14. Bacillus subtilis**

Bacillus subtilis pertenece a la familia Bacillaceae. Es una bacteria Gram positiva (que habita en el suelo naturalmente son de color blanco). Las mayores poblaciones se localizan en el suelo, entre los 2,5 y 5 centímetros de profundidad. Su función consiste en colonizar las raíces, compitiendo con los patógenos por el espacio. Al mismo tiempo forma una estructura denominada “endospora”, la cual lo protege bajo condiciones meteorológicas extremas (Esto es Agricultura, s.f.).

#### 4.15. **Fusarium**

Fusarium pertenece a la familia Nectriaceae. Es un extenso género de hongos filamentosos ampliamente distribuido en el suelo y en asociación con plantas. Se puede decir que es una bacteria Gram negativa igual que la Rhizoctonia. Fusarium es un hongo patógeno de color rojizo o rojo. (Patógeno, no benéfico) que causa la putrefacción de la raíz y el marchitamiento vascular (Esto es Agricultura, s.f.).

#### 4.16. **Rhizoctonia**

Rhizoctonia pertenece a la familia Agonomycetaceae y es un gran patógeno de las plantas, con un gran rango de huéspedes y de distribución mundial. Es una de las principales causas del marchitamiento fúngico, que mata a las plántulas en horticultura. Rhizoctonia solani es de color gris o negro. (Patógeno, no benéfico) es el responsable de una de las enfermedades de la raíz más comunes (Esto es Agricultura, s.f.).

#### 4.17. **Levaduras**

Hongo unicelular de forma ovoide y color rosado y se tornan con el tiempo en color negro, que se reproduce por gemación o división, forma cadena y produce enzimas capaces de descomponer diversos cuerpos orgánicos, principalmente los azúcares, en otros más sencillos.

#### 4.18. **Paecilomyces**

Paecilomyces es un género de hongos nematófagos que mata los nematodos nocivos por patogénesis en los nematodos. Por tanto, el hongo puede ser utilizado como un bio nematicida para controlar nematodos aplicándolos al suelo (Perkins, 2018).

## **5. Marco Legal**

### **5.1. Resolución No.00375 de 2004**

Por la cual se establece los requisitos y registros de control para el uso de bioinsumos y extractos vegetales para el pertinente uso agrícola, el ICA tiene como propósito fortalecer y mejorar las condiciones de producción, comercialización y utilización de bioinsumos, para alcanzar un mayor grado de seguridad alimentaria, sanidad agropecuaria y ambiental (ICA, Resolución 00375, 2004).

### **5.2. Decreto Ley 2811 de 1974**

Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente (Minagricultura, Decreto 2811, 1974).

### **5.3. Decreto 1843 de 1991**

Por la cual se evita que se afecten la salud de las personas por el uso de plaguicidas y el medio ambiente ya que protege la sanidad animal y vegetal (MinSalud, Decreto 1843, 1991).

### **5.4. Resolución No.1096 de 2000**

Expedida por el Ministerio de Desarrollo Económico, por la cual se adopta el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento, el cual es aplicable a este trabajo, pues al implementar la conservación de los suelos, protegemos de manera directa nuestras fuentes hídricas (Ministerio de Desarrollo Económico, Resolución 1096, 2000).

### **5.5. Resolución 170 de 2009**

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial “y se adoptan medidas para la conservación y protección de los suelos con la implementación de prácticas favorables en el territorio nacional” (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Resolución 170, 2009).

### **5.6. Resolución 4174 de 2009**

Por la cual se establece el programa fitosanitario de los cultivos dentro de los principios del manejo integral de plagas MIP, basado en la observación y detección de las plagas en el que se priorice para la intervención el uso de métodos culturales, etológicos, biológicos y físicos sobre el control químico (ICA, Resolución 4174, 2009).

## **6. Metodología de Investigación**

Para la presente investigación se plantea la siguiente metodología para el desarrollo del proyecto

### **6.1. Tipo de investigación**

Experimental.

### **6.2. Enfoque**

Mixto/cualitativo y cuantitativo.

**6.3. Técnica cualitativa**

Observación en campo.

**6.4. Técnica cuantitativa**

Estadística Anova.

**6.5. Población de estudio**

Plantas de pimentón (225).

**6.6. Muestra**

45 plantas por tratamientos (ensayos) 5

**6.7. Método**

Para cada tratamiento (5), se adecuó 45 plantas en tres surcos con 15 plántulas cada uno, para realizar fertilización cada 15 días, permitiendo un registro concreto de la evolución del cultivo según los tiempos agronómicos.

**7. Procedimiento de aplicación de microorganismos de montaña****7.1. Tratamiento 1 (ensayo testigo)**

Se establece la siembra de cultivo de pimentón sin ningún tipo de fertilización, pero se identificó la producción del desarrollo agronómico mediante el monitoreo, asimismo se adecuaron

3 surcos intercalados, cada uno con 15 plantas, la distancia entre plantas fue de 0.4 m y entre surcos fue de 1 metro, las plántulas que se emplearon fueron mediante propagación sexual y cada una de ellas con un tiempo de 30 días de germinación.

### **7.2. Tratamiento 2 (ensayo mínimo)**

Se maneja la misma densidad de siembra mencionada en el tratamiento anterior, en este caso se emplea una fertilización de microorganismos de montaña con una proporción de 15 ml por 20 litros de agua, para cada planta de 0.3 ml cada 15 días, es decir para las 6 aplicación que duro la ejecución de la investigación fue de 1.8 litros de microorganismos de montaña en los 20 litros de agua.

### **7.3. Tratamiento 3 (ensayo intermedio)**

Se repite el procedimiento inicial, variando la dosificación de microorganismos de montaña, pues se emplearon 35 ml en 20 litros de agua, lo que permite señalar que por planta se aplicó 0.7 ml por planta para un total en las 6 aplicaciones de 4.2 litros.

### **7.4. Tratamiento 3 (ensayo máximo)**

Se emplea la misma cantidad de plantas es decir 15 plantas por los tres surcos para que se dé la aplicación en las 45 plantas, las cuales tuvo una aplicación de 50 ml en 20 litros de agua, siendo 1.1lt por planta, para un total de 6.6 litros en el tiempo establecido durante las 6 aplicaciones.

Lo anterior permite señalar que se utilizaron 12.6 litros de microorganismos de montaña para las 180 plantas de pimentón y finalmente se dio un tratamiento (**ensayo**) químico con una aplicación con 10 gr de DAP por plántula.

## **8. Obtención de microorganismos de montaña**

A continuación, se describe el procedimiento para obtener los microorganismos de montaña, los cuales se multiplicaron para la fertilización foliar en el cultivo de pimentón.

### **8.1. Monitoreo**

Dicha técnica se empleó como apoyo al proceso de análisis de datos que se obtuvieron mediante la observación en campo de cada uno de los tratamientos o ensayos.

Cada 15 días, se realizó el monitoreo de las plantas ubicadas en los tratamientos (ensayos), conociendo la evolución y efectividad de la fertilización con microorganismos de montaña en el cultivo de pimentón.

### **8.2. Medición en altura**

Cinta métrica en regla de madera.

### **8.3. Medición de grosor de tallo**

Pie Rey (Calibrador Vernier).

#### **8.4. Medición de frutos**

Conteo de flores.

### **9. Identificación de la Reserva Ecológica**

Como se observa en la figura 1 se identificó una reserva que cumple con los estándares de vida necesarias para la extracción de microorganismos identificados en la zona, el proyecto se llevará a cabo en la finca Bella Vista, en la vereda Bejaranas Alto, del municipio de San Gil Santander. Este predio cuenta con una reserva ecológica denominada los Aros, la cual no ha sido explotada agrícolamente hace aproximadamente 60 años, esto se deduce por el grosor y la altura de sus árboles, fauna, flora y principalmente por lo que narran los habitantes de esta zona. También cuenta con un nacimiento de agua y suelos con abundante manto biológico. Está ubicada a una altura 1.652 (m) sobre nivel del mar, clima templado y terreno semi-inclinado. Presencia de lluvias, buena iluminación y apropiada ventilación.

**Figura 1**

*Lugar Donde se Extraen los Microorganismos.*



*Nota.* Reserva ecológica los Aros está ubicada en la vereda Bejaranas del municipio de San Gil a 7 kilómetro desde la zona urbana de san gil. Tomada de *Google Maps*, 2021.

De acuerdo a la figura 2 Esta reserva ecológica es adecuada para la extracción de los microorganismos de montaña, por su vegetación y suelos inexplorados.

