



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

**“EFECTO DE LOS MICROORGANISMOS DE MONTAÑA EN LA PRODUCCIÓN
DE TOMATE RIÑÓN (*Solanum lycopersicum* L.), EN CHALTURA.”**

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

AUTOR:

TIGSE CUZCO DARWIN GEOVANNY

DIRECTORA:

Lcda. IMA SÁNCHEZ DE CÉSPEDES MSc.

Ibarra, 2022

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

“EFECTO DE LOS MICROORGANISMOS DE MONTAÑA EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE RIÑÓN (*Solanum lycopersicum* L.), EN CHALTURA.”

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como requisito parcial para obtener Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

APROBADO:

Lcda. Ima Sumac Sánchez de Céspedes, MSc.

DIRECTORA



FIRMA

Ing. Miguel Gómez MSc.

MIEMBRO TRIBUNAL



FIRMA

Ing. Franklin Sánchez MSc.

MIEMBRO TRIBUNAL



FIRMA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN A FAVOR
DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
Cédula de identidad:	1004037659
Apellidos y nombres:	Tigse Cuzco Darwin Geovanny
Dirección:	Tabacundo, calle Simón Bolívar
Email:	dgtigsec@utn.edu.ec
Teléfono fijo:	0993316412

DATOS DE LA OBRA	
Título:	“Efecto de los microorganismos de montaña en la producción de tomate riñón (<i>Solanum lycopersicum</i> L.), en Chaltura.”
Autor:	Tigse Cuzco Darwin Geovanny
Fecha:	01/02/2022
Solo para trabajos de grado	
Programa	Pregrado
Título por el que opta	Ingeniero Agropecuario
Directora	Lcda. Ima Sumac Sánchez de Céspedes MSc.

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo, sin violar los derechos de autores terceros, por lo tanto, la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a 01 día del mes de febrero de 2022

EL AUTOR



.....
Tigse Cuzco Darwin Geovanny

C.I.: 100403765-9

ACEPTACIÓN

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Darwin Geovanny Tigse Cuzco, bajo mi supervisión.

Ibarra, a 01 día del mes de febrero de 2022



Lcda. Irma Sánchez de Céspedes MSc.
DIRECTORA DE TESIS

AGRADECIMIENTO

A mi madre por haberme guiado, aconsejado y por su amor incondicional, a mi padre por ser mi pilar de inspiración y por haberme enseñado que con esfuerzo y dedicación se puede cumplir los objetivos que nos proponemos.

A mi directora Lcda. Ima Sánchez, por el apoyo desinteresado, sus valiosos aportes y por haberse tomado el tiempo necesario para hacer las correcciones pertinentes y por todas las sugerencias para poder alcanzar los objetivos planteados.

Mi sincero agradecimiento a los docentes que formaron parte de este trabajo, Ing. Miguel Gómez, Ing. Franklin Sánchez y Dra. Julia Prado, quienes con sus conocimientos contribuyeron para el correcto desarrollo de la investigación.

También doy gracias a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Técnica del Norte, a todo el personal administrativo y docentes en general que colaboraron en mi formación profesional.

Darwin Goevanny Tigse Cuzco

DEDICATORIA

A mis padres Angel Tigse y Rosa Cuzco quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy una meta que tanto he anhelado, por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades.

A mis dos hijos Maythe y Adrian por ser el motor de mi vida, por ser la fuente de mi esfuerzo, por todas sus sonrisas que me brindaron y por los momentos sacrificados en nuestra vida como familia, que requirió el cumplimiento de esta tesis.

Darwin Goevanny Tigse Cuzco

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS	I
ÍNDICE DE TABLAS	III
ÍNDICE DE FIGURAS	V
ÍNDICE DE ANEXOS	VII
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	IX
CAPÍTULO I.....	10
INTRODUCCIÓN	10
1.1 Antecedentes.....	10
1.2 Problema.....	12
1.3 Justificación.....	13
1.4 Objetivos.....	15
1.5 Hipótesis	15
CAPÍTULO II	16
MARCO TEÓRICO	16
2.1 Tomate riñón.....	16
2.2 Variedad Pietro	18
2.3 Mecanismos de defensa de las plantas de tomate riñón	19
2.4 Principales plagas y enfermedades.....	21
2.5 Microorganismos de montaña (MM).....	28
2.6 Marco legal	33
CAPÍTULO III	37
MATERIALES Y MÉTODOS	37
3.1 Caracterización del área de estudio	37
3.2 Materiales y equipos	38
3.3 Métodos	39
3.4 Factor de estudio.....	39

3.5 Manejo del experimento	50
CAPÍTULO IV	56
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	56
4.1 Medición de la altura de la planta del tomate riñón	56
4.2 Diámetro del tallo evaluado en el cultivo de tomate riñón.....	59
4.3 Número de flores en el cultivo de tomate riñón.	61
4.4 Número de frutos cuajados por planta en el cultivo de tomate riñón.....	63
4.5 Número de frutos cosechados por planta en el cultivo de tomate riñón.....	66
4.6 Rendimiento de frutos por planta en el cultivo de tomate riñón.	68
4.6.1 Clasificación de frutos de acuerdo al calibre.....	71
4.7 Incidencia de mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i> W.).....	73
4.8 Incidencia de polilla (<i>Tuta absoluta</i> M.).....	76
4.9 Incidencia de los hongos fitófagos en tomate riñón.	77
4.10 Pérdida de peso de frutos durante la post cosecha.....	81
CAPÍTULO V	84
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	84
5.1 Conclusiones.....	84
5.2 Recomendaciones	84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
ANEXOS.....	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Proceso de reproducción de MM en fase líquida-sólida	31
Tabla 2. Características geográficas y climáticas de Chaltura	38
Tabla 3. Materiales y equipos utilizados en la investigación	38
Tabla 4. Descripción individual de factores por cada variable	39
Tabla 5. Análisis de varianza (ADEVA) para la altura de la planta	42
Tabla 6. Análisis de varianza (ADEVA) para el diámetro del tallo.....	43
Tabla 7. Análisis de varianza (ADEVA) para el número de flores, frutos cuajados, frutos cosechados y rendimiento de cada planta	43
Tabla 8. Análisis de varianza (ADEVA) para el calibre de los frutos	43
Tabla 9. Análisis de varianza (ADEVA) para la incidencia de mosca blanca	44
Tabla 10. Análisis de varianza (ADEVA) para la incidencia de polilla, moho gris y tizón tardío.....	44
Tabla 11. Análisis de varianza (ADEVA) para la pérdida de peso del tomate riñón.....	44
Tabla 12. Clasificación de los frutos de tomate de acuerdo al calibre	48
Tabla 13. Fertilización edáfica con fuentes compuestas en las diferentes etapas	54
Tabla 14. Volumen de solución de MM empleado por vía drench durante todo el ciclo del cultivo.....	55
Tabla 15. ADEVA del efecto de diferentes dosis de MM sobre la altura de planta en el cultivo de tomate var. Pietro	56
Tabla 16. ADEVA del efecto de diferentes dosis de MM sobre el grosor del tallo en el cultivo de tomate riñón var. Pietro	59
Tabla 17. ADEVA del número de flores por planta del cultivo de tomate riñón var. Pietro	61
Tabla 18. ADEVA del número de frutos cuajados por planta en el cultivo de tomate riñón var. Pietro	63
Tabla 19. ADEVA de la cantidad de frutos cosechados por planta en el cultivo de tomate riñón var. Pietro.....	66
Tabla 20. ADEVA del efecto de los MM sobre el rendimiento por planta en el tomate riñón var. Pietro	68

Tabla 21. ADEVA del efecto de los MM sobre el calibre de frutos en el cultivo tomate riñón var. Pietro	71
Tabla 22. Análisis de varianza sobre la incidencia de mosca blanca en el cultivo de tomate riñón var. Pietro.....	74
Tabla 23. ADEVA del efecto de los MM sobre la incidencia de polilla en el cultivo de tomate riñón var. Pietro.....	76
Tabla 24. Incidencia de polilla con diferentes dosis de MM en el cultivo de tomate riñón var. Pietro	77
Tabla 25. ADEVA sobre la incidencia del moho gris en el tomate riñón var. Pietro	78
Tabla 26. ADEVA sobre la incidencial del tizón tardío en el tomate riñón.....	80
Tabla 27. Incidencia de tizón tardío con diferentes dosis de MM en el cultivo de tomate riñón var. Pietro	80
Tabla 28. ADEVA del efecto de MM sobre la pérdida de peso de frutos en el tomate riñón var. Pietro	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tomate riñón variedad Pietro	18
Figura 2. Fase larvaria de la polilla.....	22
Figura 3. Fase adulta de mosca blanca.....	23
Figura 4. Fase adulta de trips	23
Figura 5. Afectación de minador en la hoja de tomate	24
Figura 6. Afectación por botrytis en tomate.....	25
Figura 7. Daños de alternaria en hoja de tomate	26
Figura 8. Daños de phytophthora en fruto de tomate.....	27
Figura 9. Afectación por xantomonas en tomate	28
Figura 10. Ubicación geográfica de la zona de estudio	37
Figura 11. Distribución de los tratamientos	40
Figura 12. Diseño de la unidad experimental.....	41
Figura 13. Evaluación del diámetro de la planta de tomate	45
Figura 14. Medición de la altura de la planta.....	45
Figura 15. Conteo del número de flores en cada planta.....	46
Figura 16. Número de frutos cuajados por planta	47
Figura 17. Frutos cosechados en el cultivo de tomate	47
Figura 18. Producción de tomate bajo invernadero	48
Figura 19. Altura de la planta de tomate riñón var. Pietro con diferentes dosis de MM	57
Figura 20. Diámetro del tallo a los 30-65-110 días después del trasplante en el cultivo de tomate riñón var. Pietro.....	60
Figura 21. Número de flores por planta con diferentes dosis de MM en el cultivo de tomate riñón var. Pietro.....	62
Figura 22. Número de frutos cuajados por planta con diferentes dosis de MM en el cultivo de tomate riñón var. Pietro.....	64

Figura 23. Cantidad de frutos cosechados por planta con diferentes dosis de MM aplicados en el cultivo de tomate riñón var. Pietro	67
Figura 24. Efecto de diferentes dosis de MM sobre el rendimiento del tomate riñón var. Pietro	69
Figura 25. Relación del calibre del fruto con la aplicación de MM en el cultivo de tomate riñón var. Pietro.....	72
Figura 26. Incidencia de mosca blanca en el cultivo de tomate riñón con relación a los días después del trasplante.....	74
Figura 27. Incidencia de mosca blanca en el cultivo de tomate riñón con relación a las dosis de microorganismos aplicados	75
Figura 28. Incidencia del moho gris con relación a los microorganismos aplicados en el cultivo de tomate riñón var. Pietro	79
Figura 29. Influencia de los MM en la pérdida de peso de frutos después de la cosecha en el tomate riñón var. Pietro	82

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de suelo (contenido de macro y micronutrientes)	95
Anexo 2. Altura de la planta	96
Anexo 3. Diámetro del tallo	96
Anexo 4. Número de flores por planta	97
Anexo 5. Número de frutos cuajados por planta.....	97
Anexo 6. Rendimiento en kg por planta	97
Anexo 7. Clasificación de frutos de acuerdo al calibre.....	98
Anexo 8. Incidencia de mosca blanca	98

“EFECTO DE LOS MICROORGANISMOS DE MONTAÑA EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE RIÑÓN (*Solanum lycopersicum* L.), EN CHALTURA.”

Autor: Darwin Geovanny Tigse Cuzco

*Universidad Técnica del Norte

Correo: dgtigsec@utn.edu.ec

RESUMEN

La agricultura ecológica utiliza diferentes técnicas que son seguras para el hombre y amigables con el medio ambiente, entre ellas, el uso de microorganismos de montaña, ya que desde la década pasada son una alternativa para mejorar las propiedades del suelo y aumentar la producción de los cultivos. Esta investigación se desarrolló en la granja experimental “La Pradera” ubicada en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura, con la finalidad de evaluar el efecto de los microorganismos de montaña de suelos de páramo, en la producción de tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.). Para lo cual se estableció un diseño experimental de bloque completo al azar, haciendo un total de tres tratamientos con tres repeticiones. Los factores evaluados fueron las dosis de microorganismos con tres niveles de aplicación (5% V/V, 10% V/V, 20% V/V) más un testigo, se hizo la captura y posterior activación de los microorganismos de montaña en suelos cercanos al ensayo, las aplicaciones se realizaron cada 15 días desde el trasplante hasta la producción mediante vía foliar y al suelo. Los análisis estadísticos mostraron que el mejor tratamiento en cuanto a características agronómicas y rendimiento fue la dosis del 5% (V/V) de solución, llegando a concluir que el uso de estos microorganismos desde fases iniciales en los diferentes sembríos contribuyen a la recuperación de los suelos y mejoran el potencial agrícola de los cultivos, además se recomienda caracterizar a los microorganismos por especies para posteriores investigaciones.

Palabras clave: microorganismos eficientes, agricultura orgánica, bioinsumos, cultivos bajo invernadero, tomate de mesa.

"EFFECT OF MOUNTAIN MICROORGANISMS ON THE PRODUCTION OF KIDNEY TOMATO (*Solanum lycopersicum* L.), IN CHALTURA."

Autor: Darwin Geovanny Tigse Cuzco

*Universidad Técnica del Norte

Correo: dgtigsec@utn.edu.ec

ABSTRACT

Ecological agriculture uses different techniques that are safe for man and friendly to the environment, including the use of mountain microorganisms, since the past decade they have been an alternative to improve soil properties and increase crop production. This research was developed at the experimental farm "La Pradera" located in the Antonio Ante canton, Imbabura province, in order to evaluate the effect of mountain microorganisms from páramo soils, on the production of kidney tomato (*Solanum lycopersicum* L.). For which a randomized complete block experimental design was established, making a total of three treatments with three repetitions. The factors evaluated were the doses of microorganisms with three application levels (5% V / V, 10% V / V, 20% V / V) plus a control, the capture and subsequent activation of mountain microorganisms in soils was made close to the trial, the applications were made every 15 days from transplantation to production via foliar and soil. The statistical analyzes show that the best treatment in terms of agronomic characteristics and yield was the dose of 5% (V/V) solution, reaching the conclusion that the use of these microorganisms from the initial phases in the different crops applied to the recovery of the soils and improve the agricultural potential of the crops, it is also recommended to characterize the microorganisms by species for further research.

Keywords: efficient microorganisms, organic agriculture, bio-inputs, greenhouse crops, table tomato.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La agricultura ecológica emplea diferentes maneras y técnicas que son amigables con el medio ambiente, presentadas como una alternativa de sostenibilidad a través del uso de microorganismos útiles para mejorar las condiciones del suelo, un complejo de éstos son los denominados microorganismos de montaña (MM), que están conformados por hongos, bacterias y levaduras que se hallan en las zonas naturales, en donde no ha existido intervención del hombre; los cuales han proporcionado grandes beneficios en el suelo y los cultivos agrícolas (Toalombo, 2012).

Los microorganismos de montaña en la agricultura ayudan a fijar nitrógeno atmosférico, aceleran la descomposición de la materia orgánica, favorecen la desintoxicación del suelo por el uso de fungicidas y optimizan la producción de compuestos bioquímicos como vitaminas y hormonas que estimulan un mejor desarrollo de las plantas (Terry *et al.*, 2005).

Dentro de los microorganismos de montaña se destaca *Trichoderma* sp, que es un hongo invasor oportunista que se caracteriza por su rápido crecimiento, por la capacidad de asimilar una amplia gama de sustratos y por la producción de compuestos antimicrobianos. Algunas especies, han sido explotadas como agentes de control biológico (BCA) de patógenos en el cultivo de tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.), incluyendo a *Botritis* sp., *Pythium* sp. y nematodos en general, todo mediado por la producción de enzimas de degradación de la pared celular como celulasas, quitinasas, glucanasas y la producción de antibióticos (Cano, 2011).

Umaña *et al.* (2017) sostienen que, estos microorganismos proporcionan efectos positivos porque provocan modificaciones en el suelo, por ende, mejoran el crecimiento de las plantas y por otro lado aumentan la producción de alimentos más sanos. Los resultados que ellos obtuvieron fue un aumento en la rizosfera especialmente de hongos, bacterias y actinobacterias benéficas, luego de inoculaciones semanales durante 90 días lo cual redujo el nivel de patógenos.

Dentro de esta investigación también se consideraron las características agronómicas del cultivo siendo de importancia significativa el tamaño y biomasa de raíces en la acelga *Beta vulgaris* L., los mejores resultados en comparación al testigo fue el tratamiento al que se aplicó el biofertilizante con una fermentación de 15 días; ya que se logró un efecto positivo por la aplicación de microorganismos benéficos alrededor de la raíz permitiendo establecer y acelerar procesos bioquímicos que influyen sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas.

En el trabajo de investigación desarrollado por Carriel (2017) se obtuvo una influencia directa sobre la altura de las plantas con la utilización del producto comercial Bacthon que contiene *Azotobacter chroococcum* V., *Lactobacillus acidophilus* H. y *Saccharomyces cerevisiae* M. alcanzando una altura de 6.24 cm a los 24 días, mientras que en el testigo solo se alcanzaron 4.36 cm, es decir, que implica la obtención de plantas vigorosas y con mayor tamaño al momento del trasplante.

Campo *et al.* (2014) evaluaron el efecto de los microorganismos de montaña en la producción de acelga, en su estudio utilizaron microorganismos provenientes de tres fuentes: de un cafetal, de un bosque cercano y de un potrero. Los mejores resultados con respecto a la altura de las plantas y largo de las hojas fueron con la aplicación de los microorganismos de montaña del bosque a una concentración del 10 %, mientras que, con los microorganismos de las otras fuentes utilizadas los resultados obtenidos fueron inferiores.

1.2 Problema

El rápido crecimiento de la población, da como resultado un mayor consumo de alimentos, sobre todo de tomate riñón al ser una de las hortalizas de principal consumo, por tal motivo, los agricultores han aumentado la frontera agrícola mediante prácticas que no son sustentables, lo que acelera la degradación del suelo y genera un mayor impacto ambiental (Naranjo, 2017).

Si bien los biofertilizantes y fungicidas orgánicos causan poco o ningún efecto nocivo sobre los agricultores, ocurre lo contrario con los de origen de síntesis química, los plaguicidas con mayor índice de toxicidad son los compuestos organoclorados; éstos persisten en los agro ecosistemas durante varios ciclos debido a que no son hidrosolubles. Los efectos nocivos en las personas se pueden detectar en los sistemas nervioso, reproductor e inmunológico, considerándose como generadores potenciales de problemas de cáncer, asma e infertilidad; principalmente de los agricultores que los manipulan a diario sin la debida protección (Brown y Reyes, 2003).

La agricultura convencional, está representando una amenaza para el ecosistema y la biodiversidad, en paralelo constituye un riesgo para la salud de los seres humanos por la dependencia de los agroquímicos donde se quiere obtener una mayor cantidad de alimentos por el crecimiento poblacional. Por ende, el incremento del consumo per cápita a nivel mundial representa 2 940 (kcal/cápita/día) y al 2030 aumentará a 3 050 (kcal/cápita/día), lo que significa, que también se incrementará la producción de alimentos para el consumo como el tomate riñón (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2013).

En Ecuador, la producción de tomate de riñón para el año 2016 fue de 55 550 toneladas, de esta cifra el 4% (2 021 Tm) se produjo en la provincia de Pichincha, con respecto a la utilización de fertilizantes y plaguicidas en este cultivo se evidenció que el

78.24% de la superficie cultivada se aplicaron productos químicos para mejorar la producción; de igual forma, la mayoría de los productores no han recibido capacitaciones para el uso de plaguicidas y solo un 3.91% es realizado por personal técnico capacitado (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC], 2017).

1.3 Justificación

Los agricultores están cambiando la forma de cultivar sus productos, ya que al realizar monocultivos con excesivo uso de pesticidas se pierde la fertilidad de los suelos y a corto plazo la producción se vuelve insostenible, por lo que, el uso de microorganismos de montaña se presenta como una alternativa interesante para asegurar una producción de calidad (Aguilera, 2016).

Los MM estimulan la germinación de semillas y el enraizamiento de plántulas de tomate riñón y otros cultivos gracias a la producción de reguladores de crecimiento y vitaminas, también participan en la fijación de N_2 , la solubilización de elementos minerales en el suelo y son utilizados como agentes de control biológico de patógenos ya que desarrollan fenómenos de antagonismo microbio-microbio, incrementando la resistencia al estrés tanto biótico como abiótico; todo esto se contempla como una importante alternativa para la sustitución parcial o total de los fertilizantes minerales y menor utilización de fungicidas (Grageda-Cabrera *et al.*, 2012).

Chaltura, al ser considerado un sector agrícola, se vuelve una alternativa interesante para la implementación de bioinsumos a base de microorganismos que sirvan como complemento a la fertilización de los cultivos.

La elaboración de productos como bocashi, compost o biofertilizantes son los principales que ayudan a mejorar la fertilidad de los suelos, debido a que, aportan nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas y reducen la dependencia hacia los agrotóxicos,

que causan daños a la salud y pérdidas de los cultivos por técnicas insostenibles (Naranjo, 2017).

En Chaltura una de las principales fuentes de ingresos es la agricultura, donde la mayoría de productores tienen parcelas menores a 2 ha de extensión, los cuales se han inclinado por sembrar otros cultivos como el tomate de riñón por su alta demanda, pero tienen bajos rendimientos y como resultado una mínima rentabilidad económica. Siendo el problema, la falta de capacitación técnica y la poca incorporación de abonos orgánicos a sus parcelas, lo que podría causar a corto plazo el abandono de las tierras si no se implementan prácticas agroecológicas (Jiménez, 2016).

Por lo tanto, este proyecto servirá para fortalecer la producción campesina ya que, los tomates producidos con la incorporación de microorganismos a la fertilización se podrán distribuir en las ferias agroecológicas del sector, siendo una fuente de ingresos y aportando al desarrollo de la zona.

Además, el presente proyecto es relevante porque al incorporar los microorganismos de montaña al cultivo de tomate riñón, podría ser una alternativa que ayude en la reducción de plagas y con esto lo que se busca es que los agricultores dejen de depender de la mayor parte de insumos (productos químicos – plaguicidas). Adicionalmente, servirá como un aporte a futuras investigaciones relacionadas con los efectos de microorganismos de montaña asociados a los cultivos de la zona o de otros lugares.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de los microorganismos de montaña en la producción de tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.) en Chaltura.

1.4.2 Objetivos específicos

- Comparar la eficiencia de los microorganismos de montaña en las características agronómicas en cultivo de tomate riñón.
- Evaluar el rendimiento a la cosecha con microorganismos de montaña en cultivo de tomate riñón.
- Determinar la incidencia de plagas y enfermedades en el cultivo de tomate riñón.

1.5 Hipótesis

- Ho: La implementación de microorganismos de montaña en condiciones de invernadero no incide en la mejora de la producción de tomate riñón de calidad, en Chaltura-Imbabura.
- Ha: La implementación de microorganismos de montaña en condiciones de invernadero incide en la mejora de la producción de tomate riñón de calidad, en Chaltura-Imbabura.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Tomate riñón

El tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.), forma parte de la familia de las solanáceas, este cultivo es originario de los Andes (Perú, Ecuador, Argentina, Bolivia, Colombia y Chile), (Ausay, 2015).

Este crece en lugares en días soleados, suelos calcáreos, arcillosos y pizarrosos, la temperatura idónea en el día está entre los 26 - 28°C mientras que en la noche debe estar entre 15 - 18°C. La humedad óptima para el crecimiento del tomate riñón es entre 60 – 80%; pH de 6.80 - 7.50 (Gavilanes, 2017).

El tomate riñón es una planta dicotiledónea perteneciente a la familia de las Solanáceas. López (2020) manifiesta que la taxonomía de la especie *S. lycopersicum* L. es la siguiente:

- **Reino** Plantae
- **Clase** Magnoliopsida
- **Orden** Solanales
- **Familia** Solanaceae
- **Genero** *Solanum*
- **Especie** *S. lycopersicum*
- **Nombre científico** *Solanum lycopersicum* L.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2013) destaca que el tomate riñón es una de las hortalizas más cultivadas a nivel mundial, especialmente para el consumo fresco y para la industrialización de productos derivados. Este

producto aporta valores nutricionales cuando se consume, entre estos están la vitamina C, hierro, potasio y vitamina A.

El proceso de cultivo de tomate riñón es el siguiente:

- **Preparar terreno:** Inicia con el análisis de suelo, luego el arado del suelo hasta unos 30 cm, previos a esto es importante que se nivele el terreno.
- **Trasplante:** Luego de 28 días se siembran las plantas en el lugar definitivo, a una distancia de 30 cm entre planta para un solo eje y a 40 cm para plantas de doble eje. La distancia entre hileras varía de 1.10 m a 1.4 m dependiendo de las condiciones ambientales.
- **Poda:** Se realiza la poda de los tallos y hojas enfermas a partir de la tercera semana después del trasplante.
- **Tutoraje:** Consiste en emplear dos cables en la parte superior del invernadero y por medio de piolas o cintas tomateras se mantiene erguida la parte aérea de las plantas a lo largo del ciclo para disminuir el contacto con el suelo.
- **Deshierba y aporques:** Se pueden efectuar de forma manual, eliminando las hierbas o malezas, este mecanismo se realiza desde la segunda semana luego del trasplante con un intervalo de 1 mes para evitar que las plagas se proliferen en las malezas.
- **Riego:** Se considera un mecanismo de riego como el de goteo, para distribuir el agua de manera adecuada en el cultivo.
- **Fertilización:** Consiste en colocar abonos orgánicos o minerales, especialmente en suelos que no son tan fértiles, con la finalidad de cubrir carencias nutricionales de cultivo de tomate riñón en base al análisis de suelo que se realiza al inicio del ciclo del cultivo.

2.2 Variedad Pietro

Es un tomate de larga vida, ligeramente redondeado indeterminado grueso y firme. Planta de gran adaptabilidad que produce frutos grandes, es una planta vigorosa con buena cobertura foliar y entrenudos cortos. Sus racimos son uniformes de 5 a 7 frutos, mantienen un calibre 230-250 g hasta el último racimo con excelente post cosecha y se adapta bien a campo abierto e invernadero (Edifarm, 2016).

El tomate variedad Pietro (Figura 1), presenta crecimiento vegetativo indeterminado o continuo, por lo que es necesario sujetar las plantas con cintas hacia los tutores para orientar su desarrollo. Con un buen manejo la floración, fructificación y cosecha se extiende por periodos largos de aproximadamente 7 meses, en lugares donde sobrepasan los 2 500 m.s.n.m. (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2014).

Figura 1

Tomate riñón variedad Pietro



2.3 Mecanismos de defensa de las plantas de tomate riñón

Según Vivanco *et al.* (2005) afirman que las plantas producen respuestas endógenas y exógenas para su protección, debido a los daños causados por factores bióticos y abióticos con el propósito de crecer para asegurar su supervivencia.

- **Inductores de resistencia**

Cuando no hay fitopatógenos que afecten el crecimiento normal de las plantas se puede inducir resistencia mediante agentes externos, estos inductores o electores producen cambios fisiológicos en los tejidos donde se sintetizan sustancias fitoquímicas a causa del ataque por microorganismos.

- **Inductores bióticos**

Surgen frente a los factores bióticos con el propósito de asegurar su supervivencia, dichos mecanismos de defensa son las fitoalexinas que se encuentran en mínimas cantidades en todos los vegetales con la finalidad de mejorar el sistema inmune de las plantas, dichos compuestos que se sintetizan de manera gradual en presencia de microorganismos, animales o frente a condiciones de estrés que dañen los tejidos de las plantas.

- **Inductores abióticos**

Son compuestos como: el ácido acético, benzotiadiazol, silicón, etanol; se consideran inductores abióticos a las sustancias propias de las plantas con el ácido jasmónico, metil jasmonato, metil salicilato, ácido salicílico, etileno, auxinas, citoquininas y giberelinas; adicional a esto hay factores físicos como: sequía, concentración de CO₂, alteración en la composición de gas, temperatura extrema, alta presión, radiación UV, estrés salino y heridas (Baenas *et al.*, 2014).

- **Resistencia sistémica inducida**

Según Cano (2011) los microorganismos de montaña tienen la capacidad de activar algunos mecanismos de defensa de las plantas, pudiéndose utilizar como elicitores o inductores para favorecer la resistencia sistémica inducida en plantas de tomate riñón hacia enfermedades como *Fusarium oxysporum* F. y *Alternaria solani* A. en el cultivo de tomate riñón.

Trichoderma sp. actúa sobre patógenos del suelo que son causantes del mal del talluelo en tomate riñón mediante el confinamiento y la inhibición del patógeno; otros mecanismos de resistencia son la producción de reguladores de crecimiento, la estimulación de división celular y el crecimiento radicular de las plantas, adicional a esto el hongo entomopatógeno ha demostrado ser efectivo en el control de organismos foliares como *Botritis* sp., mediante aplicaciones semanales (Jaimes *et al.*, 2009).

En cuanto a la utilización de esporas de *Bacillus* spp. y *Pseudomonas fluorescens* Migula, se ha observado un incremento significativo en la producción de ácido jasmónico luego de tres horas posteriores a su aplicación en cultivos de tomate *Solanum lycopersicum* L. H. Karst y pimiento *Capsicum annum* L, lo cual coincide con estudios similares en donde se inoculó esporas de *Bacillus* spp. en plantas de pepino *Cucumis sativus* M. Hiroe activando la resistencia sistémica contra *Pseudomonas syringae* Van Hall, logrando mayor producción de ácido salicílico 4 horas después de la aplicación. *Pseudomonas fluorescens* Migula es una bacteria que se ha reportado como activadora de la resistencia sistémica inducida hacia algunos patógenos ya que está involucrada en la producción de amonio, antibióticos, compuestos volátiles y sideróforos como el ácido salicílico que están implicados en la habilidad de ciertas cepas para inducir resistencia en las plantas (Herrera, 2018).

El uso de micorrizas ayuda a mejorar la absorción de nutrientes como el fósforo en el cultivo de tomate riñón, donde generan tolerancia contra patógenos del suelo, mejoran la

distribución de la biomasa y vuelven a las plantas más resistentes frente a condiciones de estrés debido a la simbiosis que hay entre las raíces y los micelios de los hongos. Inoculaciones semanales de micorrizas disminuyen los daños al nivel de raíz como *Pythium* sp. y *Phytophthora* sp., además daños en el sistema vascular como: *Verticillium* sp. y *Fusarium* sp. (Orna, 2009).

2.4 Principales plagas y enfermedades

Según Santamaría (2018), en Ecuador existe un sin número de plagas, enfermedades y otras alteraciones que son de importancia económica especialmente en el cultivo intensivo de invernadero, ya que traen consigo un alto porcentaje de pérdidas de la producción y rendimiento de los cultivos de tomate riñón.

2.4.1 Plagas del tomate

Polilla del tomate (*Tuta absoluta* Meyrick)

Es una plaga originaria de Sudamérica, donde representa uno de los problemas fitosanitarios más importantes, se le considera una plaga devastadora que afecta al cultivo de tomate además de otras hortalizas (Ruisánchez, 2013).

Esta especie se caracteriza por dañar las partes más principales de la planta (Figura 2), en particular las estructuras de la hoja, donde consume todo el mesófilo dejando solo la epidermis, por lo que la zona afectada presenta grandes cámaras que se ven transparentes, con frecuencia las larvas al pasar a otro estadio para mudar abandonan la galería para instalarse en el follaje o tallos; cuando está próxima a algún fruto se descuelga a través de un hilo fino que ella misma produce para penetrar el fruto, ya sea verde o maduro, luego ingresa por la zona de los sépalos, dejando una lesión superficial y galerías en el interior (Instituto de Investigaciones Agropecuarias [INIA], 2018).

Figura 2

Fase larvaria de la polilla



Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood y *Bemisia tabaci* Gennadius).

La mosca blanca es un insecto común y abundante en épocas de sequía (Figura 3). Al tomate riñón lo atacan dos especies de mosca blanca, la especie *Bemisia tabaci* Gennadius es más frecuente en climas cálidos y la especie *Trialeurodes vaporariorum* Westwood que predomina en zonas de clima frío moderado (Cuéllar y Morales, 2006).

Los daños directos como amarillamientos y debilitamiento de las plantas son ocasionados por larvas y adultos al alimentarse, absorbiendo la savia de las hojas. Los daños indirectos se deben a la proliferación de negrilla sobre la melaza que excreta la mosca blanca, manchando y depreciando los frutos y dificultando el normal desarrollo de las plantas (Paz, 2009).

Figura 3

Fase adulta de mosca blanca



Trips (Frankliniella occidentalis Pergande)

Los daños directos se producen por la alimentación de larvas y adultos como indica la Figura 4, sobre todo en el envés de las hojas, dejando un aspecto amarillento en los órganos que fueron afectados y en corto tiempo mueren. El daño indirecto es el que tiene mayor importancia, ya que estos insectos se encargan de transmitir el virus del bronceado del tomate (TSWV), cuando se sacuden las flores en la palma de la mano se puede observar si hay, ya que se localizan específicamente en las flores (Paz, 2009).

Figura 4

Fase adulta de trips



Minadores de hoja o "Submarino" (*Liriomyza trifolii* Burgess).

Los minadores son de importancia económica, ya que en su etapa de larva se alimenta del parénquima de las hojas (Figura 5), cuando los ataques son severos causan disminución en la producción de energía para realizar la fotosíntesis; por ende se reduce la disponibilidad de alimento para la planta, ocasionando la muerte de no haber un control adecuado y en el tiempo exacto. Generalmente el insecto se presenta en etapas iniciales del cultivo, reduciendo sus poblaciones cuando el follaje está maduro, después las larvas hacen galerías en toda la hoja, alrededor de las nervaduras, dentro del manejo integrado de plagas es necesario el uso de trampas amarillas o de color negro que sean adhesivas para la captura de adultos (Gortaire, 2005).