**Figura 2**

*Reserva Ecológica de los Aros, Finca Bella Vista.*

**10. Determinación de Materiales y Sustratos**

Para la ejecución del proyecto se determinó que materiales eran necesarios para los procesos que se van a realizar, en la figura 3 se evidencia que fue necesario una paladraga, un machete, peso, recipiente para medir agua por litros, una caldera, una caneca de 200 litros, una pala de madera, recipientes plásticos, ligas y tela tul. Los sustratos necesarios fueron arroz, leche de soya, melaza, agua y levadura. Este proceso se realizó teniendo en cuenta el Proyecto de investigación "Utilización de cuatro sustratos para la captura de microorganismos eficientes autóctonos de montaña en una zona protegida en la Parroquia Patricia Pilar año 2019" (Triana, 2019).

**Figura 3**

*Materiales Utilizados.*



*Nota.* La imagen muestra los materiales utilizados para el proceso de extracción y multiplicación de los microorganismos de montaña.

### **11. Siembra de las Plántulas de Pimentón Variedad Nathalie**

En un área de 6 por 15 metros cuadrados se establecieron 225 plántulas de pimentón Nathalie con treinta días de germinación a una distancia de 0,4 m entre plantas y 1 metro entre surco con tratamientos o ensayos de 45 plántulas con tres surcos de 15 plantas.

### 11.1. Preparación y Siembra del Sustrato

Continuando con el proceso, como se evidencia en la figura 4, se pesó el arroz y se colocó en cocción por cinco minutos, se dejó enfriar y luego fue empacado en 15 recipientes muy bien sellados con tela tul y ligas. Ya en la reserva se abrieron calicatas de 20 cm de ancho y largo por 30 a 40 cm de profundidad y se enterraron los recipientes tapándolos con la misma capa vegetal dejándolos allí por 15 días. Este proceso se realizó teniendo en cuenta el Proyecto de investigación "Utilización de cuatro sustratos para la captura de microorganismos eficientes autóctonos de montaña en una zona protegida en la Parroquia Patricia Pilar año 2019" (Triana, 2019).

#### Figura 4

*Preparación y Siembra del Sustrato.*



*Nota.* Para la preparación del sustrato se tienen en cuenta la cocción del arroz y los recipientes que estén bien sellados para evitar el ingreso de algún insecto que altere el sustrato.

En la figura 5 se evidencia la siembra de la variedad de pimentón Nathalie porque es la más utilizada y resistente a plagas y enfermedades en la región

### Figura 5

*Siembra de Pimentón Nathalie.*



En la figura 6 se evidencia la etapa final de producción, en esta se recolectaron los frutos en su maduración comercial obteniendo su peso y posterior mente tabular las variables obtenidas en los diferentes ensayos realizados.

**Figura 6**

*Recolección del Fruto y Peso.*



## 12. Resultados

A continuación, se muestran los resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación.

### 12.1. Objetivo 1

Aumento de los microorganismos de montaña mediante la multiplicación benéfica en medio líquido.

A continuación, se muestra, como se hizo el proceso de multiplicación de los microorganismos de montaña obtenidos de la reserva los Aros del municipio de San Gil y los

cuales son de gran importancia para aplicarlos como fertilizante líquido y foliar en el cultivo de pimentón

### ***12.1.1. Multiplicación***

A los 15 días se sacaron los recipientes y fueron encontrados diversidad de microorganismos, estos fueron propagados en una mezcla líquida que consta de agua, melaza, leche de soya y levadura. Estos insumos ayudan a la nutrición de los Microorganismos de Montaña, y la levadura en el proceso fermentativo, esta actúa como núcleo de la actividad de adaptación y supervivencia de los microorganismos, con un proceso anaeróbico por un periodo de 15 días exentos del sol y de espacios contaminados por sustancias concentradas. Este proyecto se acoge a la resolución 150 del ICA del 2003 en la cual se integra como un Biofertilizante en fase de estudio (Tencio, 2015).

En la figura 7 se evidencia la reproducción de los microorganismos de montaña para posteriormente ser implementados en el cultivo de pimentón Nathalie.

**Figura 7**

*Multiplicación de los MM.*

**12.2. Objetivo 2**

Fertilización con microorganismos de montaña en el cultivo de pimentón de la finca Bella Vista del municipio de San Gil, Santander.

Como apoyo al proceso de aplicación del fertilizante líquido vía foliar a la planta, se empleó la técnica de monitoreo para la recolección de datos que se visualizaban en campo mediante la observación.

A continuación, se relaciona el proceso de fertilización aplicado en el cultivo de pimentón con microorganismos de montaña.

### 12.2.1. Fertilización

Pasados quince días de la siembra se hizo la primera fertilización de manera foliar con diferentes dosificaciones de la siguiente manera. En el tratamiento testigo (ensayo) se empleó sin fertilización, para el siguiente denominado mínimo con 15 ml de Microorganismo de montaña (MM) por 20 lt de agua, el ensayo intermedio con 35 ml de (MM) por 20 lt de agua, el máximo 50 ml simultáneamente, de este modo se toma como referencia para el resto de los tratamientos (ensayo), en el caso del químico se aplicó 10 gramos de un insumo de síntesis química conocido como DAP por plántula.

Es importante mencionar que los tratamientos (ensayos) se emplearon de forma intercalada para que se mantuviera el equilibrio del suelo en donde se encuentra el cultivo de pimentón.

En la figura 8 se evidencia la fertilización de modo foliar, ya que de esta forma fue más fácil la absorción de los nutrientes

### Figura 8

*Fertilización del Cultivo de Pimentón Nathalie.*



### *12.2.2. Toma de Datos*

Pasados 15 días se seleccionan al azar 15 plantas por tratamiento (ensayo) a las cuales se les toman datos como altura, grosor de tallo. Se realiza un fertilizando nuevamente, a medida que transcurre el tiempo se van anexando otros datos como números de botones florales, número de flores, cuajado, peso de fruto y se sigue fertilizando cada 15 días.

En la figura 9 se evidencia la toma de datos que fue realizada por medio de medición en altura, grosor de tallo, conteo de flores, botones y frutos en los diferentes ensayos.

### **Figura 9**

*Monitoreo en el Cultivo de Pimentón Nathalie.*



En la figura 10 se evidencia la toma de datos se realizó desde la siembra del cultivo hasta su etapa final con seguimiento cada 15 días.

### Figura 10

*Seguimiento al Cultivo de Pimentón Variedad Nathalie.*



### 12.3. Objetivo 3

Evaluación del desarrollo del cultivo de pimentón variedad Nathalie, en los que se especifica porcentaje de crecimiento en altura de planta, grosor del tallo, floración y fruto mediante el análisis Anova.

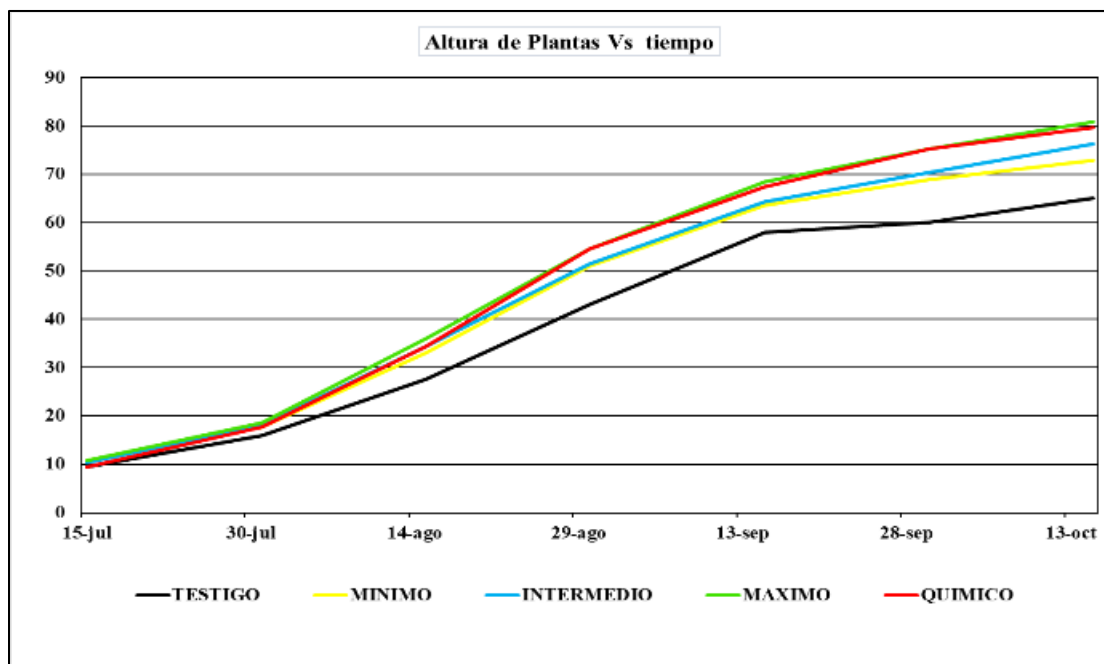
A continuación, se muestra cada uno de las tablas con el desarrollo y productividad que tuvieron los tratamientos con microorganismos de montaña en el cultivo de pimentón.

En la tabla 1 se evidencia el promedio de variación de altura en las plántulas de pimentón.

**Tabla 1***Altura del Cultivo de Pimentón Variedad Nathalie.*

Promedio de Altura en Plántula en (CM)							
Ensayo	15-Jul	31-Jul	15-Ago	30-Ago	15-Sep	30-Sep	15-Oct
Testigo	9,5	15,9	27,6	43	58	60	65,1
Mínimo	10,8	17,7	33,1	51,1	63,6	68,9	72,8
Intermedio	10,4	18,1	34,3	51,5	64,3	70,4	76,2
Máximo	10,8	18,6	36	54,6	68,4	75,2	80,8
Químico	9,5	17,7	34,4	54,6	67,4	75,2	79,6

En la figura 11 se observa que inicialmente todos los ensayos muestran una igualdad de crecimiento, pero después varía sobresaliendo el máximo frente a los demás ensayos

**Figura 11***Promedio de Altura en el Cultivo de Pimentón Variedad Nathalie.*

En la tabla 2 se evidencia el promedio de grosor de tallo de las plántulas.

**Tabla 2**

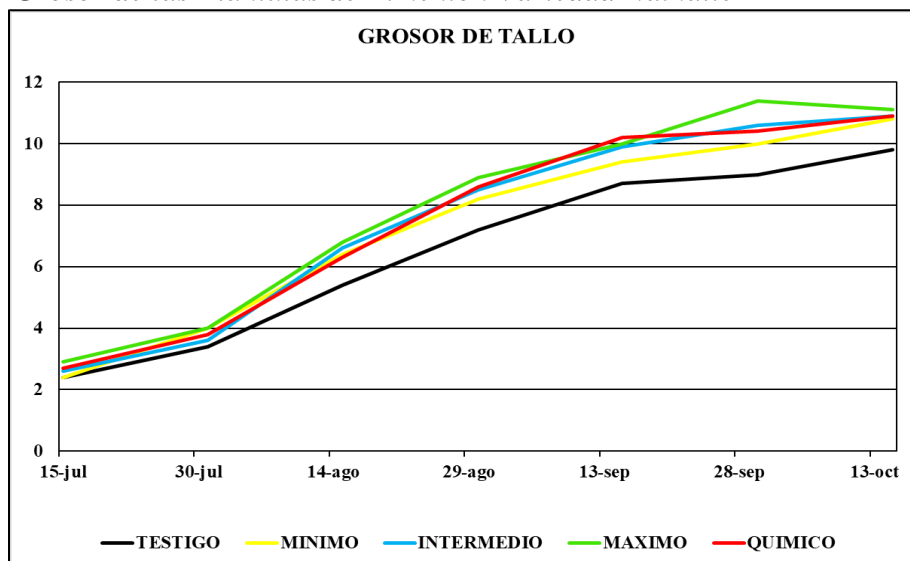
*Grosor del Tallo de las Plántulas de Pimentón Variedad Nathalie.*

Promedio de Grosor de Tallo (CM)							
Tratamientos (Ensayos)	15-Jul	31-Jul	15-Ago	30-Ago	15-Sep	30-Sep	15-Oct
Testigo	2,4	3,4	5,4	7,2	8,7	9	9,8
Mínimo	2,4	4	6,4	8,2	9,4	10	10,8
Intermedio	2,6	3,6	6,6	8,5	9,9	10,6	10,9
Máximo	2,9	4	6,8	8,9	10	11,4	11,1
Químico	2,7	3,8	6,3	8,6	10,2	10,4	10,9

En la figura 12 se evidencian que todos los ensayos tienen una similitud hasta el 13 de septiembre, pero partiendo de la fecha el máximo muestra una diferencia frente a los demás ensayos.

**Figura 12**

*Promedio de Grosor de las Plántulas de Pimentón Variedad Nathalie*



En la tabla 3 se evidencia el promedio de botones florales a través del tiempo.

**Tabla 3**

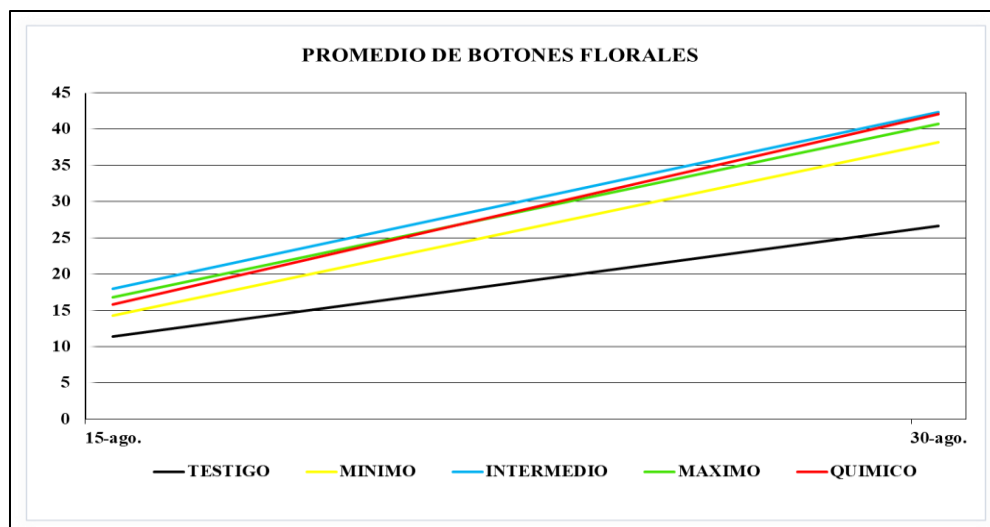
*Promedio de Botones Florales.*

Promedio de Botones Florales		
Ensayo	15-Ago	30-Ago
Testigo	11,4	26,6
Mínimo	14,3	38,2
Intermedio	18	42,3
Máximo	16,8	40,7
Químico	15,8	42,1

En la figura 13 se evidencia que desde el inicio todos los ensayos han mostrado un comportamiento similar con una diferencia mínima en el testigo.

**Figura 13**

*Promedio de Botones Florales en el Cultivo de Pimentón Variedad Nathalie.*



En la tabla 4 se evidencia el promedio de las flores en el cultivo de pimiento.

**Tabla 4**

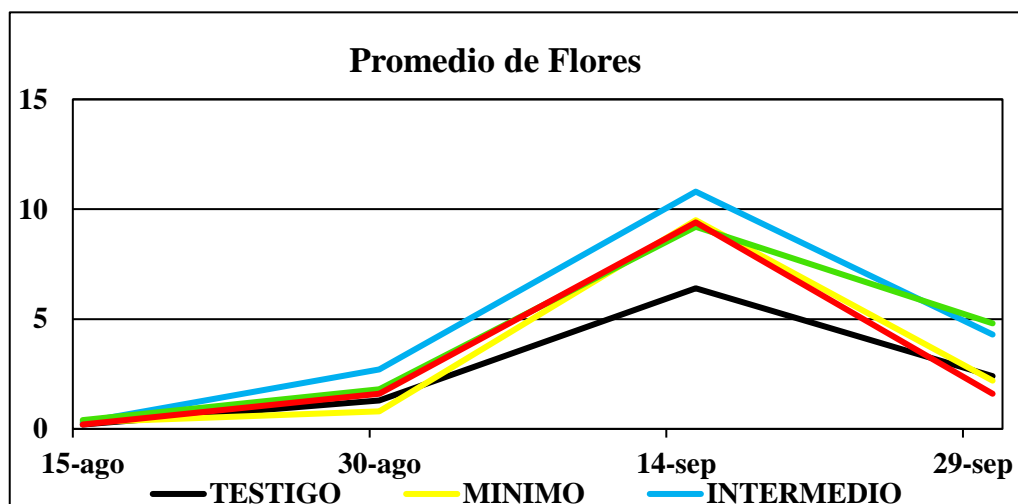
*Promedio de Flores en el Cultivo de Pimentón Variedad Nathalie.*

<b>Promedio de Flores</b>				
Ensayo	15-Ago	30-Ago	15-Sep	30-Sep
Testigo	0,2	1,3	6,4	2,4
Mínimo	0,3	0,8	9,5	2,2
Intermedio	0,3	2,7	10,8	4,3
Máximo	0,4	1,8	9,2	4,8
Químico	0,2	1,6	9,4	1,6

En la figura 14 se evidencia una gran diferencia representativa en el ensayo intermedio frente a los demás ensayos. Siendo el testigo el más bajo, mientras los otros tienen una similitud.