Figura 5

Afectación de minador en la hoja de tomate



2.4.2 Enfermedades del tomate

Moho gris (Botrytis sp.)

Es un hongo polífago ascomiceto con un amplio rango de huéspedes y persiste en el ambiente, mismo que causa la podredumbre o “moho gris” en diversos cultivos de importancia económica como el tomate riñón, este cultivo es afectado por la enfermedad tanto en campo abierto como en invernadero, en cuanto a su etiología es un patógeno con un estilo de vida necrotrófico (mata las células vegetales en los primeros estadios de la infección y estas le permite adquirir los nutrientes necesarios para poder multiplicarse); los necrotrofos producen maceración del tejido vegetal mediante un amplio rango de enzimas y fitotoxinas que degradan la pared celular vegetal (Archila, 2018).

El agente causal del moho gris sobrevive en restos de cosecha o infectando otras plantas (Figura 6), siendo su principal forma de dispersión mediante el viento debido a sus esporas livianas, las condiciones ambientales para la ocurrencia son temperaturas moderadas y humedad relativa alta. Plantaciones realizadas en alta densidad, en períodos lluviosos o en invernaderos mal ventilados, presentan las condiciones favorables para el desarrollo de epidemias según el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA, 2012).

Figura 6

Afectación por botrytis en tomate



Tizón temprano (*Alternaria solani* Cooke)

Es una de las enfermedades más importantes del tomate a nivel mundial (Figura 7), este hongo puede afectar todos los órganos aéreos del cultivo y cuando los ataques son severos lastima todas las hojas de las plantas. Por tal motivo, la producción se reduce desde un 50 hasta un 80%, ya que al no tener la suficiente área foliar se disminuye el transporte de los minerales del suelo hacia los diferentes tejidos (Paz *et al.*, 2013).

Figura 7

Daños de alternaria en hoja de tomate



Tizón tardío (*Phytophthora infestans* Mont. de Bary).

Coromoto y Reyes (2018) mencionan que es la enfermedad más peligrosa del cultivo de tomate riñón, se da en climas fríos y húmedos, puede ocasionar la pérdida total del cultivo, causa lesiones de forma irregular, hundidas de color verdoso y ataca a todas las partes de la planta como indica la Figura 8.

Figura 8

Daños de phytophthora en fruto de tomate



Conocido por los agricultores como tizón tardío o lancha del tomate, es característico en zonas con temperaturas entre 15 y 22°C y humedad relativa mayor al 80%, el patógeno se transmite a través de las semillas y puede sobrevivir en forma de micelio en otros cultivos asociados o plantas que sean de la familia de las solanáceas o en residuos de cosechas anteriores, pudiendo sobrevivir por largos periodos. La infección en el fruto se encuentra alrededor del 40 al 90% en los lugares que no realizó la aplicación de fungicidas; mientras que la afectación en invernaderos que se utilizó una rotación de sistémicos puede ser del 12 al 50% (Cardona-Piedrahita *et al.*, 2016).

Mancha bacteriana del tomate (Xanthomonas spp.)

Es una de las enfermedades foliares más importantes del cultivo al aire libre. Hasta el momento el control se basa en la reiterada aplicación foliar preventiva de productos, principalmente a base de cobre muchas veces mezclado con mancozeb, temperaturas de 20 a 30 °C en días de elevada humedad ambiental con precipitaciones permiten la aparición de síntomas, la ocurrencia de viento permite una rápida diseminación de la bacteria incrementando la enfermedad (Figura 9), los primeros síntomas aparecen en las hojas más

viejas como pequeñas áreas irregulares de color oscuro que se distribuyen en toda la superficie, estas lesiones rápidamente se unen y forman grandes áreas muertas que producen la caída de las hojas (Maeso *et al.*, 2015).

Figura 9

Afectación por xantomonas en tomate



2.5 Microorganismos de montaña (MM)

Los microorganismos de montaña son todos los hongos, bacterias, micorrizas, levaduras y otros organismos benéficos que se encuentran en el suelo de montañas, bosques y sitios sombreados, específicamente en suelos donde no se ha aplicado productos agroquímicos, lo que significa que se desarrollan en un entorno natural (Agencia de Cooperación Internacional del Japón [JICA], 2015).

Para la obtención de microorganismos eficientes no se necesita de tecnologías sofisticadas, por lo que la fabricación tiene un costo reducido y se aprovecha la gran variedad microbiana presente en los lugares boscosos, que tienen que estar cercanos a los sitios de explotación agrícola, con el fin de aprovechar la adaptación que tienen estos microorganismos

a las condiciones de la zona y que luego son incorporados a los cultivos para mejorar las características agronómicas de los mismos (Castro *et al.*, 2015).

Se destaca que los microorganismos de montaña presentan las siguientes características:

- Se desarrollan en adecuadas condiciones de sustrato, humedad, pH y temperatura.
- Los componentes de estos microorganismos permiten medir la fertilidad de los suelos.
- Para que los microorganismos de montaña sean eficientes se efectúa la inoculación del suelo.
- Existen alrededor de 80 especies de microorganismos de montaña, 10 géneros y 4 grupos como bacterias fotosintéticas - productoras de ácido láctico, actinomicetos, hongos y levaduras.

2.5.1 Grupos de microorganismos de montaña

Bacterias acidolácticas

Este grupo se caracterizan por alimentarse de azúcares y otros carbohidratos, producidos por grupos de bacterias fotosintéticas y levaduras, los lactobacillus ayudan a la fermentación de los bioinsumos por lo que permiten el desdoblamiento de lignina y celulosa, acelerando el proceso de descomposición de los residuos orgánicos. Además, poseen la característica de controlar microorganismos como el fusarium, el cual, reduce la resistencia de las raíces y puede ser causa de otras plagas y enfermedades (Moreno y Velarde, 2016).

Actinomicetos

Los actinomicetos representan un grupo de microorganismos ampliamente distribuidos en ecosistemas naturales y tienen gran importancia en la participación de la degradación de materia orgánica, han sido descritos como colonizadores de la rizosfera, ayudan en el biocontrol de hongos fitopatógenos, producir sideróforos, promover la nodulación y ayudar a las bacterias de *Rhizobium* a la asimilación del hierro en la fijación de nitrógeno en leguminosas (Franco-Correa, 2010).

Levaduras

Sintetizan tanto sustancias antimicrobiales, como compuestos útiles para el crecimiento de las plantas partiendo de aminoácidos y azúcares (secretados por las bacterias fotosintéticas), así como de materia orgánica. Los elementos producidos por las levaduras (hormonas y enzimas), promueven la división celular, siendo también, sustratos útiles para las bacterias ácido lácticas y los actinomicetos (Moreno y Velarde, 2016).

2.5.2 Trampas para microorganismos de montaña

Para la captura de microorganismos nativos existen técnicas ya preestablecidas que debemos seguir como para recolectar microorganismos eficaces, cuyo nutriente inicial es arroz pre-cocido y después de este proceso viene su proliferación y empleo de los mismos en las diferentes actividades que se desee utilizar (Vega, 2016).

Es recomendable ubicar las trampas en zonas con gran cobertura vegetal sana y bien desarrollada de preferencia arbustos y árboles, así como también depende del estudio que se esté realizando se debe colocar una cantidad determinada de trampas en el lugar que después se aplicará el cóctel microbiano y otra cantidad de trampas debe ser puesta en bosques de

guada, la coloración verde de los bosques son un indicativo de una excelente interacción de microorganismos-suelo (Leitón, 2020).

2.5.3 Utilización de microorganismos de montaña

Para la preparación se emplea la técnica de combinación de microorganismos beneficiosos de origen natural, desarrollada por el Prof. Teruo Higa y su equipo en la Universidad de Ryukus, Okinawa, Japón (Banco Interamericano de Desarrollo [BID], 2009).

Los biofertilizantes elaborados con microorganismos eficientes se encargan de descomponer la materia orgánica, ayudar a reciclar nutrientes para las plantas, establecer el nitrógeno atmosférico en la rizósfera de las plantas, degradar los compuestos dañinos y producir sustancias naturales para mejorar la textura de los suelos. Por lo que se pueden utilizar tecnologías simples y recursos de bajo costo para reproducir estos organismos (Acosta, 2012)

Estos microorganismos se pueden reproducir en fase sólida y/o líquida, por lo que se requieren distintos materiales como carbohidratos (semolina de arroz) y azúcar (melaza). En la Tabla 1 se detalla el proceso de reproducción para ambas fases:

Tabla 1

Proceso de reproducción de MM en fase líquida-sólida

Fase Sólida	Fase Líquida
<ul style="list-style-type: none"> • En piso limpio el material (microorganismos de montaña) y semolina de arroz. • Colocar agua a la mezcla. • Remover de manera constante hasta que esta compactada y húmeda. • Compactar la mezcla. • Colocar en un recipiente y cerrar herméticamente. • Esperar 30 días antes de efectuar la fase líquida. 	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar el material en una manta o plástico. • Colocar agua a la mezcla. • Remover de manera constante. • Sumergir el saco que contiene el material en el barril donde está la fase sólida. • Volver a colocar agua. • Cerrar herméticamente el barril, protegiendo de la luz, sol y lluvia. • La aplicación foliar se efectúa de 5 – 15 días.

Fuente: Castro (2017).

2.5.4 Biofertilizantes a base de microorganismos de montaña

Productos a base de hojarasca de bosque, forrajes verdes, estiércoles y hasta extractos de plantas, que contienen microorganismos que al ser inoculados pueden vivir asociados o en simbiosis con las plantas y le ayudan a su nutrición y protección, estos microorganismos se encuentran de forma natural en el suelo y abarcan diversos grupos; sin embargo, su población es afectada por el manejo de suelo y uso excesivo de agroquímicos (Grageda-Cabrera *et al.*, 2012).

2.5.5 Ventajas de los microorganismos de montaña en la agricultura

Entre los beneficios del uso de microorganismos en la agricultura están su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, la descomposición de residuos orgánicos, la desintoxicación de plaguicidas, la supresión de enfermedades en las plantas, el aporte de nutrientes al suelo y la producción de compuestos bioactivos como vitaminas y hormonas que estimulan el crecimiento de las plantas (Terry *et al.*, 2005).

Los microorganismos inoculados al suelo corrigen la salinidad, facilitan el intercambio de los iones, aceleran la descomposición de compost, bokashi y otros biopreparados; también proporciona mayor resistencia al stress hídrico y mayor potencialidad para la mineralización del carbono, mejoran las propiedades del suelo permitiendo una mejor penetración del sistema radicular (Naranjo, 2017).

Algunas especies de hongos, utilizan sus micelios como adherente de suelo evitando la erosión. *Penicillium* sp, secreta sustancias tóxicas que no permiten colonización de otros microorganismos patógenos (Acosta, 2012).

Las bacterias del género *Pseudomonas* han sido utilizadas como promotoras del crecimiento vegetal (PGPB) tanto por sus efectos directos como indirectos, a través del

control de microorganismos patógenos, produciendo compuestos antifúngicos que pueden suprimir enfermedades a través de varios mecanismos, que incluyen una mayor capacidad competitiva por los nutrientes disponibles, producción de antibióticos, sideróforos (compuestos orgánicos que captan hierro) e inducción de resistencia sistémica (Pedraza *et al.*, 2010).

Algunas de las bacterias son versátiles y pueden presentar varios mecanismos, por ejemplo, *Bacillus subtilis* Ehrenberg produce auxinas que promueven el crecimiento del tomate e inducen resistencia sistémica contra *Xantomonas* sp. el cual provoca marchitez en hojas y pudrición de los tallos.

2.6 Marco legal

Para el desarrollo de la presente investigación resulta importante mencionar la normativa e instrumentos vigentes que promuevan la conservación, protección y uso sostenible de las especies vegetales del país, en este caso el cultivo de tomate riñón. Por esta razón, la investigación a realizarse se basará en la legislación establecida en la Constitución de la República del Ecuador, el Código Orgánico Ambiental y la Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria. A continuación, se mencionan los artículos de mayor relevancia para este estudio:

En la Constitución de la República del Ecuador (2008), capítulo segundo, sección segundos, artículo 14 indica que “*Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados*”. Dicho artículo hace referencia a la conservación y cuidado de las especies vegetales que forman parte del patrimonio genético del país. Por tal motivo, se deberá hacer un uso adecuado de estas, ya que la legislación reconoce como derecho gozar de un ambiente sano y ecológicamente equilibrado.

Por otra parte, en el capítulo VI, sección primera que contempla las formas de organización de la producción y su gestión, menciona en el artículo 320 que *“En las diversas formas de organización de los procesos de producción se estimulará una gestión participativa, transparente y eficiente. La producción, en cualquiera de sus formas, se sujetará a principios y normas de calidad, sostenibilidad, productividad sistémica, valoración del trabajo y eficiencia económica y social”*. El artículo hace énfasis a la responsabilidad que tiene el Estado en mejorar las formas de producción con el propósito de garantizar la soberanía alimentaria del país, el cumplimiento de los derechos de la naturaleza y satisfacer la demanda del mercado nacional e internacional.

De igual forma, en el capítulo III, artículo 281 se establece que *“La soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiado de forma permanente”*. En el Ecuador se debe promover la producción de aquellos cultivos que tienen incidencia en la seguridad y soberanía alimentaria del país a través de la investigación científica e innovación tecnológica que asegure el cumplimiento y regulación de normas de bioseguridad durante el uso y desarrollo de procesos biotecnológicos.

En relación con lo mencionado anteriormente, la Constitución del Ecuador, capítulo octavo, sección primera hace referencia a la ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales como se señala en los siguientes apartados: artículo 385 *“El sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, en el marco del respeto al ambiente, la naturaleza, la vida, las culturas y la soberanía, tendrá como finalidad generar, adaptar y difundir conocimientos científicos y tecnológicos”*. Este artículo hace hincapié en propiciar el desarrollo científico y tecnológico con el fin de promover el progreso económico, social y cultural de país. No obstante, se deberá acatar las leyes

establecidas en la legislación ecuatoriana, en especial aquellas relacionadas con la protección y conservación de la biodiversidad y recursos naturales.

Así mismo el artículo 386 indica que *“El sistema comprenderá programas, políticas, recursos, acciones, e incorporará a instituciones del Estado, universidades y escuelas politécnicas, institutos de investigación públicos y particulares, empresas públicas y privadas, organismos no gubernamentales y personas naturales o jurídicas, en tanto realizan actividades de investigación, desarrollo tecnológico, innovación y aquellas ligadas a los saberes ancestrales”* Resulta indispensable la participación de las universidades e institutos académicos para fortalecer la capacidad científica y tecnológica del país, mediante la implementación de investigación básica y aplicada que responda a las necesidades de la población.

Al igual que el artículo 387 señala que *“Será responsabilidad del Estado: promover la generación y producción de conocimiento, fomentar la investigación científica y tecnológica, y potenciar los saberes ancestrales, para así contribuir a la realización del buen vivir, al sumak kawsay y garantizar la libertad de creación e investigación en el marco del respeto a la ética, la naturaleza, el ambiente, y el rescate de los conocimientos ancestrales”*. El desarrollo del campo investigativo tiene el propósito de garantizar el cumplimiento del buen vivir, en el cual se busca mejorar la calidad de vida, aumentar la productividad y competitividad del país a través de la innovación, transferencia tecnológica y fortalecimiento de los saberes ancestrales.

Por otro lado, en el Código Orgánico Ambiental (2017), se menciona el uso de recursos naturales de forma sostenible para impulsar la economía del país, es así que el artículo 30 establece que *“Los objetivos del Estado relativos a la biodiversidad son: conservar y usar la biodiversidad de forma sostenible, promover la investigación científica, el desarrollo y transferencia de tecnologías, la educación e innovación, el*

intercambio de información y el fortalecimiento de las capacidades relacionadas con la biodiversidad y sus productos, para impulsar la generación del bioconocimiento y contribuir al desarrollo socioeconómico del país y al fortalecimiento de la economía popular y solidaria, con base en la conservación y el uso sostenible de los componentes y de la biodiversidad". De igual forma, el artículo 243 manifiesta que *"La Autoridad Ambiental Nacional impulsará y fomentará nuevos patrones de producción y consumo de bienes y servicios con responsabilidad ambiental y social, para garantizar el buen vivir y reducir la huella ecológica"* Por lo cual, la ejecución de proyectos de carácter científico es posible, ya que permiten incrementar la economía nacional, en especial de aquellos productos de exportación y los que forman parte de la canasta básica de la población, asegurando así la soberanía alimentaria del país. Sin embargo, las tecnologías y metodologías empleadas no deben repercutir en el equilibrio ecológico y conservación de los recursos naturales.