**Figura 14**

*Promedio de Flores en el Cultivo de Pimentón Variedad Nathalie.*



En la tabla 5 se evidencia el promedio de cuajado de fruto del cultivo de pimiento.

**Tabla 5**

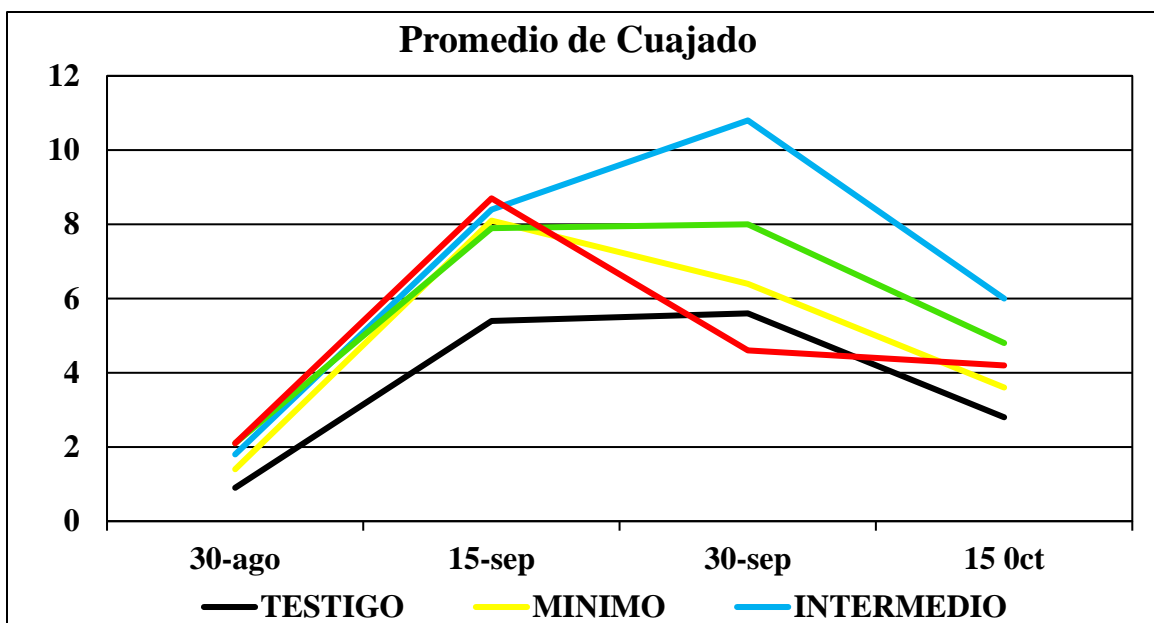
*Promedio en Cuajado de Fruto*

<b>Promedio de Cuajado de Fruto</b>				
Ensayo	30-Ago	15-Sep	30-Sep	15 Oct
Testigo	0,9	5,4	5,6	2,8
Mínimo	1,4	8,1	6,4	3,6
Intermedio	1,8	8,4	10,8	6
Máximo	2,1	7,9	8	4,8
Químico	2,1	8,7	4,6	4,2

En la figura 15 se evidencia que todos los ensayos muestran diferencias destacándose el intermedio con un alto índice de floración frente al testigo mínimo y químico.

**Figura 15**

*Promedio de Cuajado de Pimentón Variedad Nathalie.*



En la tabla 6 se evidencia el promedio de peso del fruto en gramos.

**Tabla 6**

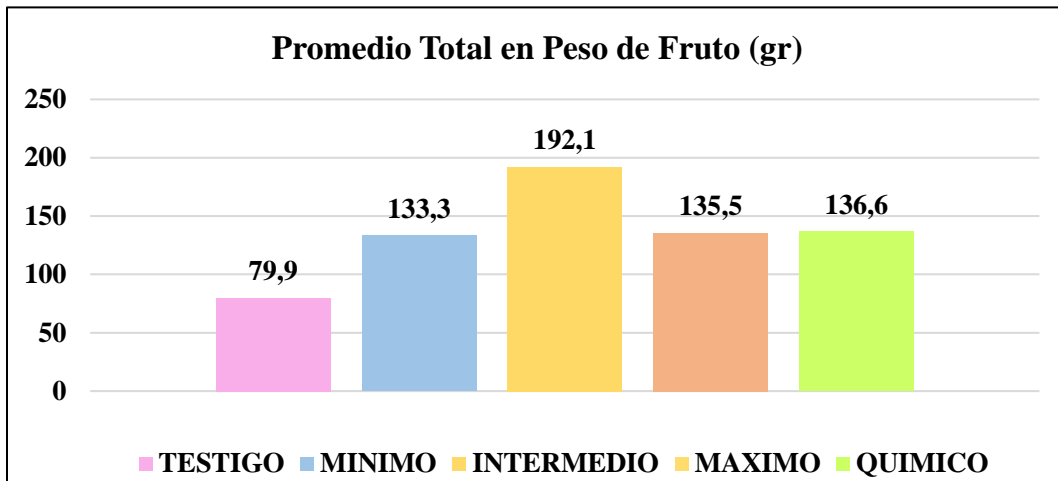
*Promedio en Peso de Fruto en gr*

<b>Promedio en Peso de Fruto (Gr)</b>			
Ensayo	30-Sep	15-Oct	Total, por Planta
Testigo	71,1	8,8	79,9
Mínimo	73,3	60	133,3
Intermedio	104,4	87,7	192,1
Máximo	105,5	30	135,5
Químico	81,1	55,5	136,6

En la figura 16 se evidencia que en el promedio de peso del fruto hay una similitud entre el mínimo y el máximo químico frente al intermedio, con un alto porcentaje, estando el testigo por debajo de los otros ensayos.

**Figura 16**

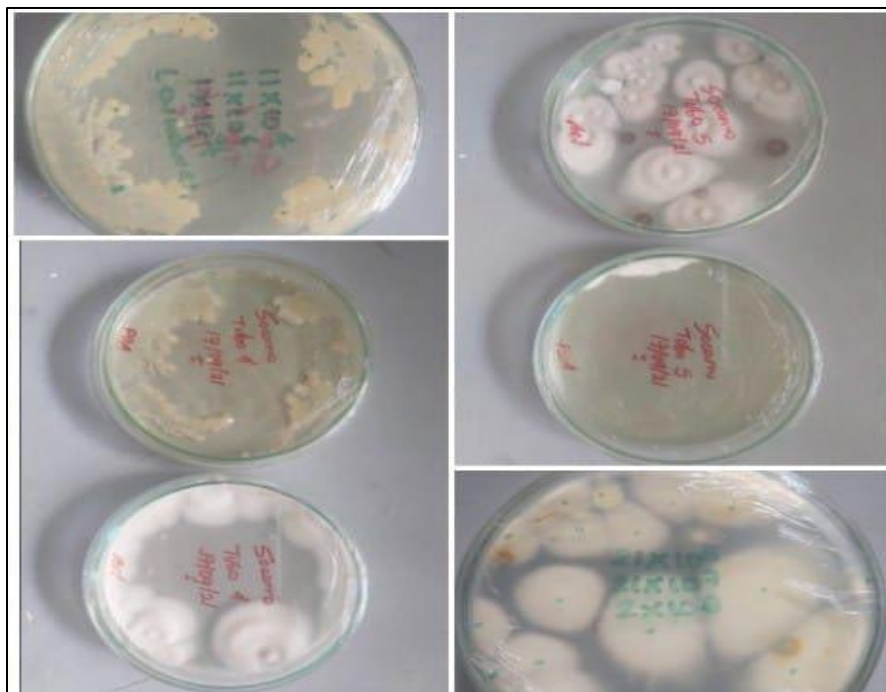
*Promedio en Peso de Fruto de Pimentón Variedad Nathalie.*



En la figura 17 se evidencia el análisis de las pruebas de laboratorio. Estos análisis fueron realizados en Cumaral - Meta por el laboratorio de Micro -Ap.

**Figura 17**

*Análisis para Pruebas de Laboratorio.*



En la figura 18 se identificaron microorganismo como levaduras, Bacillus y paecilomyces, que fueron los que más sobresalieron en los resultados de laboratorio, Siendo Analizados por el microbiólogo Carlos Andrés roa. Tomada realizada en Micro-AP.


### Figura 18

*Determinación de los Análisis.*



En la figura 19 se evidencia los resultados de los análisis de microorganismos de montaña Tomada de MICRO-AP Microbiología Aplicada.

**Figura 19***Resultados de Análisis Microbiológico.*

 <p><b>MICRO-AP</b> Microbiología Aplicada</p>	<p><b>DISTRIBUCIONES Y SERVICIOS</b> <b>TÉCNICOS AGRÍCOLAS SAS</b></p> <p>Nit. 901.049.624-6</p>
<b>REPORTE DE RESULTADOS</b>	
<b>Octubre 12 de 2021</b>	
<b>Muestra procesada:</b>	Fermento microbiano
<b>Color:</b>	Tipo melaza
<b>Olor:</b>	Fermento Característico
<b>Tipo de análisis:</b>	Microbiológico Clásico
<b>Metodología:</b>	Diluciones seriadas en base 10 – Siembra en placa
<b>Medios de cultivo:</b>	PDA (Papa Dextrosa Agar) AN (Agar Nutritivo).
<b>RESULTADOS:</b>	
<b>Hongos filamentosos totales:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>2 \times 10^8</math> UFC/mL (<i>Paecilomyces</i> sp., <i>Penicillium</i> sp.)</li> </ul>	
<b>Levaduras silvestres totales:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>1 \times 10^7</math> UFC/mL</li> </ul>	
<b>Reviso:</b>	
<p><b>Carlos Andrés Roa Bermúdez</b> Microbiólogo Agrícola Director Técnico 320 3056900</p>	

**13. Discusión**

Análisis de los ensayos con registros en altura, grosor, botones florales, floración, cuajado y peso presente en los resultados.

Según los registros de promedios obtenidos en la figura 11, muestra la diferencia representativa con fertilización química y microorganismos de montaña con características similares, demostrando que en el ensayo intermedio y mínimo están por debajo del químico y máximo frente al testigo con el menor valor de altura.

Se establece en la figura 12 que no hay diferencia representativa en grosor de tallo con una fertilización química u orgánica, pero se muestra gráficamente que el testigo está por debajo de los demás ensayos.

En la figura 13 se encuentra que el comportamiento en general en la formación de botones florales fue similar, con una diferencia mínima en el testigo.

Se concluye en la figura 16 de promedio de producción, que el ensayo mínimo con respecto al testigo tiene una producción del 66% mayor, mientras que en el químico e intermedio una diferencia del 40% con respecto al testigo y el ensayo intermedio con respecto al testigo tiene una producción mayor en un 140% más.

Callisaya y Fernández (2017) afirma que en la evaluación del efecto que tienen los microorganismos en el cultivo de pepinillo se realizó diferentes ensayos con diferentes dosificaciones de microorganismos y se determinó que el ensayo C2 con un 50% fue el más sobresaliente en la investigación. Basándonos en esta investigación encontramos similitudes en los resultados obtenidos teniendo como referencia las diferentes dosificaciones en la implementación de fertilización en el cultivo de pimentón variedad Nathalie.

Los análisis Anova se encuentran presentes en los apéndices

Al obtener el análisis estadístico de la primera toma de datos en altura y grosor se determinó que todas eran iguales.

Con respecto al grosor de tallo se mostró que al principio todos los ensayos tenían similitudes, pero luego se observó que sobresalió el ensayo máximo frente a los demás ensayos.

En el segundo análisis de altura fueron similares todos, menos el testigo que estuvo por debajo de los otros ensayos. En grosor se mantienen las similitudes entre los ensayos con diferencia del máximo frente al testigo que esta con menos valor.

La altura sigue siendo muy similar en el análisis tres estando el testigo por debajo del máximo. Mientras el grosor mantiene las similitudes mostrando diferencia entre el máximo y el testigo.

Se evidencian diferencias representativas en el análisis cuatro entre el químico y el máximo frente al testigo. En grosor se observa una diferencia representativa entre el máximo y los demás ensayos.

Su comportamiento en el análisis cinco en altura sigue igual. Su grosor sigue manteniendo las similitudes frente al resto de ensayos siendo el máximo el más elevado con respecto al testigo.

El análisis seis presenta una diferencia sobresaliente entre el máximo y el químico con respecto al testigo, el mínimo y el intermedio. Referente al grosor mantiene su diferencia notable en el máximo con respecto a los otros ensayos.

En la observación que se realizó al cultivo de pimentón, se establece que las condiciones agroecológicas influyeron en desarrollo del cultivo, las diferentes dosificaciones de MM permitieron conocer cuáles fueron las óptimas en el desarrollo de las plántulas y se identificó bacterias benéficas como paecilomyces que actuaron como controladores biológicos, teniendo como referencia el análisis de laboratorio realizado.

## 14. Conclusión

En el método de extracción se obtuvo diferentes tipos de microorganismos dónde se determina una mayor concentración de levaduras, Paecilomyces y penicillium que ayudan a proceso como la absorción de nutrientes y la mejora de procesos productivos, pues en el estudio se dio un aumento significativo del ensayo intermedio, en el crecimiento físico (altura, grosor de tallo, botones florales, flores y cuajado de fruto) de las plantas de pimentón.

En relación al cumplimiento del segundo objetivo planteado en la investigación, el desarrollo que tuvo las plantas de pimentón en los cinco tratamientos fue iguales en cuanto a grosor de tallo y altura, pues en las demás características se reflejó diferencia en hojas, flores, fruto, lo que permitió identificar un mejor rendimiento en cuanto al peso, fue el ensayo intermedio con 192.1%, el testigo que no tuvo ninguna aplicación de microorganismos de montaña fue de 69.9% en cuanto peso del fruto, lo anterior permite señalar que la diferencia entre los dos ensayos oscilo en 112%, en cambio el ensayo mínimo con 133.3 %, el máximo de 135.5 % y el químico de 136.6 %, lo que muestra que la diferencia si fue baja en cuanto peso de fruto.

En la fase de floración se mantiene la misma tendencia. En la fase de producción los ensayos mínimo, máximo y químico son similares en producción, pero hay un incremento de 40% de producción en el ensayo intermedio con respecto a los anteriores.

**Referencias Bibliográficas**

- ACADEMIC. (s/f). *Multiplicar*. ACADEMIC. <https://espanola.es-academic.com/58606/multiplicar>
- Arahana, V. S., y Vilatuña, F. O. (2019). *Determinación de la microbiota del suelo en dependencia de la altitud y especies vegetales cultivadas* [Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/20393>
- BioDic. (s/f). *Inoculacion*. <https://www.biodic.net/palabra/inoculacion/#.YkDoMeeZOUk>
- Callisaya, Y., y Fernández, C. M. (2017). Evaluación del efecto que tienen los microorganismos eficientes (EM), en el cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus* L.), municipio de Achocalla. *Revista de la Carrera de Ingeniería Agronómica - UMSA*.
- Decreto 2811 de 1974 [Minagricultura]. Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. 18 de diciembre de 1974. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1551>
- Decreto No. 1843 de 1991 [MinSalud], Por el cual se reglamenta parcialmente los títulos III, V, VI, VII Y XI de la ley 09 de 1979, sobre uso y manejo de plaguicidas. 22 de julio de 1991. <https://www.dssa.gov.co/index.php/descargas/1011-decreto-1843-1991/file>
- Esto es Agricultura. (s/f). *Clasificación de hongos y bacterias en el suelo del agrosistema*. <https://estoesagricultura.com/clasificacion-hongos-y-bacterias-en-el-agrosistema/>
- ExpokNews. (2021). ¿Qué son las áreas naturales protegidas y cómo se establecen? *ExpokNews*. <https://www.expoknews.com/que-son-las-areas-naturales-protegidas-y-como-se-establecen/>
- FAO. (2002). *Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030 informe resumido* (p. 106). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

<https://www.fao.org/documents/card/es/c/86e794af-3bcb-5e9f-a7ab-60157310ebfe/>

Guzñay, C. (2015). Guía Agroecológica para una agricultura resiliente en la parte baja de la subcuenca del río Daule. *PROYECTO INUNDAULE ECHO/-SM/BUD/2015/91000*.