Finalmente, la Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria (2017), artículo 4 declara que *"El Estado garantiza: a) el ejercicio de los derechos ciudadanos a la producción permanente de alimentos sanos, de calidad, inocuos y de alto valor nutritivo para alcanzar la soberanía alimentaria; b) Impulsar procesos de investigación e innovación tecnológica en la producción de alimentos de origen vegetal y animal que cumplan las normas y desarrollo de estándares de bienestar animal, que mejoren el acceso a los mercados nacionales e internacionales"*. Dicho artículo enfatiza el desarrollo de tecnologías innovadoras y uso sostenible de la diversidad biológica, debido a su importancia social, ambiental y económica.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

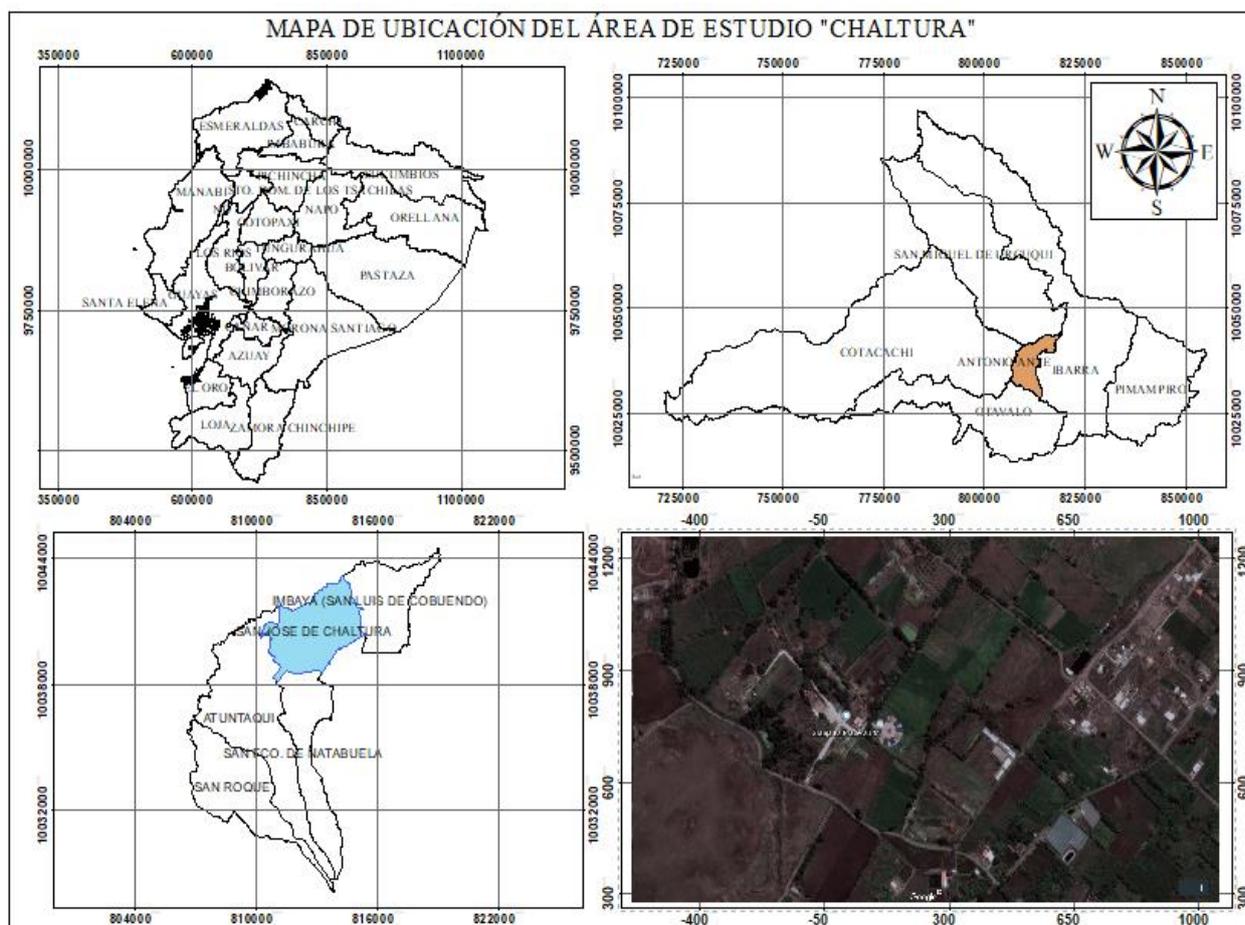
3.1 Caracterización del área de estudio

3.1.1 Ubicación geográfica

Este proyecto se llevó a cabo en campo, bajo invernadero, en la granja experimental “La Pradera” que se encuentra ubicada en la parroquia San José de Chaltura, cantón Antonio Ante, provincia Imbabura. La ubicación se detalla en la Figura 10.

Figura 10

Ubicación geográfica de la zona de estudio



3.1.2 Características geográficas y climáticas

De acuerdo con el GAD Antonio Ante (2020), la Granja Experimental “La Pradera” posee las condiciones climáticas descritas a continuación (Tabla 2):

Tabla 2

Características geográficas y climáticas de Chaltura

Descripción	
Latitud	00° - 21' - 20'' N
Longitud	78° - 12' - 20'' W
Altitud	2340 msnm
Precipitación Anual	750 mm
Temperatura media anual	15.4 °C
Humedad Relativa	68.9%
Coordenadas geográficas	Latitud 0°21.412'N Longitud 78°12.397'O

3.2 Materiales y equipos

Los insumos, equipos electrónicos, herramientas y materiales de campo usados durante el desarrollo de la investigación se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3

Materiales y equipos utilizados en la investigación

Insumos	Equipos	Herramientas	Materiales de campo
Plántulas de tomate riñón, variedad Pietro	Balanza digital	Tanque de 200l	Libreta de campo
Afrecho de cebada	Calculadora	Tarrinas	Guantes
Melaza	Calibrador pie de rey	Bomba de mochila	Tela nylon
Microorganismos de montaña	Computadora	Flexómetro	Piolas y estacas

3.3 Métodos

Esta investigación es de tipo experimental, con la cual se evaluó la eficiencia de los microorganismos de montaña autóctonos en el cultivo de tomate riñón, facilitándose así la comparación con otros estudios similares.

3.4 Factor de estudio

En el trabajo de investigación se evaluaron diferentes dosis de microorganismos de montaña más un testigo (4 niveles). La fertilización química fue la misma para los cuatro casos.

A continuación se describen los factores para cada variable (Tabla 4):

Tabla 4

Descripción individual de factores por cada variable

Variables	Factores
Altura de la planta	Días después del trasplante - Nivel
Diámetro del tallo	Días después del trasplante - Nivel
Número de flores	Nivel
Número de frutos cuajados	Nivel
Numero de frutos cosechados	Nivel
Rendimiento	Nivel
Clasificación de acuerdo al calibre	Nivel - Calibre
Incidencia de mosca blanca	Días después del trasplante - Nivel
Incidencia de polilla	Días después del trasplante - Nivel
Incidencia de moho gris	Días después del trasplante - Nivel
Incidencia de tizón tardío	Días después del trasplante - Nivel
Pérdida de peso de los frutos	Días después del trasplante - Nivel

De acuerdo a Campo *et al.* (2014) la dosis recomendable de MM es de una concentración del 10 % volumen/volumen (V/V) para hortalizas, tomando como referencia la misma que se detalla a continuación:

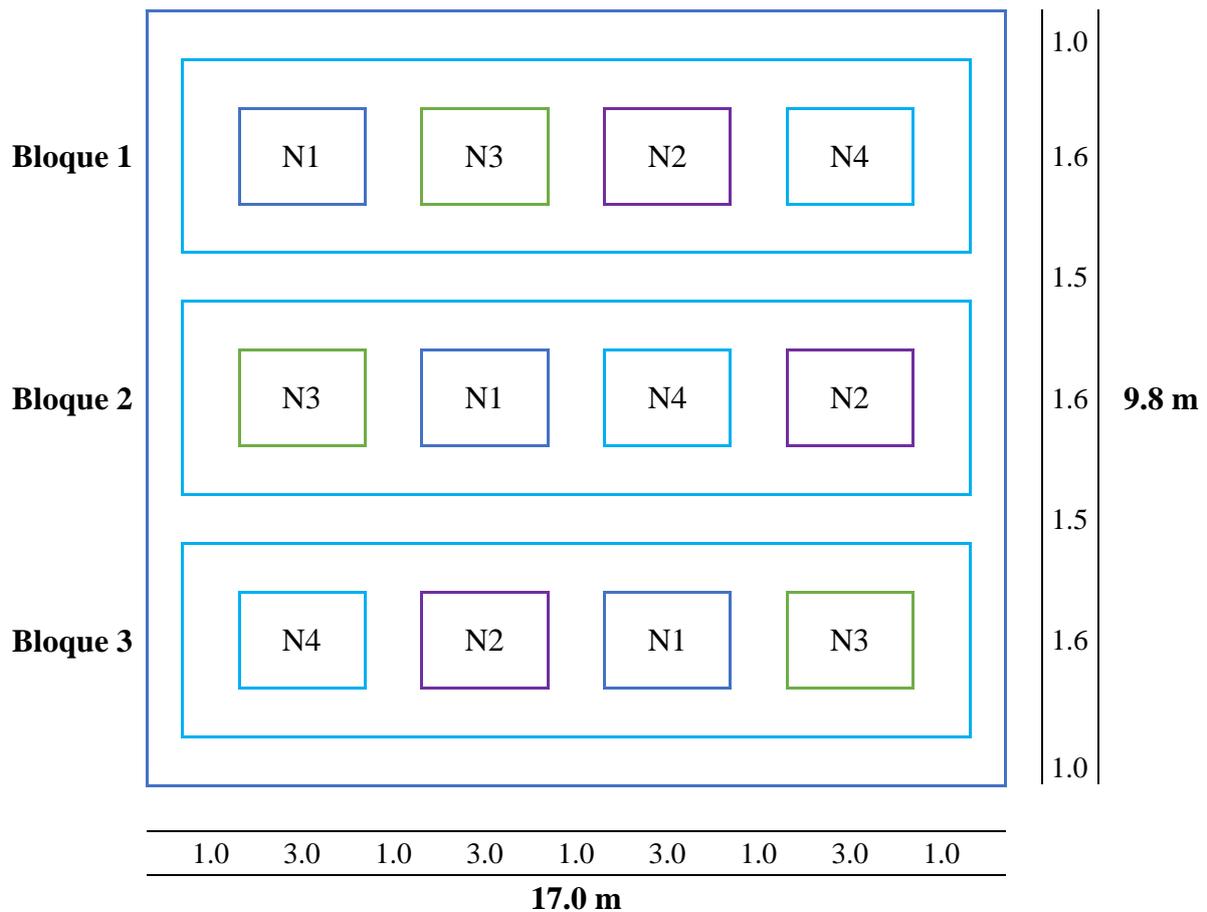
- Nivel 1: Testigo
- Nivel 2: 5% de solución V/V de MM
- Nivel 3: 10% de solución V/V de MM
- Nivel 4: 20% de solución V/V de MM

3.4.1 Diseño experimental

Para la presente investigación, se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) como se observa en la Figura 11.

Figura 11

Distribución de los tratamientos



3.4.2 Características del experimento

El diseño del ensayo en la evaluación efecto de los microorganismos de montaña en la producción de tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.), constó de las características que se encuentran descritas a continuación:

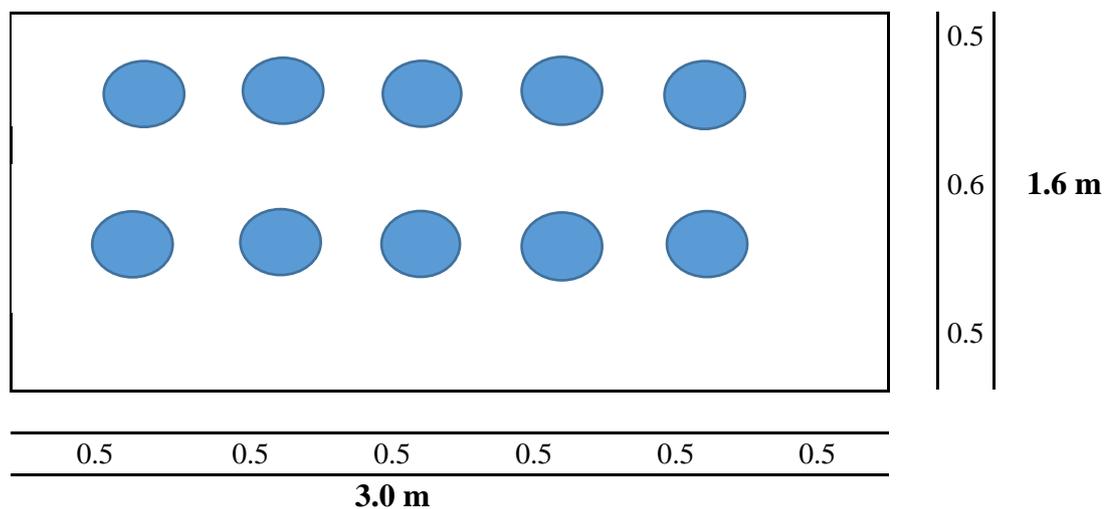
- Niveles 4
- Bloques 3
- Número de unidades experimentales 12
- Área total experimental 166.6 m²
- Total plantas 120

3.4.3 Características de la unidad experimental

El diseño de las unidades experimentales, constó de las características que se encuentran descritas a continuación (Figura 12):

Figura 12

Diseño de la unidad experimental



Descripción de la unidad experimental:

• Largo de la unidad experimental	3 m
• Ancho de la unidad experimental	1.6 m
• Área de cada unidad experimental	4.8 m ²
• Número de hileras por unidad experimental	2
• Número de bolsas por unidad experimental	10
• Distancia entre hileras	0.6 m
• Distancia entre bolsas	0.5 m
• Distancia entre unidades experimentales	1.0 m
• Número de plantas por bolsa	1
• Número total de plantas por unidad experimental	10

3.4.4 Análisis estadístico

Para el análisis de los resultados obtenidos se utilizó el programa estadístico InfoStat versión 2018, en donde se realizó el análisis de varianza con prueba de medias Fisher al 5%. En las siguientes tablas se presentan los esquemas del análisis de varianza (ADEVA) del diseño de bloques completos al azar para cada variable.

Tabla 5

Análisis de varianza (ADEVA) para la altura de la planta

Fuentes de Variación	Fórmula	G.L
Bloques	(B-1)	11
Niveles	(N-1)	3
Días		7
Niveles: Días		21
Error experimental	(N-1)(B-1)	6
Total	(NxB)-1	11

Tabla 6*Análisis de varianza (ADEVA) para el diámetro del tallo*

Fuentes de Variación	Fórmula	G. L
Bloques	(B-1)	2
Niveles	(N-1)	3
Días		2
Niveles: Días		6
Error experimental	(N-1)(B-1)	6
Total	(NxB)-1	11

Tabla 7*Análisis de varianza (ADEVA) para el número de flores, frutos cuajados, frutos cosechados y rendimiento de cada planta*

Fuentes de Variación	Fórmula	G. L
Bloques	(B-1)	2
Niveles	(N-1)	3
Error experimental	(N-1)(B-1)	6
Total	(NxB)-1	11

Tabla 8*Análisis de varianza (ADEVA) para el calibre de los frutos*

Fuentes de Variación	Fórmula	G. L
Bloques	(B-1)	2
Niveles	(N-1)	3
Calibre		3
Niveles: Calibres		9
Error experimental	(N-1)(B-1)	6
Total	(NxB)-1	11

Tabla 9*Análisis de varianza (ADEVA) para la incidencia de mosca blanca*

Fuentes de Variación	Fórmula	G. L
Bloques	(B-1)	2
Niveles	(N-1)	3
Días		24
Niveles: Días		72
Error experimental	(N-1)(B-1)	6
Total	(NxB)-1	11

Tabla 10*Análisis de varianza (ADEVA) para la incidencia de polilla, moho gris y tizón tardío*

Fuentes de Variación	Fórmula	G. L
Bloques	(B-1)	2
Niveles	(N-1)	3
Días		9
Niveles: Días		27
Error experimental	(N-1)(B-1)	6
Total	(NxB)-1	11

Tabla 11*Análisis de varianza (ADEVA) para la pérdida de peso del tomate riñón*

Fuentes de Variación	Fórmula	G. L
Bloques	(B-1)	2
Niveles	(N-1)	3
Días		5
Niveles: Días		15
Error experimental	(N-1)(B-1)	6
Total	(NxB)-1	11

3.4.5 Variables a evaluarse

3.4.5.1 Altura de la planta (cm)

Las mediciones se ejecutaron con la ayuda de un flexómetro, desde la base de la planta hasta el ápice, los datos fueron tomados cada 15 días desde el trasplante hasta el cuarto mes, en las 10 plantas dentro de cada unidad experimental (Figura 13).

Figura 13

Evaluación de la altura de la planta



3.4.5.2 Diámetro del tallo (mm)

Con la ayuda de un pie de rey se tomó el diámetro del tallo (a 10 centímetros de la base de la planta). Fueron evaluados 10 individuos y las mediciones se realizaron a los 30, 60 120 días luego del trasplante (Figura 14).