InfoAgro. (s/f). Tipos de sustratos de cultivo. *InfoAgro*.

[https://www.infoagro.com/industria\\_auxiliar/tipo\\_sustratos.htm#:~:text=Un sustrato es todo material,de soporte para la planta.](https://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.htm#:~:text=Un sustrato es todo material,de soporte para la planta.)

Marquez, A. (2021). Rizosfera: qué es, para qué sirve, composición e importancia. *Ecología Verde*.

<https://www.ecologiaverde.com/rizosfera-que-es-para-que-sirve-composicion-e-importancia-3266.html#:~:text=La rizosfera%2C considerada como el,raíces al interior del suelo.>

Meléndez, G., y Molina, E. (2002). Fertilización Foliar: Principios y Aplicaciones. ACCS.

<http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria Curso Fertilización Foliar.pdf>

OCDE, y FAO. (2019). 2019-2028 un decenio de oportunidades para el sector rural. *FAO*.

<https://www.fao.org/colombia/noticias/detail-events/zh/c/1201133/>

Ochoa, R. D., y Ochoa, V. H. (2019). *Aplicación de microorganismos y sus beneficios en suelos para la producción agrícola*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD.

Perez, J., y Gardey, A. (2017). *Definición de Extracción*.

<https://definicion.de/extraccion/#:~:text=El vocablo extractio%2C del latín,%3A quitar%2C extirpar%2C eliminar.>

Perkins. (2018). *LILACINOL Paecilomyces lilacinus*. Perkins.

<http://perkinsltda.com.co/services/paecilomyces-lilacinus/>

Ramos, D., y Terry, E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *SciELO*.

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-)

[59362014000400007#:~:text=El abono orgánico es el,plantas que crecen en el.](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000400007#:~:text=El abono orgánico es el,plantas que crecen en el.)

Resolución 1096 de 2000 [Ministerio de Desarrollo Economico]. Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS. 17 de noviembre de 2000.

[https://cvc.gov.co/sites/default/files/Sistema\\_Gestion\\_de\\_Calidad/Procesos y procedimientos Vigente/Normatividad\\_Gnl/Resolucion 1096 de 2000-Nov-17.pdf](https://cvc.gov.co/sites/default/files/Sistema_Gestion_de_Calidad/Procesos_y_procedimientos_Vigente/Normatividad_Gnl/Resolucion_1096_de_2000-Nov-17.pdf)

Resolución No. 00375 del 2004 [ICA]. Por la cual se dictan las disposiciones sobre Registro y Control de los Bioinsumos y Extractos Vegetales de uso agrícola en Colombia., 27 de febrero de 2004. <https://www.ica.gov.co/normatividad/normas-ica/resoluciones-oficinas-nacionales/resoluciones-derogadas/resolucion-375-de-2004.aspx>

Resolución 170 de 2009 [Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial]. Por la cual se declara en Colombia el año 2009 como año de los suelos y el 17 de junio como Día Nacional de los Suelos y se adoptan medidas para la conservación y protección de los suelos en el territorio nacional. 04 de febrero de 2009. [https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion\\_minambientevt\\_0170\\_2009.htm](https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_minambientevt_0170_2009.htm)

Resolucion No. 004174 del 2009 [ICA]. Por medio de la cual se reglamenta la certificacion de Buenas Practicas Agricolas en la produccion primaria de frutas y vegetales para consumo en fresco. 06 de noviembre de 2009. <https://www.ica.gov.co/normatividad/normas-ica/resoluciones-oficinas-nacionales/resoluciones-derogadas/res-4174-de-2009.aspx>

Tanya, M., y Leiva, M. (2019). *Microorganismos eicientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas.*

Tencio, R. (2015). Reproduccion y aplicación de los microorganismos de montaña (MM) en la

actividad agrícola y pecuaria. *Info Agro*.

TRAXCO. (2015). *Ferertilización en los cultivos*. TRAXCO. <https://www.traxco.es/blog/labores-del-campo/fertilizacion#:~:text=Fertilizar es aportar los nutrientes,la rentabilidad de los cultivos.>

Triana, W. I. (2019). *Utilización de cuatro sustratos para la captura de microorganismos eficientes autóctonos de montaña en una zona protegida en la Parroquia Patricia Pilar año 2019*. Universidad Tecnica Estatal de Quevedo.

Umaña, S. (2017). *Ingeniería Ecológica: efecto del uso de microorganismos de montaña sobre el suelo con base en dos cultivos agrícolas* [Universidad de Costa Rica]. <https://www.ingbiosistemas.ucr.ac.cr/wp-content/uploads/2017/06/Tesis-SтивенUmana.pdf>

Valenzuela, M., Lizárraga, R., y Díaz, T. (s/f). *Plántula (botánica)*. EcuRed. [https://www.ecured.cu/Plántula\\_\(botánica\)](https://www.ecured.cu/Plántula_(botánica))

## Apéndices

## Apéndice A

*Análisis Anova uno de Altura*

Tabla 1

*Trasplante 15 de julio.*

REGISTRO DE ALTURA (CM)				
TESTIGO	MINIMO	INTERMEDIO	MAXIMO	QUIMICO
6	11	8	12	9
6	9	11	11	10
7	9	10	13	11
6	10	12	13	12
10	12	12	10	10
10	9	10	9	10
9	7	9	10	12
10	10	10	11	6
8	6	10	9	8
9	10	6	12	7
12	13	10	10	9
13	12	12	11	10
12	15	11	12	8
11	14	12	10	11
14	15	13	9	10

Tabla 2

*Análisis de Varianza.*

Grupos	Cuenta	Suma	Resumen	
			Promedio	Varianza
2	14	34	2,428571429	0,263736264
3	14	40	2,857142857	0,747252747
2	14	37	2,642857143	0,401098901
2	14	42	3	0,461538462
3	14	38	2,714285714	0,373626374

Continuación tabla 2

Análisis de Varianza						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre Grupos	2,628571429	4	0,657142857	1,462102689	0,223942031	2,513040096
Dentro de los Grupos	29,21428571	65	0,449450549			
<b>Total</b>	31,84285714	69				
Ho	Todos ensayos tienen la misma cantidad promedio de grosor				Se acepta la hipótesis nula.	
Ha	Por lo menos 2 ensayos tienen diferente grosor de planta				Rechazamos la hipótesis alterna.	

**Apéndice B***Análisis Anova dos de Grosor.***Tabla 1***Crecimiento del 31 de julio*

REGISTRO GROSOR DE TALLO (ML)				
TESTIGO	MINIMO	INTERMEDIO	MAXIMO	QUIMICO
3	4	3	4	4
3	4	4	4	4
3	3	4	4	4
3	4	3	5	4
4	4	4	4	5
3	4	4	4	4
3	3	3	3	3
3	4	4	4	3
3	3	3	4	3
4	4	2	4	4
4	4	3	5	3
4	5	4	3	4
4	5	4	4	4
4	5	5	5	5
4	5	4	4	3

**Tabla 2***Análisis de Varianza.*

Resumen				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
10	14	229	16,3571429	10,09341
17	14	249	17,7857143	19,41209
13	14	259	18,5	9,653846
18	14	262	18,7142857	2,835165
17	14	249	17,7857143	6,181319

Continuación tabla 2

Análisis de Varianza						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	47,65714286	4	11,9142857	1,236542	0,3041822	2,5130401
Dentro de los grupos	626,2857143	65	9,63516484			
<b>Total</b>	673,9428571	69				
Ho	Todos los ensayos tienen la misma cantidad de promedio en altura				Se acepta la hipótesis nula.	
Ha	Por lo menos 2 ensayos tienen diferente altura				Rechazamos la hipótesis alterna.	

**Apéndice C***Análisis Anova Tres de Altura.***Tabla 1***Crecimiento y desarrollo del 15 de agosto*

<b>REGISTRO DE ALTURA (CM)</b>				
<b>TESTIGO</b>	<b>MINIMO</b>	<b>INTERMEDIO</b>	<b>MAXIMO</b>	<b>QUIMICO</b>
16	35	26	36	30
16	25	40	37	37
23	26	32	38	41
29	27	34	40	37
33	36	30	35	36
26	29	36	41	35
24	19	29	31	26
21	25	36	35	29
26	17	30	33	35
25	32	16	35	34
39	40	32	27	33
25	40	30	34	39
41	50	51	41	30
36	48	48	41	44
34	48	45	38	31

**Tabla 2***Análisis de Varianza*

<b>Grupos</b>	<b>Cuenta</b>	<b>Suma</b>	<b>Resumen</b>	
			<b>Promedio</b>	<b>Varianza</b>
3	14	49	3,5	0,2692308
4	14	57	4,071429	0,532967
3	14	51	3,642857	0,5549451
4	14	57	4,071429	0,3791209
4	14	53	3,785714	0,489011

Continuación tabla 2

<b>Análisis de Varianza</b>						
<b>Origen de las variaciones</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Promedio de los cuadrados</b>	<b>F</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Valor crítico para F</b>
Entre grupos	3,657143	4	0,914286	2,054321	0,0970428	2,5130401
Dentro de los grupos	28,92857	65	0,445055			
<b>Total</b>	<b>32,58571</b>	<b>69</b>				
Ho	Todos los ensayos tienen la misma cantidad de promedio en grosor de tallo				Se acepta la hipótesis nula.	
Ha	Por lo menos 2 ensayos tienen diferente grosor				Rechazamos la hipótesis alterna.	

**Apéndice D***Análisis Anova Tres Grosos de Tallo.***Tabla 1***Crecimiento y desarrollo del 15 de agosto*

<b>REGISTRO GROSOR DE TALLO (ML)</b>				
<b>TESTIGO</b>	<b>MINIMO</b>	<b>INTERMEDIO</b>	<b>MAXIMO</b>	<b>QUIMICO</b>
4	6	5	7	6
4	6	8	7	7
5	5	7	7	7
5	6	7	8	7
7	8	6	8	7
5	6	7	7	6
5	4	5	6	5
5	5	6	7	6
5	4	5	7	6
6	6	4	6	6
7	7	6	6	5
5	8	7	6	6
7	9	9	7	6
6	9	9	7	8
6	8	9	7	7

**Tabla 2***Análisis de Varianza*

<b>Resumen</b>				
<b>Grupos</b>	<b>Cuenta</b>	<b>Suma</b>	<b>Promedio</b>	<b>Varianza</b>
16	14	398	28,428571	51,802198
35	14	462	33	117,53846
26	14	489	34,928571	80,225275
36	14	506	36,142857	17,054945
30	14	487	34,785714	23,412088

Continuación tabla 2

<b>Análisis de Varianza</b>						
<b>Origen de las variaciones</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Promedio de los cuadrados</b>	<b>F</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Valor crítico para F</b>
Entre grupos	512,943	4	128,23571	2,2107093	0,0774718	2,5130401
Dentro de los grupos	3770,43	65	58,006593			
Total	4283,37	69				
Ho	Todos los ensayos tienen la misma cantidad de promedio en altura					Se acepta la hipótesis nula
Ha	Por lo menos 2 ensayos tienen diferente altura					Rechazamos la hipótesis alterna

**Apéndice E***Análisis Anova Cuatro de Altura***Tabla 1***Crecimiento del 30 de agosto*

<b>REGISTRO DE ALTURA (CM)</b>				
<b>TESTIGO</b>	<b>MINIMO</b>	<b>INTERMEDIO</b>	<b>MAXIMO</b>	<b>QUMICO</b>
51	57	41	56	48
39	54	64	60	60
36	42	49	58	60
38	43	53	65	62
54	56	48	59	59
56	42	51	56	65
32	31	42	46	40
56	38	49	52	53
52	25	44	51	53
36	47	25	51	51
44	55	50	42	49
42	67	52	48	55
32	74	70	60	50
38	64	70	61	64
39	72	65	55	51

**Tabla 2***Análisis de Varianza*

<b>Resumen</b>				
<b>Grupos</b>	<b>Cuenta</b>	<b>Suma</b>	<b>Promedio</b>	<b>Varianza</b>
4	14	78	5,5714286	0,8791209
6	14	91	6,5	2,8846154
5	14	95	6,7857143	2,489011
7	14	96	6,8571429	0,4395604
6	14	89	6,3571429	0,7087912

Continuación tabla 2

<b>Análisis de Varianza</b>						
<b>Origen de las variaciones</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Promedio de los cuadrados</b>	<b>F</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Valor crítico para F</b>
Entre grupos	14,77142857	4	3,6928571	2,4948033	0,0513414	2,5130401
Dentro de los grupos	96,21428571	65	1,4802198			
Total	110,9857143	69				
Ho	Todos los ensayos tienen la misma cantidad de promedio en grosor de tallo					Se acepta la hipótesis nula
Ha	Por lo menos 2 ensayos tienen diferente grosor					Rechazamos la hipótesis alterna

**Apéndice F***Análisis Anova Cuatro de Grosor de Tallo***Tabla 1***Desarrollo del 30 de agosto*

<b>GROSOR DE TALLO (ML)</b>				
<b>TESTIGO</b>	<b>MINIMO</b>	<b>INTERMEDIO</b>	<b>MAXIMO</b>	<b>QUIMICO</b>
7	10	7	9	8
6	8	10	10	9
6	7	8	9	10
7	7	9	10	9
9	9	9	10	9
8	8	9	9	9
7	6	7	8	8
6	6	10	9	9
7	5	7	9	8
8	8	5	8	8
8	9	8	7	7
6	10	9	8	9
9	10	10	10	8
8	10	10	10	10
7	10	10	8	8

**Tabla 2***Análisis de Varianza*

<b>Resumen</b>				
<b>Grupos</b>	<b>Cuenta</b>	<b>Suma</b>	<b>Promedio</b>	<b>Varianza</b>
51	14	594	42,428571	73,802198
57	14	710	50,714286	225,45055
41	14	732	52,285714	145,6044
56	14	764	54,571429	42,263736
48	14	772	55,142857	47,824176

Continuación tabla 2

<b>Análisis de Varianza</b>						
<b>Origen de las variaciones</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Promedio de los cuadrados</b>	<b>F</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Valor crítico para F</b>
Entre grupos	1471,6571	4	367,91429	3,4388044	0,0130361	2,5130401
Dentro de los grupos	6954,2857	65		106,98901		
Total	8425,9429	69				
Ho	Todos los ensayos tienen la misma altura			Rechazamos la hipótesis nula		
Ha	Por lo menos dos ensayo tienen diferente altura.			Aceptamos la hipótesis alterna		

**Apéndice G***Análisis Anova Cinco de Altura***Tabla 1***Crecimiento y desarrollo del 15 de septiembre*

<b>REGISTRO DE ALTURA (CM)</b>				
<b>TESTIGO</b>	<b>MINIMO</b>	<b>INTERMEDIO</b>	<b>MAXIMO</b>	<b>QUMICO</b>
61	72	52	54	57
59	63	80	74	69
49	52	63	70	73
51	57	64	73	79
61	79	62	87	72
57	50	60	71	73
53	42	55	66	62
47	50	65	67	68
58	40	65	70	66
53	59	37	66	62
71	62	65	55	53
51	87	34	60	68
66	90	87	75	63
61	67	88	74	76
73	85	88	65	70

**Tabla 2***Análisis de Varianza*

<b>Resumen</b>				
<b>Grupos</b>	<b>Cuenta</b>	<b>Suma</b>	<b>Promedio</b>	<b>Varianza</b>
7	14	102	7,28571	1,1428571
10	14	113	8,07143	2,8406593
7	14	121	8,64286	2,2472527
9	14	125	8,92857	0,9945055
8	14	121	8,64286	0,7087912

Continuación tabla 2

<b>Análisis de Varianza</b>						
<b>Origen de las variaciones</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Promedio de los cuadrados</b>	<b>F</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Valor crítico para F</b>
Entre grupos	23,942857	4	5,98571	3,7721607	0,0080592	2,513040096
Dentro de los grupos	103,14286	65	1,58681			
<b>Total</b>	127,08571	69				
Ho	Todos los ensayos tienen el mismo grosor de tallo					Rechazamos la hipótesis nula.
Ha	Por lo tanto, todos los ensayos tienen diferente en grosor de tallo					Aceptamos la hipótesis Alterna.