Figura 14

Medición del diámetro del tallo



3.4.5.3 Número de flores por planta

El conteo se realizó de forma manual en todas las plantas de cada unidad experimental (10 plantas), desde el primer piso de producción que se forma alrededor de los 30 días después del trasplante hasta el octavo piso a los cinco meses aproximadamente (Figura 15).

Figura 15

Conteo del número de flores en cada planta



3.4.5.4 Número de frutos cuajados por planta

A los 15 días de la primera floración se empezó a realizar el conteo de frutos cuajados desde el primer piso hasta el octavo piso de producción de cada planta (Figura 16). Los datos se tomaron en las 10 plantas de cada unidad experimental.

Figura 16

Número de frutos cuajados por planta



3.4.5.5 Número de frutos cosechados por planta

La cosecha se empezó a realizar en promedio a los 105 días después del trasplante, para esto se revisó los frutos que habían alcanzado la madurez fisiológica y luego se recolectaron cada semana hasta alcanzar el octavo piso de producción de las 10 plantas de cada unidad experimental (Figura 17).

Figura 17

Frutos cosechados en el cultivo de tomate



3.4.5.6 Rendimiento

Todos los frutos que se cosecharon semanalmente en cada una de las plantas, en los diferentes pisos de producción (Figura 18), se clasificaron de acuerdo al calibre con la ayuda de un pie de rey (Tabla 12).

Luego los frutos se pesaron con una balanza digital y se estimó el rendimiento en kg/planta del cultivo de tomate riñón.

Figura 18

Producción de tomate bajo invernadero



Tabla 12

Clasificación de los frutos de tomate de acuerdo al calibre

Clasificación	Diámetro del fruto (mm)
Calibre 1 (extra)	>82
Calibre 2 (primera)	67 a 82
Calibre 3 (segunda)	57 a 67
Calibre 4 (tercera)	47 a 57

Fuente: Aguilera (2016).

3.4.5.7 Incidencia de mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius).

Para analizar la incidencia poblacional de la mosca blanca se utilizaron placas de color amarillo (atracción cromotrópica) con las dimensiones de 20 x 30 cm, las cuales fueron recubiertas con melaza y se colocaron en forma vertical en postes de madera a una altura de un metro.

Se colocó una trampa por unidad experimental, con un total de 12 trampas en todo el ensayo, el conteo de mosca blanca se realizó una vez por semana y posteriormente se lavaron las trampas para colocar la melaza fresca.

3.4.5.8 Incidencia de polilla (*Tuta absoluta* Meyrick).

La presencia de la plaga se midió de manera visual, en 5 plantas seleccionadas al azar de cada unidad experimental, mediante la siguiente fórmula descrita por Alarcón *et al.* (2019).

$$\% \text{ Incidencia} = \frac{\text{Total de plantas con larvas}}{\text{Total de plantas muestreadas}} \times 100$$

3.4.5.9 Incidencia de moho gris (*Botrytis* sp.) y tizón tardío (*Phytophthora infestans* Mont. De Bary).

El monitoreo por cada unidad experimental se realizó de forma semanal y se registraron los datos obtenidos.

De acuerdo con Ríos y Baca (2006) para el cálculo de incidencia de enfermedades se empleó la siguiente fórmula de patometría como se observa a continuación:

$$\% \text{ Incidencia} = \frac{\text{Número de plantas enfermas}}{\text{Número total de plantas}} \times 100$$

3.4.5.10 Porcentaje de pérdida de peso de los frutos.

De cada planta se tomó una muestra representativa de un kilogramo aproximadamente. Los frutos se pesaron a los 3, 6, 9, 12, 15 y 18 días después de la cosecha para evaluar el porcentaje de pérdida de peso con las distintas dosis de microorganismos.

3.5 Manejo del experimento

Para todo el proceso desde las trampas, preparación y activación de los microorganismos de montaña (MM) se siguió el siguiente procedimiento descrito por el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP, 2011).

Trampas de los microorganismos de montaña en sustrato

Se colocaron 200 g de arroz cocinado sin sal en la tarrina, dos cucharadas de melaza, 2 cucharadas de caldo de carne y se tapó con un pedazo de tela. El proceso se repitió en 20 tarrinas con la finalidad de obtener mayor diversidad de especies.

Las tarrinas se colocaron cerca a las instalaciones del ensayo para garantizar que sean microorganismos autóctonos.

Después se enterró las tarrinas en los sitios elegidos, dejando 10 cm de las mismas sobre la superficie para evitar que se llenen de agua y se identificó el lugar de con banderines.

Preparación de la solución madre

A los 15 días se desenterró las tarrinas y se mezcló los microorganismos colectados en un balde. Luego se añadió 9 litros de agua hervida, 1 litro de melaza y se tapó el balde para dejarlo fermentar por un periodo de 30 días bajo sombra.

Transcurrido ese tiempo se destapó el balde y se cernió la mezcla, obteniéndose 12 litros de solución madre en promedio.

Activación de la solución madre

Para este proceso se utilizaron los siguientes materiales:

- 1 tanque plástico de 200 litros

- 12 litros de solución madre de microorganismos de montaña
- 4 litros de leche
- 2 litros de melaza
- 4 litros de yogurt simple
- 2 kilogramos de afrecho de cebada

Para la activación se colocaron todos los materiales mencionados en el tanque y se removió hasta obtener una mezcla homogénea, luego se completó el tanque con agua sin clorar hasta llegar a los 180 litros. Después se cerró el tanque herméticamente y se dejó fermentar por 15 días.

Para finalizar se revisó que el caldo de microorganismos haya tenido una adecuada fermentación y se procedió a aplicar al cultivo de tomate en las dosis determinadas.

3.5.1 Labores agronómicas

Preparación del terreno

Se realizó manualmente la nivelación y adecuación del terreno con el fin de mejorar las condiciones del mismo para la posterior colocación de las fundas de polietileno (40 cm x 40 cm), facilitando las labores culturales como el riego por goteo y la fertilización edáfica de las plantas.

Delimitación del campo experimental

Se estableció el diseño del experimento para trazar los diferentes bloques con sus caminos respectivos con la ayuda de piolas, estacas y un flexómetro. Luego se colocaron los carteles de investigación con su respectiva información.

Llenado de fundas

Se utilizó cascarilla de arroz, ya que es el material más empleado en los cultivos en sustrato, bien sea cruda o parcialmente carbonizada en proporciones del 10% hasta el 30% dependiendo las condiciones climáticas de cada sitio (Peña *et al.*, 2013).

Mientras que la tierra de páramo por tener una buena retención de humedad, alto contenido de minerales y materia orgánica se recomienda utilizar hasta en un 90% del sustrato (Medina, 2000).

Tomando como referencia a los autores anteriores, se utilizaron fundas de polietileno (40 cm x 40 cm), que posteriormente se llenaron con 2 kilogramos de sustrato, el cuál fue elaborado en las siguientes proporciones (v/v):

- 75% de tierra negra
- 10% de cascarilla de arroz
- 15% de pomina

Muestreo y análisis químico del sustrato

De todas las fundas de polietileno previamente llenas de sustrato se tomó una sola muestra representativa de 1 kilogramo, la misma que se puso en una funda de polietileno, donde se cerró bien y se envió al laboratorio de Agrarprojekt para el análisis químico con el fin de conocer los nutrientes del sustrato y poder realizar una correcta enmienda.

Con los resultados de los análisis químicos del sustrato: materia orgánica 4.0 %, pH: 6.2, CE (Conductividad Eléctrica): 0.32 mS/cm; N: 80.1 ppm; P: 20.6 ppm; K: 15.5 (Anexo 1), se procedió a realizar los cálculos de la fertilización.

Desinfección del suelo

Se realizó con agua hirviendo en cada funda a razón de 1 litro de agua para reducir las poblaciones de patógenos y evitar posteriores problemas fitosanitarios.

Trasplante

Para esta labor se compraron las plántulas de tomate riñón a la casa comercial “Alver”. La distancia de plantación fue de 50 cm entre plantas y dos metros entre tratamientos, luego se colocó una planta por cada funda.

Desyeme

Se dejó solo un tallo principal y una vez por semana se retiraron los brotes axilares con la finalidad de evitar competencia por los nutrientes suministrados.

Tutoreo

Se colocó alambre galvanizado número 14 a lo largo del invernadero, tomando en consideración las hileras de los tratamientos a evaluarse. Para el tutorado de cada planta se utilizó cinta plástica de tutoraje de tomate riñón.

Fertilización

De acuerdo con Aguilera (2016) el tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.) es una especie vegetal que demanda gran cantidad de nutrientes por su alta productividad, entre los cuales se puede mencionar al nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, como macro elementos; y micro elementos tales como magnesio, boro, manganeso y zinc que son importantes en la nutrición del tomate.

COMPO EXPERT (2019) menciona que la aplicación de los fertilizantes edáficos se debe hacer de manera fraccionada a lo largo de todo el ciclo del cultivo de tomate riñón, por tal motivo la fertilización en el ensayo se realizó en las tres principales etapas fenológicas (Tabla 13), luego de realizar el cálculo pertinente en base al análisis de sustrato previamente realizado (Anexo 1), cubriendo así la demanda de nutrientes del cultivo.

Tabla 13*Fertilización edáfica con fuentes compuestas en las diferentes etapas del tomate riñón*

Etapa fenológica	Días después del trasplante	Fertilizantes compuestos	Dosis por planta (g)	Dosis total (kg)
Vegetativa	15	10-30-10	20	2.4
Floración	60	15-3-20	35	3.6
Producción	105	8-20-20	50	6

Se utilizaron las mismas cantidades para los cuatro niveles y después se taparon con una pala pequeña. De igual forma, para todos los niveles se utilizó el producto comercial COMPLEX (Ca-B-Zn) en dosis de 2.5 g por litro de agua y la aplicación fue cada 15 días por vía foliar a partir de la formación de las primeras flores.

Control fitosanitario

Los controles fitosanitarios se realizaron con la aplicación de extractos vegetales de higuierilla (*Ricinus communis* L.) de la casa comercial “Biota”, propuesto para el control de insectos plagas (mosca blanca) y se realizaron los controles fitosanitarios cuando la plaga sobrepasó el umbral de daño económico. De acuerdo a estudios realizados cuando el porcentaje fue de 2.4 adultos por hoja (Gajardo, 2016).

Aplicación de los microorganismos de montaña

La frecuencia de aplicación se realizó cada 15 días, desde el trasplante hasta la última floración (octavo piso). El caldo de microorganismos fue aplicado en las primeras horas del día por vía foliar y luego por vía drench.

Se utilizaron dos formas de aplicación, vía foliar y drench. Para los dos casos la concentración de MM fue la misma. El volumen de agua por vía foliar fue de cinco litros para cada nivel en la etapa inicial y se fue aumentando conforme la etapa fenológica de las plantas, para esto se necesitó una bomba de mochila; mientras que por vía drench se realizó con un balde de acuerdo con lo descrito en la Tabla 14.

Tabla 14

Volumen de solución de MM empleado por vía drench durante todo el ciclo del tomate rinón

Niveles	Dosis de MM	Número de plantas/nivel	Volumen agua/planta (cm ³)	Volumen agua/nivel (l)
1	0% v/v	30	500	15
2	5% v/v	30	500	15
3	10% v/v	30	500	15
4	20% v/v	30	500	15

También se consideró que los días que se aplicaron los microorganismos de montaña a las plantas de tomate, no se aplicó ningún fertilizante edáfico; con el fin de evitar alteraciones en las estructuras de los microorganismos.

Riego

Se utilizó el método de riego por goteo, dos días después de la siembra, de allí en adelante se realizaron riegos paulatinos proporcionando la cantidad necesaria de agua al cultivo, en función a las condiciones climáticas de la zona hasta la madurez fisiológica del cultivo con especial énfasis en la floración y llenado de fruto.

Cosecha

Se realizó aproximadamente a los 105 días (tres meses y dos semanas) después del trasplante. La cosecha de los frutos se hizo semanalmente en cada una de las plantas, desde el primer piso de producción hasta el octavo piso de producción. Los frutos se clasificaron de acuerdo al calibre y luego se pesaron con una balanza digital.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al finalizar con la fase de experimentación en campo, se procedió al análisis estadístico referente a las variables evaluadas, presentando los principales resultados del efecto que tienen los microorganismos de montaña en la producción de tomate riñón, mismos que se detallan a continuación.

4.1 Medición de la altura de la planta del tomate riñón

Una vez realizado el análisis de varianza, se determinó que existe interacción entre los factores nivel y días después del trasplante ($f= 2.24$; $gl=21$; $p=0.0011$) (Tabla 15).

Tabla 15

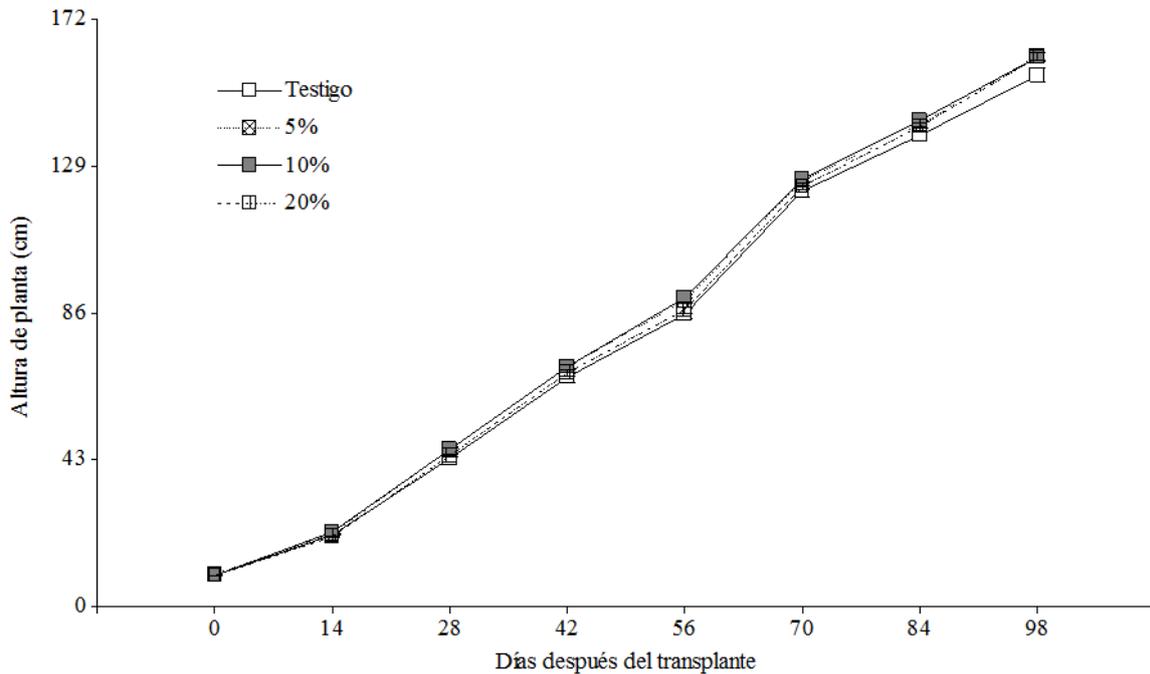
ADEVA del efecto de diferentes dosis de MM sobre la altura de planta en el cultivo de tomate var. Pietro

Fuentes de variación (F.V)	Grados libertad (G.L)	Grados libertad (Error)	Coefficiente de variación (C.V)	Valor F (f)	Valor P (p)
Días después del trasplante	7	926		21970.24	<0.0001
Nivel	3	926	63.83	6.28	0.0003
Nivel: Días después del trasplante	21	926		2.24	0.0011

Las pruebas de media Fisher al 5% indican que la variable altura de planta para todos los niveles muestra un crecimiento continuo en función del tiempo (Figura 19). Adicionalmente se puede notar que ninguno de los niveles presentó diferencias estadísticas al ser comparados entre sí, dentro de cada fecha, hasta el día 84. A los 98 días después del trasplante existen diferencias estadísticas, el N2 (5% V/V), N3 (10% V/V) y N4 (20% V/V) fueron los niveles que presentaron plantas de mayor crecimiento vegetativo registrando una altura promedio de 161.15 cm siendo la eficiencia del 3.39%, comparado con el N1 (testigo) que registró un valor aproximado de 155.87 cm.

Figura 19

Altura de la planta de tomate riñón var. Pietro con diferentes dosis de MM



Archila (2018) indica que al aplicar microorganismos de bosques al suelo como (bacterias ácido lácticas, actinomicetos, *Azospirillum* sp., *Clostridium* sp., *Enterobacter* sp., *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp. y *Lactobacillus* sp.) utilizados en dosis del 10% V/V y 20% V/V, permitieron un mayor incremento de la altura de la planta de tomate con relación al tratamiento testigo; siendo la mejor dosis del 10%, con un aumento de altura en plantas de tomate del 3% (30 a 39 cm), durante 8 aplicaciones desde la siembra. Comparado con los resultados de la investigación actual no hay aproximaciones en la eficiencia de las dosis entre el N2 (5% V/V), N3 (10% V/V) y N4 (20% V/V), ya que los tratamientos se comportan de forma similar desde el trasplante hasta el día 84 con relación al testigo. Mientras que desde el día 98 se puede observar que todos los tratamientos con MM superan la altura del testigo, con un promedio de 161.15 cm con una eficiencia del 3.39% en comparación al testigo; quizás por la interacción de los microorganismos presentes en estos caldos, mismos que podrían ayudar a promover el crecimiento de las plantas.