**Apéndice H***Análisis Anova Cinco de Grosor de Tallo.***Tabla 1***Crecimiento y desarrollo del 15 de septiembre.*

<b>REGISTRO GROSOR DE TALLO (ML)</b>				
<b>TESTIGO</b>	<b>MINIMO</b>	<b>INTERMEDIO</b>	<b>MAXIMO</b>	<b>QUMICO</b>
9	11	8	7	9
8	10	12	10	12
7	9	9	10	11
9	9	10	12	11
12	10	9	12	10
9	9	10	10	11
8	6	8	10	10
7	8	10	11	11
8	6	7	11	10
8	9	6	9	9
10	10	11	9	8
7	12	10	8	10
10	12	13	11	10
9	9	12	10	11
10	12	14	10	10

**Tabla 2***Análisis de Varianza*

<b>Resumen</b>				
<b>Grupos</b>	<b>Cuenta</b>	<b>Suma</b>	<b>Promedio</b>	<b>Varianza</b>
61	14	810	57,857143	63,67032967
72	14	883	63,071429	272,532967
52	14	913	65,214286	280,7967033
54	14	973	69,5	57,19230769
57	14	954	68,142857	44,74725275

Continuación tabla 2

<b>Análisis de Varianza</b>						
<b>Origen de las variaciones</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Promedio de los cuadrados</b>	<b>F</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Valor crítico para F</b>
Entre grupos	1184,6571	4	296,16429	2,0597301	0,0962916	2,5130401
Dentro de los grupos	9346,2143	65	143,78791			
Total	10530,871	69				
Ho	Todos los ensayos tienen la misma altura.				Se acepta la hipótesis nula.	
Ha	Por lo menos 2 ensayos tienen diferente altura.				Rechazamos la hipótesis alterna.	

**Apéndice I***Análisis Anova Seis Alturas***Tabla 1***Crecimiento del 30 de septiembre*

<b>REGISTRO DE ALTURA (CM)</b>				
<b>TESTIGO</b>	<b>MINIMO</b>	<b>INTERMEDIO</b>	<b>MAXIMO</b>	<b>QUMICO</b>
59	77	50	72	60
58	69	83	73	70
52	55	63	75	65
52	59	67	84	86
56	77	62	75	79
58	56	67	80	80
57	51	57	86	69
53	50	74	76	75
64	51	59	75	88
63	65	43	67	65
66	65	75	57	94
52	94	74	63	76
72	95	89	81	65
60	74	100	90	79
78	96	93	74	77

**Tabla 2***Análisis de Varianza*

<b>Resumen</b>				
<b>Grupos</b>	<b>Cuenta</b>	<b>Suma</b>	<b>Promedio</b>	<b>Varianza</b>
9	14	122	8,714285714	2,065934066
11	14	131	9,357142857	3,631868132
8	14	141	10,07142857	4,994505495
7	14	143	10,21428571	1,258241758
9	14	144	10,28571429	0,989010989

Continuación tabla 2

<b>Análisis de Varianza</b>						
<b>Origen de las variaciones</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Promedio de los cuadrados</b>	<b>F</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Valor crítico para F</b>
Entre grupos	25,628571	4	6,407142857	2,475796178	0,0527775	2,5130401
Dentro de los grupos	168,21429	65	2,587912088			
Total	193,84286	69				
Ho	Todos los ensayos tienen el mismo grosor de tallo				Se acepta la hipótesis nula	
Ha	Por lo menos 2 ensayos tienen diferente grosor				Rechazamos la hipótesis alterna	

**Apéndice J***Análisis Anova Seis Grosos de Tallo.***Tabla 1***crecimiento del 30 de septiembre*

<b>REGISTRO GROSOR DE TALLO (ML)</b>				
<b>TESTIGO</b>	<b>MINIMO</b>	<b>INTERMEDIO</b>	<b>MAXIMO</b>	<b>QUIMICO</b>
9	11	9	10	10
9	9	11	11	11
9	9	9	10	11
8	9	10	12	11
10	11	10	11	11
8	9	11	10	12
8	7	8	11	11
8	8	11	11	11
9	8	8	11	10
9	10	7	9	9
11	10	12	9	8
9	12	12	9	10
11	14	13	10	9
7	10	13	12	11
10	13	15	11	11

**Tabla 2***Análisis de Varianza*

<b>Resumen</b>				
<b>Grupos</b>	<b>Cuenta</b>	<b>Suma</b>	<b>Promedio</b>	<b>Varianza</b>
59	14	841	60,071429	61,763736
77	14	957	68,357143	278,4011
50	14	1006	71,857143	239,82418
72	14	1056	75,428571	78,725275
60	14	1068	76,285714	80,835165

Continuación tabla 2

<b>Análisis de Varianza</b>						
<b>Origen de las variaciones</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Promedio de los cuadrados</b>	<b>F</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Valor crítico para F</b>
Entre grupos	2420,6571	4	605,16429	4,091439	0,005099504	2,513040096
Dentro de los grupos	9614,1429	65	147,90989			
Total	12034,8	69				
Ho	Todos los ensayos tienen la misma altura					Se rechaza hipótesis nula
Ha	Por lo menos 2 ensayos tienen diferente altura					Se acepta hipótesis alterna

**Apéndice K***Análisis Anova Siete de Altura.***Tabla 1***Crecimiento y desarrollo del 15 de octubre*

<b>REGISTRO DE ALTURA (CM)</b>				
<b>TESTIGO</b>	<b>MINIMO</b>	<b>INTERMEDIO</b>	<b>MAXIMO</b>	<b>QUIMICO</b>
61	80	54	79	68
63	68	83	80	79
58	54	67	81	84
55	64	70	89	92
64	79	66	80	89
61	60	77	83	70
60	56	67	82	82
58	64	81	84	85
66	50	68	80	84
64	74	49	70	73
86	67	84	72	62
51	101	83	66	68
78	94	94	85	81
69	81	101	87	93
83	101	100	94	85

**Tabla 2***Análisis de Varianza*

<b>Resumen</b>				
<b>Grupos</b>	<b>Cuenta</b>	<b>Suma</b>	<b>Promedio</b>	<b>Varianza</b>
9	14	126	9	1,3846154
11	14	139	9,9285714	3,9175824
9	14	150	10,714286	4,989011
10	14	147	10,5	1,0384615
10	14	146	10,428571	1,1868132

*Continuación tabla 2*

<b>Análisis de Varianza</b>						
<b>Origen de las variaciones</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Promedio de los cuadrados</b>	<b>F</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Valor crítico para F</b>
Entre grupos	26,371429	4	6,5928571	2,6336699	0,0419628	2,513040096
Dentro de los grupos	162,71429	65	2,5032967			
Total	189,08571	69				
Ho	Todos los ensayos tienen el mismo grosor de tallo				Se rechaza hipótesis nula	
Ha	Por lo menos 2 ensayos tienen diferente grosor				Se acepta hipótesis alterna	

**Apéndice L***Análisis Anova Siete de Grosor de Tallo.***Tabla 1***Crecimiento y desarrollo del 15 de octubre*

<b>REGISTRO GROSOR DE TALLO (ML)</b>				
<b>TESTIGO</b>	<b>MINIMO</b>	<b>INTERMEDIO</b>	<b>MAXIMO</b>	<b>QUIMICO</b>
10	13	9	10	10
10	9	12	12	11
9	9	9	10	12
9	10	10	12	12
10	12	11	11	11
9	10	11	10	13
8	8	8	11	10
8	10	11	12	13
9	8	9	12	10
12	11	8	11	9
12	10	15	10	9
9	14	12	10	10
11	15	14	12	11
10	11	14	11	12
11	13	11	13	11

**Tabla 2***Análisis de Varianza 1*

<b>Resumen</b>				
<b>Grupos</b>	<b>Cuenta</b>	<b>Suma</b>	<b>Promedio</b>	<b>Varianza</b>
61	14	916	65,428571	106,87912
80	14	1013	72,357143	282,70879
54	14	1090	77,857143	211,97802
79	14	1133	80,928571	56,071429
68	14	1127	80,5	84,269231

Continuación tabla 2

Análisis de Varianza						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	2398,2	4	599,55	4,040603	0,0054838	2,5130401
Dentro de los grupos	9644,7857	65	148,38132			
Total	12042,986	69				
Ho	Todos los ensayos tienen la misma altura					Se rechaza hipótesis nula
Ha	Por lo menos 2 ensayos tienen diferente altura					Se acepta hipótesis alterna

Tabla 3

Análisis de Varianza 2

Resumen						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
10	14	137	9,7857143	1,7197802		
13	14	150	10,714286	4,5274725		
9	14	155	11,071429	4,8406593		
10	14	157	11,214286	0,9505495		
10	14	154	11	1,6923077		
Análisis de Varianza						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	18,3714	4	4,5928571	1,672469	0,1670749	2,5130401
Dentro de los grupos	178,5	65	2,7461538			
Total	196,871	69				
Ho	Todos los ensayos tienen el mismo grosor de tallo					Se acepta hipótesis nula
Ha	Por lo menos 2 ensayos tienen diferente grosor					Se rechaza hipótesis alterna