Por otra parte, los resultados de Herrera (2018), evidencian que durante 10 semanas de evaluación con cepas de *Azotobacter* sp., en el crecimiento de tomate riñón, presentaron mayor altura (39 cm) con la dosis al 5% V/V en comparación con el testigo. Entre los resultados del autor y esta investigación, se puede decir que no hay similitud respecto al crecimiento, pero en relación al tratamiento testigo los dos casos tuvieron plantas de mayor altura.

También Ferral *et al.* (2019), comentan que la utilización de microorganismos benéficos ayudan a estimular el desarrollo y crecimiento del tomate riñón, las mejores dosis fueron del 15 y 20% con una eficiencia del 2% sobre el testigo, durante tres aplicaciones semanales antes de la siembra en los semilleros y dirigidas a la base de cada planta (drench) luego del trasplante a los 30 y 60 días. Si se compara con el actual trabajo se puede apreciar que hay similitud en la eficiencia, ya que en este estudio fue del 3.39% con dosis parecidas.

Entonces, se puede mencionar que es probable que los microorganismos eficientes como bacterias fotosintéticas y actinomicetos presentes en un 80% de la mayoría de suelos incrementan la mineralización del suelo, debido a que en contacto con la materia orgánica secretan sustancias beneficiosas entre vitaminas, ácidos orgánicos y minerales quelatados; favoreciendo el desarrollo en la altura de las plantas de tomate (Zelada, 2017). De igual manera, se puede decir que al usar microorganismos nativos en inoculaciones artificiales, podrían mejorar la disposición de nutrientes esenciales como el nitrógeno (nitratos) y fósforo (fosfolípidos) en compuestos asimilables que se encuentran implicados de manera directa en las fases de desarrollo en etapas iniciales y finales en la producción de tomate riñón (Carrillo *et al.*, 2017).

4.2 Diámetro del tallo evaluado en el cultivo de tomate riñón

Los resultados de análisis de varianza muestran que existe interacción entre los factores; nivel y días después del trasplante ($f= 3.31$; $gl=6$; $p=0.0035$) (Tabla 16).

Tabla 16

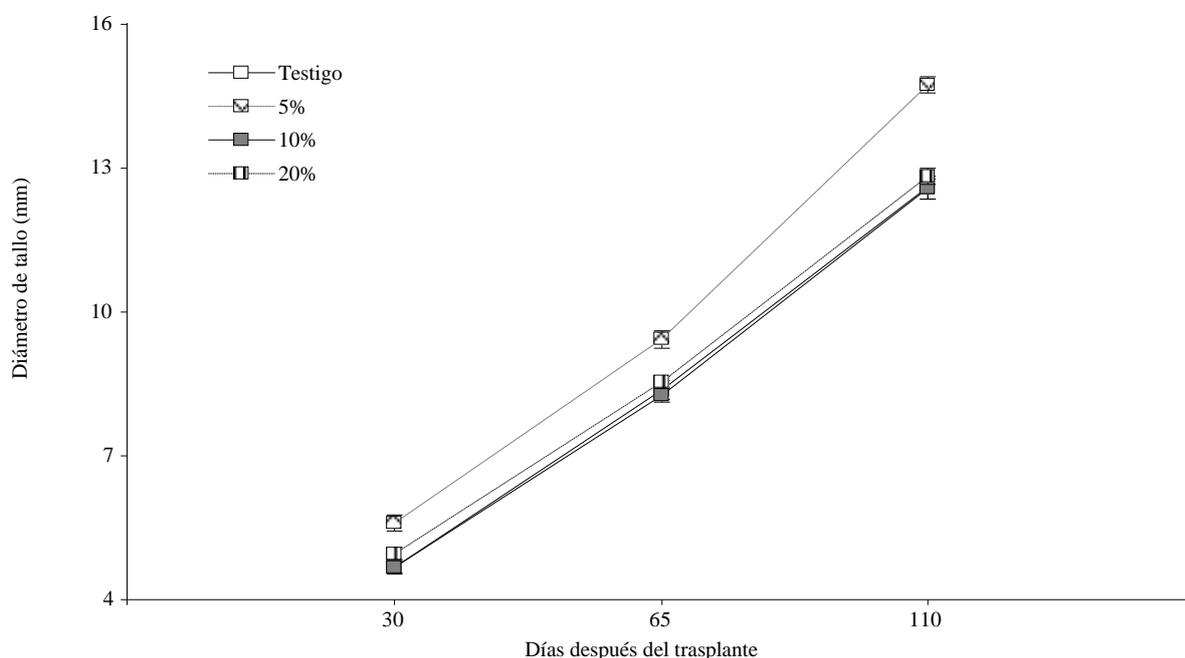
ADEVA del efecto de diferentes dosis de MM sobre el grosor del tallo en el cultivo de tomate riñón var. Pietro

Fuentes de variación (F.V)	Grados libertad (G.L)	Grados libertad (Error)	Coefficiente de variación (C.V)	Valor F (f)	Valor P (p)
Días después del trasplante	2	346	39.64	2311.60	<0.0001
Nivel	3	346		40.22	<0.0001
Nivel: Días después del trasplante	6	346		3.31	0.0035

En la Figura 20 se observa el comportamiento de este indicador, en donde todos los tratamientos en función del tiempo presentaron crecimiento. Los resultados muestran que a los 30 días después del trasplante existió diferencias estadísticas, siendo el N2 (5% V/V) el que mejor grosor de tallos presentó, con un diámetro de 5.60 mm y una eficiencia del 19.91% sobre el testigo. Mientras que, el N3 (10% V/V) y el N1 (testigo) fueron estadísticamente similares con un valor de 4.67 mm para los dos casos. De la misma forma, a los 65 días después del trasplante el N2 (5% V/V) presentó plantas con tallos más gruesos con un valor de 9.43 mm, siendo la eficiencia del 14.16% en comparación con el testigo que tuvo diámetros de 8.26 mm. Este mismo comportamiento se presentó a los 110 días donde el N2 (5% V/V) mostró un mayor engrosamiento en las plantas de tomate con un valor de 17.73 mm y eficiencia del 41.05% en relación al testigo. Por otra parte el N4 (20% V/V) tuvo un diámetro de 12.83 mm, mientras que el N3 (10% V/V) 12.60 mm y el N1 (testigo) 12.57 mm fueron estadísticamente similares.

Figura 20

Diámetro del tallo a los 30-65-110 días después del trasplante en el cultivo de tomate riñón var. Pietro con diferentes dosis de MM



Calero et al. (2019) mencionan que al evaluar el diámetro del tallo de plantas de tomate riñón con aplicaciones foliares y al suelo de microorganismos eficientes al 5% durante 14 aplicaciones desde el trasplante, tuvieron diámetros de tallos de 16 mm, siendo la eficiencia del 23.08% con respecto al testigo que tuvo tallos de 13 mm en promedio. Los microorganismos que ellos encontraron en la mezcla luego de caracterizarse fueron *Bacillus subtilis* Ehrenberg, *Lactobacillus bulgaricum* Delbrueckii y *Saccharomyces cerevisiae* Meyen. Entonces, al comparar con el estudio actual se puede apreciar que existe similitud en las variables evaluadas, ya que el N2 (5% V/V) tuvo una eficiencia promedio de 24.71% respecto al tratamiento testigo.

Además, Díaz et al. (2016) comentan que al aplicar caldos de microorganismos de montaña como: *Pseudomonas fluorescens* Migula y *Azotobacter chroococcum* Vinelandii en diferentes dosis (5, 10 y 25% V/V) en tomate riñón bajo invernadero. Los resultados que ellos

obtuvieron fueron 9.7 mm a los 60 días después del trasplante en la dosis del 5%, logrando una eficiencia del 51.56% comparado con el testigo que obtuvo plantas de 6.4 mm. Cuando analizamos con los resultados obtenidos en esta investigación se puede observar que los mejores porcentajes de eficiencia se obtuvieron en los tratamientos al 5%.

Entonces, cabe recalcar que al manipular y combinar microorganismos de origen natural, aplicados en cultivos intensivos como tomate riñón, maíz y pimiento; se puede apreciar un mayor grosor de tallos, ya que ayudan a solubilizar el calcio y los fosfatos, para una mejor asimilación de las plantas (Díaz, y otros, 2016). Además, diferentes estudios realizados por Alarcón *et al.* (2020), afirman que los microorganismos presentes en suelos ecuatorianos nativos como los andisoles son en su mayoría simbióticos, mejorando la producción de los diferentes cultivos.

4.3 Número de flores en el cultivo de tomate riñón.

Los resultados de análisis de varianza para Tabla 17 muestran que existen diferencias estadísticas ($f= 12.42$; $gl=3$; $p<0.0001$).

Tabla 17

ADEVA del número de flores por planta del cultivo de tomate riñón var. Pietro bajo diferentes dosis de MM

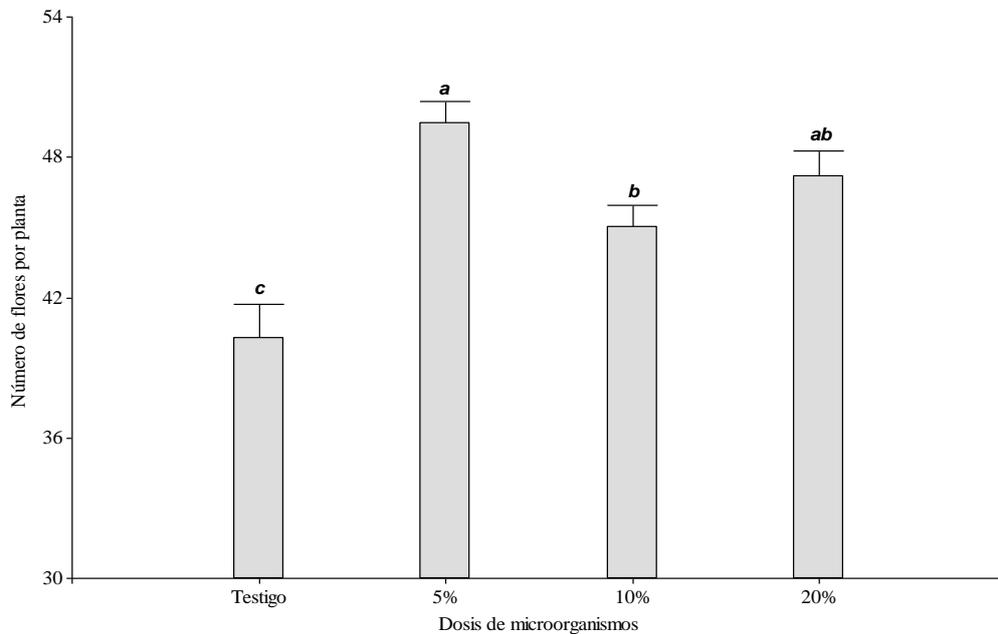
Fuentes de variación	Grados libertad	Grados libertad	Coefficiente de variación	Valor F	Valor P
(F.V)	(G.L)	(Error)	(C.V)	(f)	(p)
Nivel	3	114	15.20	12.42	<0.0001

La cantidad total de flores en la planta de tomate riñón con respecto a la aplicación de las diferentes dosis de microorganismos se muestran en la Figura 21 con un promedio de 46 flores. Los resultados indican diferencias estadísticas pues la mayor cantidad de flores se obtuvo en el N2 (5% V/V) con un total de 49.47 y un incremento del 22.85% en relación al

testigo con 40.27 flores. Mientras que el N3 (10% V/V) y N4 (20% V/V) presentaron 45.03 y 47.17 flores respectivamente.

Figura 21

Número de flores por planta con diferentes dosis de MM en el cultivo de tomate riñón var. Pietro



Pineda (2015) indica que al inocular microorganismos específicos como: *Azospirillum* sp., *Clostridium* sp., *Enterobater* sp., *Pseudomonas* sp., *Klebsiella* sp. y *Bacillus* sp. con una dosis del 3% en plantas de tomate riñón, se mostró una mayor cantidad de flores en relación al testigo, 43 flores/planta con una eficiencia del 16% durante los 21 días de evaluación. Por lo tanto, se puede apreciar que en los dos estudios hubo un mayor número de flores con la aplicación de microorganismos en relación al testigo. Pero la investigación actual mostró una mayor cantidad de flores en el N2 (5% V/V) con un total de 49.47 y una eficiencia del 22.85% sobre el tratamiento testigo, quizás dicha eficiencia se debe a que los microorganismos fueron autóctonos y no se recurrió al proceso de adaptación en el cultivo.

Vargas Barrantes y Castro Barquero (2019) demuestran que al introducir microorganismos de suelos nativos al nivel radicular y foliar, ayudan en la solubilización del fósforo; elemento indispensable para la respiración, formación de raíces y mayor número de flores. Del mismo modo, la inoculación de los microorganismos debe ser al momento de la

siembra y durante toda la floración, manteniendo una asimilación eficiente del fósforo y una distribución equitativa (Narváez, 2016).

En otras palabras, al fertilizar a todas la plantas con microorganismos eficientes autóctonos existen efectos positivos en la floración, incrementando el número de flores en la producción de tomate; ya que dichos microorganismos provenientes de un agro ecosistema diverso, tienen una actividad microbiana alrededor del 90% en la raíz de las plantas (Alarcon *et al.*, 2020). Asimismo, al incrementar las dosis pueden existir efectos tanto negativos como positivos, dependiendo de la interacción entre individuos, adaptabilidad ante las condiciones agroclimáticas y el manejo durante la producción (Escalona, Correa, y Olivares, 2019).

4.4 Número de frutos cuajados por planta en el cultivo de tomate riñón.

Los resultados del análisis de varianza para Tabla 18 muestran que existen diferencias estadísticas en el factor nivel ($f= 11.32$; $gl=3$; $p<0.0001$).

Tabla 18

ADEVA del número de frutos cuajados por planta en el cultivo de tomate riñón var. Pietro bajo diferentes dosis de MM

Fuentes de variación	Grados libertad	Grados libertad	Coefficiente de variación	Valor F	Valor P
(F.V)	(G.L)	(Error)	(C.V)	(f)	(p)
Nivel	3	114	19.55	11.32	<0.0001

La cantidad total de frutos de la planta de tomate riñón con relación a las diferentes dosis de microorganismos se muestran en la Figura 22, con un promedio de 37 frutos que desarrollaron en la etapa de cuajado.

Las tres aplicaciones influyeron en un aumento notable en comparación al testigo, donde la mayor cantidad fue en el N2 (5% V/V) con un total de 41.33 y un incremento del 33.62% en relación al testigo que obtuvo un total de 30.93 frutos cuajados. Mientras que los

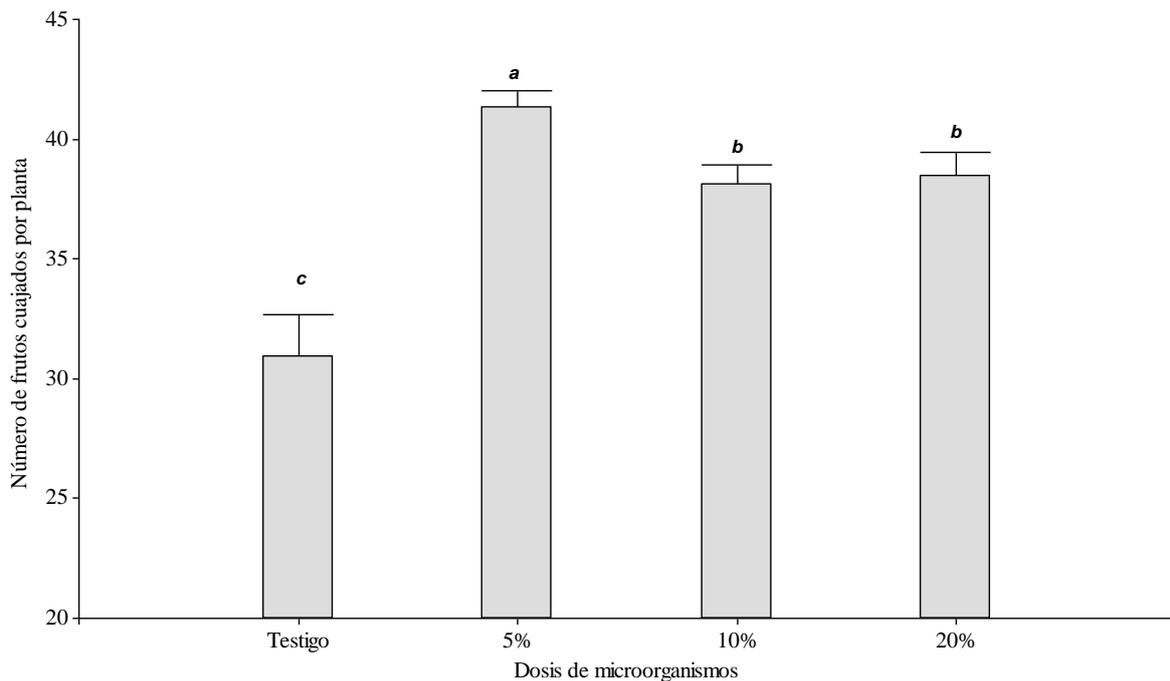
tratamientos N3 (10% V/V) y N4 (20% V/V) no mostraron diferencias estadísticas dando un total de 38.10 y 38.47 frutos cuajados para cada caso

Al comparar entre los tratamiento en los cuales se utilizó microorganismos, se podría mencionar que al aplicar concentraciones altas N3 (10% V/V) y N4 (20% V/V) los resultados son inferiores al N2 (5% V/V), lo que pudo ocurrir es que una grande dosis de microorganismos de montaña quizá causen inmovilización de nutrientes si se los aplica a la misma frecuencia que la dosis baja.

Además si se comparan el número de flores por planta con los frutos que cuajaron se puede mencionar que no todas las flores llegaron a cuajarse por diferentes factores, pero si se mantuvo el mayor número en el nivel N2 (5% V/V) para las dos variables.

Figura 21

Número de frutos cuajados por planta con diferentes dosis de MM en el cultivo de tomate riñón var. Pietro



Oidor (2016) menciona que al evaluar la cantidad de frutos cuajados en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad Esmeralda durante la aplicación de microorganismos eficientes como: *Trichoderma harzianum* Rifai en dosis foliares y al suelo, durante todo el ciclo de

floración (10 pisos), en aplicaciones quincenales. La mejor dosis fue de 1.25% con una cantidad de 57 frutos cuajados, siendo la eficiencia de 29.82% sobre el testigo. Existe similitud entre los dos estudios evaluados, ya que en la presente investigación se obtuvieron en el N2 (5% V/V) un total de 41.33, representando una eficiencia del 33.62% sobre el testigo en ocho pisos que se evaluaron. Posiblemente por el mejoramiento en la disponibilidad de nutrientes (calcio y boro) hacia los racimos y con ello menor abortamiento de las flores en estado prematuro (Leitón, 2020).

Ferral *et al.* (2019) afirman que, al usar microorganismos de montaña en plantas de tomate a diferentes dosis (1.23%, 2.44% y 4.76%), desde el trasplante (30 días) hasta el cuaje de frutos en los diferentes pisos de la planta, se pudo apreciar que el mejor tratamiento fue el de 4.76% con una cantidad de 5 frutos por piso durante 4 meses de productividad. Obteniendo un total de 39 frutos por planta, mientras que la eficiencia sobre el testigo fue del 20%. Sin embargo, la cantidad de frutos del estudio propuesto N2 (5% V/V) fue mayor en comparación con el autor señalado anteriormente, ya que obtuvieron 41.33 frutos por planta, posiblemente porque dosis entre el 3% y 5% ayudan de forma nutricional a la planta para la formación de frutos cuajados en los diferentes pisos (Vincula, 2019).

Sobre todo, algunos microorganismos como *Bacillus* sp. y *Trichoderma* sp. promueven el crecimiento y desarrollo vegetal, ya sea por la fijación de nitrógeno, producción de reguladores de crecimiento y antagonismos contra fito patógenos que afecten al cuajado del fruto (Grageda, Díaz, Peña, y Vera , 2012). Mientras que el usar *Pseudomonas* sp. en cultivos de maíz y tomate, ayudan a la formación y cuajado del fruto, debido a que producen compuestos llamados ciclodipéptidos que estimulan a la planta a tomar mayor cantidad de nutrientes (Vera, 2020).

4.5 Número de frutos cosechados por planta en el cultivo de tomate riñón.

Los resultados del análisis de varianza para Tabla 19 muestran que existen diferencias estadísticas en el factor nivel de acuerdo a las tres dosis de aplicación ($f= 16.77$; $gl=3$; $p<0.0001$).

Tabla 19

ADEVA de la cantidad de frutos cosechados por planta en el cultivo de tomate riñón var. Pietro bajo diferentes dosis de MM

Fuentes de variación	Grados libertad	Grados libertad	Coefficiente de variación	Valor F	Valor P
(F.V)	(G.L)	(Error)	(C.V)	(f)	(p)
Nivel	3	114	20.79	16.77	<0.0001

En la Figura 23 muestra la cantidad total de frutos cosechados en el cultivo de tomate riñón con respecto a las diferentes dosis de microorganismos, donde mantuvieron un promedio de 34 frutos.

Los resultados indican que la mayor cantidad de frutos se obtuvo en el N2 (5% V/V) con un total de 38.67 con un 38.45% de eficiencia en relación al testigo que fue el que menor número de frutos cosechados tuvo con un total de 27.93. Mientras que el N3 (10% V/V) y N4 (20% V/V) no presentaron diferencias estadísticas, con 34.97 y 33.83 frutos respectivamente.

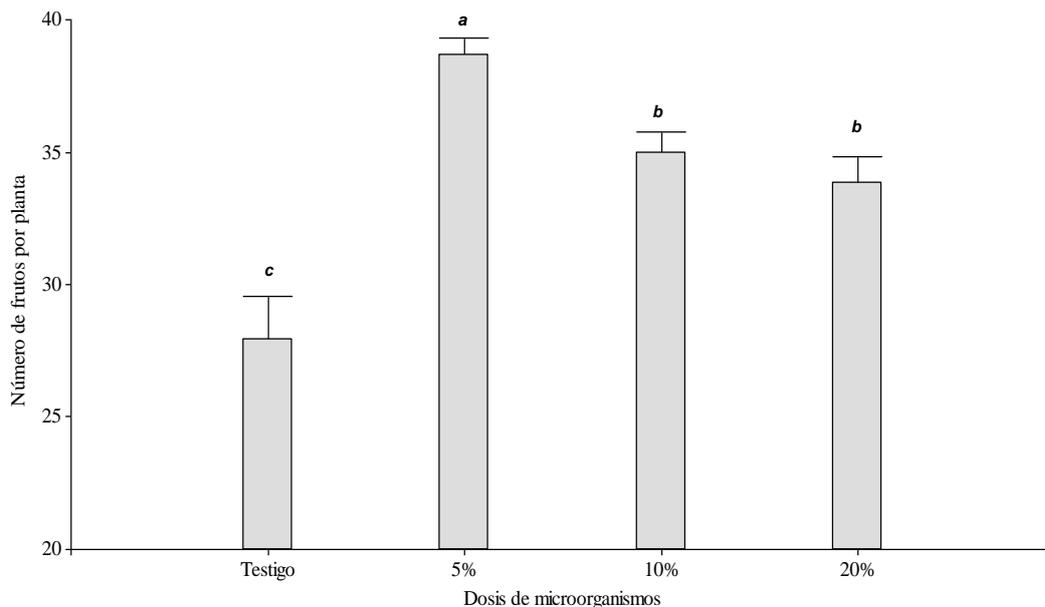
Se podría decir que en todos los tratamientos en los que se aplicó microorganismos N2 (5% V/V), N3 (10% V/V) y N4 (20% V/V) el número de frutos cosechados fue mayor que el testigo, ya que favoreció una mayor absorción de nutrientes por las plantas y una mayor disponibilidad de Mg y K en la solución del suelo y necesarios en las plantas para la formación de azúcares (Ramírez L. , 2018).

Por otra parte, si se comparan las relaciones entre frutos cuajados y frutos cosechados se podría decir que aunque hay un aborto de frutos antes de la cosecha los mejores rendimientos se obtuvieron en el N (5% V/V) para las dos variables evaluadas. Mientras que

al comparar el testigo con los tratamientos donde se aplicaron microorganismos, la producción fue inferior para los dos casos.

Figura 22

Cantidad de frutos cosechados por planta con diferentes dosis de MM aplicados en el cultivo de tomate riñón var. Pietro



Ramírez (2018) señala un resultado positivo en la inoculación de microorganismos eficientes en el cultivo de tomate, con la dosis de (4.76%) aplicados cada cada 14 días desde el trasplante a la base de cada planta. En donde obtuvieron 36 frutos por planta a la dosis mencionada, siendo la eficiencia del 26.1% en relación al testigo. Al comparar los dos estudios se puede confirmar que la aplicación de microorganismos ayuda aumentar los frutos cosechados, pues en el estudio actual para la dosis N2 (5% V/V) se obtuvo un total de 38.67 frutos, siendo la eficiencia del 38.45% debido a que las aplicaciones a nivel foliar y suelo mejoraron el cuaje lo que se refleja en la producción de los frutos (Ferral *et al.*, 2019).

Por otra parte el N3 (10% V/V) y el N4 (20% V/V) también presentaron mayor número de frutos cosechados con una eficiencia promedio de 23.17% en relación al testigo, lo cual es corroborado por (Vio *et al.*, 2017) quienes realizaron una investigación referente a la producción de frutos en tomate variedad Elpida bajo aplicaciones de microorganismos

eficientes como *Pseudónimas* sp. y *Bacillus* sp., donde la mejor dosis fue del 1.96% aplicado por la mañana a la base de cada planta con un promedio de 5 frutos por piso; mientras que las evaluaciones se realizaron cada 15 días y al final de la cosecha obtuvieron un total de 30 frutos por planta, con una eficiencia del 16.4% en relación al tratamiento testigo.

Cabe mencionar que al introducir microorganismos nativos en cultivos bajo invernadero, como en el caso del tomate riñón se mejora la producción por el incremento de las poblaciones de microorganismos benéficos a nivel de suelo, ayudando al agricultor a elevar sus utilidades (Tovar, 2015).

Sobre todo la gran biodiversidad a nivel de suelo de especies nativas que presenta el Ecuador, es un potencial económico que poco a poco va mejorando los rendimientos a la cosecha y disminuyendo los costos de producción, fomentando así la utilización de los microorganismos de montaña que permiten que las plantas puedan asimilar de mejor forma los minerales disponibles en la materia orgánica (Rodríguez, 2020).

4.6 Rendimiento de frutos por planta en el cultivo de tomate riñón.

Los resultados del análisis de varianza, en la Tabla 20, para la variable rendimiento muestra que existen diferencias estadísticas para el factor nivel ($f= 96.28$; $gl=3$; $p<0.0001$).

Tabla 20

ADEVA de la aplicación de MM en diferentes dosis sobre el rendimiento por planta en el tomate riñón var.

Pietro

Fuentes de variación	Grados libertad	Grados libertad	Coefficiente de variación	Valor F	Valor P
(F.V)	(G.L)	(Error)	(C.V)	(f)	(p)
Nivel	3	111	20.21	96.28	<0.0001

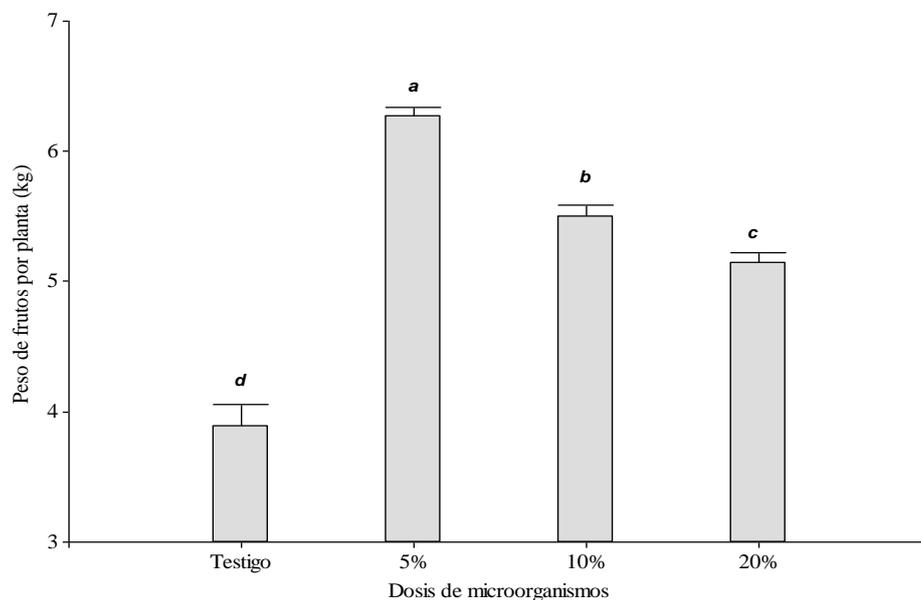
En la Figura 24 indica el rendimiento por planta de tomate riñón con respecto a las diferentes dosis de microorganismos, donde mantuvieron un promedio de 5.20 kg. Se puede observar diferencias estadísticas ya que el mejor rendimiento fue de 6.27 kg en el N2 (5%

V/V) y un incremento en la eficiencia del 61.18% sobre el testigo que dio como promedio 3.89 kg por planta, para el N3 (10% V/V) y el N4 (20% V/V) los rendimientos fueron de 5.50 kg y 5.14 kg respectivamente.

Mientras que al hacer una comparación de las variables anteriores con el rendimiento de frutos por planta se puede mencionar que los mejores resultados se obtuvieron en el N (5% V/V) para todos los casos. Quizá porque el aplicar dosis altas de microorganismos interfieren en la absorción de nutrientes

Figura 23

Efecto de diferentes dosis de MM sobre el rendimiento del tomate riñón var. Pietro



Ramírez (2018) en un estudio realizado en tomate variedad “Río Grande” mediante la aplicación de microorganismos eficientes autóctonos (EMA), evaluó diferentes dosis (1.23%, 2.44% y 4.76%) y frecuencias de aplicación (7, 14 y 21 días). Los resultados obtenidos mostraron que la dosis de 4.76% de EMA aplicado cada 14 días contribuyó a un mayor rendimiento (5.71 kg/planta), siendo la eficiencia del 25.01% sobre el testigo. Comparado con el estudio actual existe similitud, ya que el rendimiento promedio para el N3 (10% V/V) y N4 (20% V/V) fue de 5.32 kg/planta con 36.76 % de eficiencia. Concluyendo que la aplicación de microorganismos de montaña puede ser una importante alternativa para fertilizar cultivos

como el tomate, reduciendo el uso de fertilizantes de síntesis química e incrementar la producción (Vio *et al.*, 2017).

Por otra parte, el mayor rendimiento fue de 6.27 kg/planta en el N2 (5% V/V) con una eficiencia del 61.18%, por lo que Pineda (2015) señala que al usar microorganismos autóctonos como: *azospirillum*, *clostridium*, *enterobacter*, *alcaligenes*, *pseudomonas*, *bacillus* y *lactobacillus* en el cultivo de tomate riñón a vía foliar, alcanzó un rendimiento máximo por planta de 6.72kg. Lo cual es corroborado por Saino (2020) quien menciona que al inocular las plantas de tomate riñón variedad Elpida desde el trasplante con *Bacillus* sp., levaduras y actinomicetos, presentó un rendimiento total de 6 kg/planta en un estudio realizado en Colombia.

Por ello, al utilizar microorganismos eficientes ayudan a mejorar la asimilación de los nutrientes provenientes de fuentes inorgánicas, mediante la retención de la humedad y la estructura del suelo facilitando la actividad osmótica de las raíces y así incrementando la producción (Leitón, 2020)

Del mismo modo, el rendimiento del fruto en el cultivo de tomate puede variar sustancialmente siempre y cuando se incorpore una fertilización tanto orgánica como inorgánica, ayudando a la asimilación de nutrientes en los dos aspectos productivos, donde el potasio en la planta tiene la función de aumentar el peso del fruto en un 75%; sin embargo depende de las condiciones ecológicas y labores culturales del cultivo (Zelada, 2017). Pero dichos microorganismos son primordiales en la fase de llenado de fruto, donde la actividad microbiana a nivel de suelo es indispensable para la absorción de elementos esenciales (García *et al.*, 2017).

4.6.1 Clasificación de frutos de acuerdo al calibre.

La clasificación de frutos por el calibre se realizó con base a lo señalado por Aguilera (2016) para la comercialización de tomate riñón (Tabla 21). De acuerdo con el análisis de resultados en la Tabla 14, se aprecia que existe interacción entre los factores nivel y calibre ($f= 20.08$; $gl=9$; $p<0.0001$).

Tabla 21

ADEVA del efecto de diferentes dosis de MM sobre el calibre de frutos en el cultivo tomate riñón var. Pietro

Fuentes de variación (F.V)	Grados libertad (G.L)	Grados libertad (Error)	Coefficiente de variación (C.V)	Valor F (f)	Valor P (p)
Nivel	3	461		63.63	<0.0001
Calibre	3	461	65.47	525.51	<0.0001
Nivel: Calibre	9	461		20.08	<0.0001

En la Figura 25, se puede observar que al comparar los calibres (1,2,3,4) dentro del N1 (testigo) el que mayor aporte tuvo dentro de la producción fue el calibre 3 con 11.37 frutos, mientras que el menor número fue en el calibre 1 con 0.6 frutos. Para los calibres (1,2,3,4) del N2 (5% V/V) la mayor cantidad de frutos fue de 16.43 en el calibre 2 y el menor aporte se registró en el calibre 1-4 con 4.43 y 6.5 respectivamente. Respecto al N3 (10% V/V) al hacer la comparación entre calibres se puede decir que el mayor aporte fue de 12.47 frutos para el calibre 3, a diferencia del calibre 1 que tuvo 1.53 frutos. Los calibres (1,2,3,4) para el nivel N4 (20% V/V) mostraron que la mayor cantidad de frutos fue en el calibre 3 con 11.2 en total y el menor número se registró en el calibre 1 con 0.67 frutos.

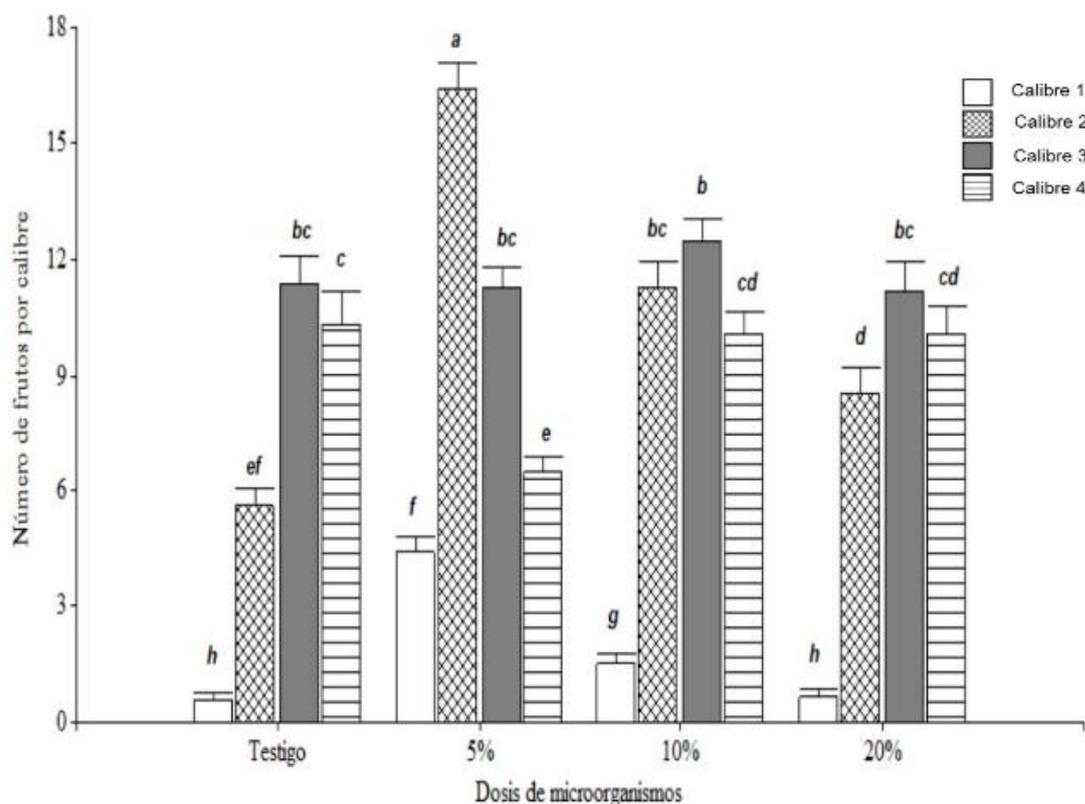
Al comparar los calibres entre los cuatro niveles se puede mencionar que para el calibre 1 el mejor tratamiento fue el N2 (5% V/V) con un promedio de 4.43 frutos mientras que el testigo tuvo 0.6 frutos del mismo calibre. Los mejores resultados para el calibre 2 fueron en el N2 (5% V/V) quien presentó 16.43 frutos, en relación al testigo que tuvo 5.63

frutos. Para el calibre 3 la mayor cantidad se obtuvo en el tratamiento N3 (10% V/V) con 12.47 frutos y el menor número de frutos fueron en los niveles N1 (testigo), N2 (5% V/V) y N4 (20% V/V) que tuvieron en promedio 11.29 frutos siendo estadísticamente similares. Dentro del calibre 4 la mayoría de frutos fue en el N1 (testigo) con un total de 10.1 a diferencia del N2 (5% V/V) que fue el que menor número de frutos de este calibre tuvo, siendo en total 6.5, también se puede mencionar que N3 (10% V/V) y N4 (20% V/V) no presentaron diferencias estadísticas con un promedio de 10.09 frutos.

Sin embargo, con respecto a las diferentes dosis de microorganismos se puede apreciar que el N2 (5% V/V) presentó los mejores calibres comerciales en relación a los otros niveles.

Figura 24

Relación del calibre del fruto con la aplicación de diferentes dosis de MM en el cultivo de tomate riñón var. Pietro



Ramírez (2018) menciona que al aplicar microorganismos benéficos del producto Fito Mas E (cepas de *Bacillus* sp. aislados de montaña) en aplicaciones dirigidas al suelo, durante la evaluación de la circunferencia del fruto de tomate riñón, mostraron categorías de primera. Algo similar se puede apreciar el presente estudio donde la mayor cantidad de fruta fue de calibre 2 “primera” con un valor importante en el mercado nacional dentro de los parámetros establecidos.

También Espinosa *et al.* (2017) indica que, al aplicar microorganismos eficientes del suelo como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (*Bacillus* sp., *Pseudónimas* sp.), aumentaron considerablemente el diámetro del fruto del tomate riñón variedad Afrodita alcanzando valores hasta 80 mm. Por ende, al relacionar los resultados con la investigación coinciden con la categoría de primera, siendo la mejor dosis el N2 (5% V/V); ya que dichos microorganismos mejoraron la calidad del fruto por la movilización de compuestos solubles hacia las plantas (Umaña *et al.*, 2017).

De esta manera, se puede contextualizar que los microorganismos nativos del suelo desempeñan funciones de gran importancia en relación a procesos de edafogénesis durante los ciclos bioquímicos del carbono, nitrógeno, oxígeno, azufre y fósforo para la asimilación de las plantas, llegando finalmente a la obtención de frutos con un grosor de categoría óptima entre los 60 a los 80 mm (Ochoa, 2018).

4.7 Incidencia de mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius).

En la Tabla 22, muestra que no existe interacción entre los factores; días después de trasplante y nivel con respecto a la incidencia de mosca blanca. Sin embargo, existe diferencia estadísticas en los factores independientes ($f= 7.03$; $gl=24$; $p<0.0001$).

Tabla 22

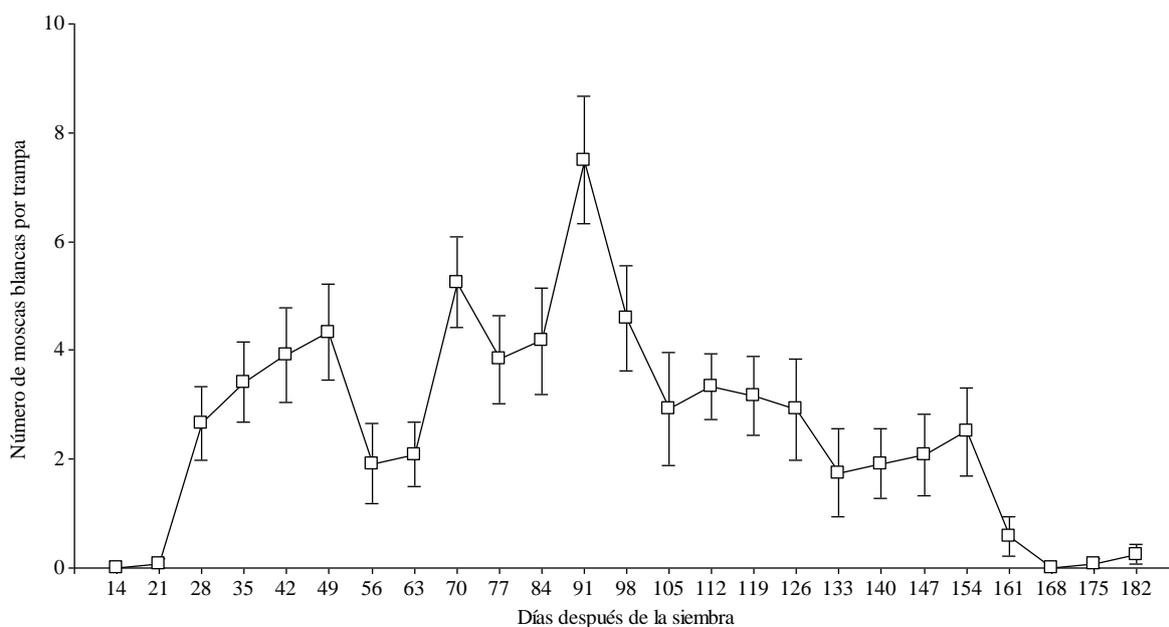
Análisis de varianza sobre la incidencia de mosca blanca en el cultivo de tomate riñón var. Pietro bajo diferentes dosis de MM

Fuentes de variación (F.V)	Grados libertad (G.L)	Grados libertad (Error)	Coficiente de variación (C.V)	Valor F (f)	Valor P (p)
Días después del trasplante	24	198		7.03	<0.0001
Nivel	3	198		4.11	0.0075
Días después del trasplante: Nivel	72	198	116.44	0.96	0.5652

En la Figura 26 se puede observar que la presencia de mosca blanca a partir del día 21 fue en aumento hasta el día 49 con un promedio de 4.33 moscas por trampa, sin presentar diferencias estadísticas, de ahí va aumentando y disminuyendo hasta el día 84. Para el día 91 las diferencias estadísticas fueron notables, pues se alcanzó un total de 7.5 moscas por trampa y fue disminuyendo hasta el día 168 donde no existe presencia de la plaga.

Figura 25

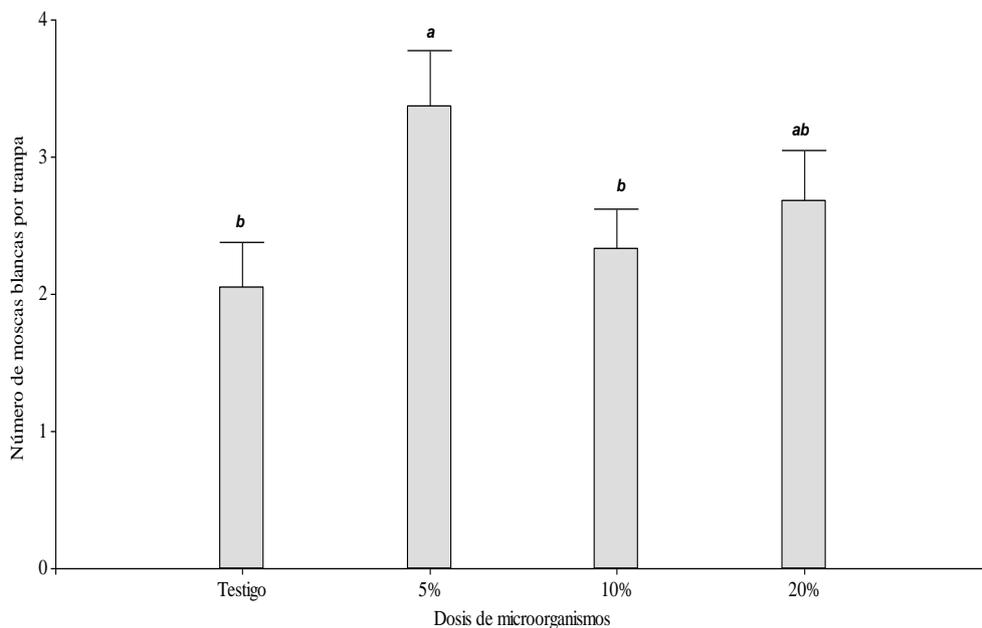
Incidencia de mosca blanca en el cultivo de tomate riñón var. Pietro en relación a los días después del trasplante bajo diferentes dosis de MM



La incidencia de mosca blanca en el cultivo de tomate riñón con relación a las dosis de aplicación (Figura 27), mantuvo un promedio de 2.61 moscas. Donde la menor presencia de mosca blanca fue el N1 (testigo) con 2.05 moscas, mientras que el mayor valor se registró en el N2 (5% V/V) donde la mayor cantidad fue de 3.37 moscas, aumentando el porcentaje de moscas en 64.39% en relación al testigo, por otro lado el N3 (10% V/V) y el N4 (20% V/V) fueron estadísticamente similares con un promedio de 2.51 moscas.

Figura 27

Incidencia de mosca blanca en el cultivo de tomate riñón var. Pietro con relación a las dosis de MM aplicados



Pérez *et al.* (2017) indican que, el tomate riñón es cultivado en un 60% en las provincias de la sierra, donde su producción se ve afectada por la mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius) ocasionando graves pérdidas en la producción, por ello han implementado la aplicación de microorganismos benéficos provenientes de los suelos nativos de la cordillera de los andes como *Verticillium lecanii* Zimm en dosis del 3% al 10% V/V, reduciendo las poblaciones de ninfas y adultos con una mortalidad del 75%. Mientras que en el trabajo actual los resultados fueron totalmente diferentes, debido a que todas las dosis utilizadas presentaron mayor número de moscas en relación al testigo, pudiendo concluir que estos caldos de

microorganismos al no ser identificados por especies no tienen un control específico (Marina, 2018).

Además Ramírez (2019), sugiere que al utilizar microorganismos nativos provenientes del bosque (*Trichoderma* spp.) en el control de mosca blanca en aplicaciones foliares, mantuvieron mortalidades del 46% reduciendo a las poblaciones en un lapso de 2 días. Sin embargo, al analizar los resultados del experimento actual con la investigación propuesta se puede mencionar que hay similitudes.

4.8 Incidencia de polilla (*Tuta absoluta* M.)

En la Tabla 23, indica que no existe una interacción entre los factores; días después de trasplante y nivel con respecto a la cantidad de polillas. Además, no existe diferencia estadísticas en los factores independientes.

Tabla 23

ADEVA del efecto de diferentes dosis de MM sobre la incidencia de polilla en el cultivo de tomate riñón var. Pietro

Fuentes de variación (F.V)	Grados libertad (G.L)	Grados libertad (Error)	Coficiente de variación (C.V)	Valor F (f)	Valor P (p)
Días después del trasplante	9	1158		1.33	0.2171
Nivel	3	1158	110.14	0.24	0.7954
Días después del trasplante: Nivel	27	1158		0.93	0.5642

En la Tabla 24, se puede observar que la incidencia de polilla en el cultivo de tomate riñón fue baja y sin diferencias notable en todos los tratamientos con un promedio de 0.04 por planta.

Tabla 24*Incidencia de polilla con diferentes dosis de MM en el cultivo de tomate riñón var. Pietro*

Dosis de evaluación	Medias en la cantidad de individuos \pm Error estándar.
0% de microorganismos (Testigo)	0.04 \pm 0.01
5% de microorganismos	0.04 \pm 0.01
10% de microorganismos	0.04 \pm 0.01
20% de microorganismos	0.02 \pm 0.01

Ruisánchez (2013) menciona que la polilla del tomate es originaria de Sudamérica, donde representa uno de los problemas fitosanitarios más importantes, se le considera una plaga devastadora que afecta al cultivo de tomate además de otras hortalizas; siempre y cuando las condiciones ambientales sean favorables. Algo similar pudo haber ocurrido en este ensayo, ya que la baja densidad de siembra y el manejo adecuado de la temperatura y humedad pudieron haber ayudado como lo menciona el autor anterior.

Arias (2019) considera que la polilla (*Tuta absoluta* Meirik) es agresiva en las solanáceas como: tomate, papa, berenjena y pimentón; siendo necesaria la implementación de microorganismos endófitos como una alternativa eficiente y sustentable, donde las cepas de *Beauveria bassiana* Alexopoulos mostraron una efectividad del 80% durante el control. Al comparar con el presente estudio los resultados fueron muy diferentes ya que no se reportó la presencia de la plaga para poder evaluar la efectividad que tienen microorganismos en el control de diversos patógenos (Barra, 2020).

4.9 Incidencia de los hongos fitófagos en tomate riñón.

En el ciclo de cultivo de tomate se realizó el monitoreo de la incidencia de enfermedades foliares en cada unidad experimental desde el trasplante. Las enfermedades que presentaron las plantas fueron: Moho gris (*Botrytis cinerea* Fuckeliana) y tizón tardío (*Phytophthora infestans* Mont. De Bary). Las discusiones realizadas se presentan a continuación:

- **Moho gris (*Botrytis cinerea* F.)**

En la Tabla 25, se puede observar la interacción entre los factores; días después de trasplante y nivel con respecto a la incidencia de moho gris ($f= 3.56$; $gl=27$; $p<0.0001$). por lo tanto si existen diferencias estadísticas.

Tabla 25

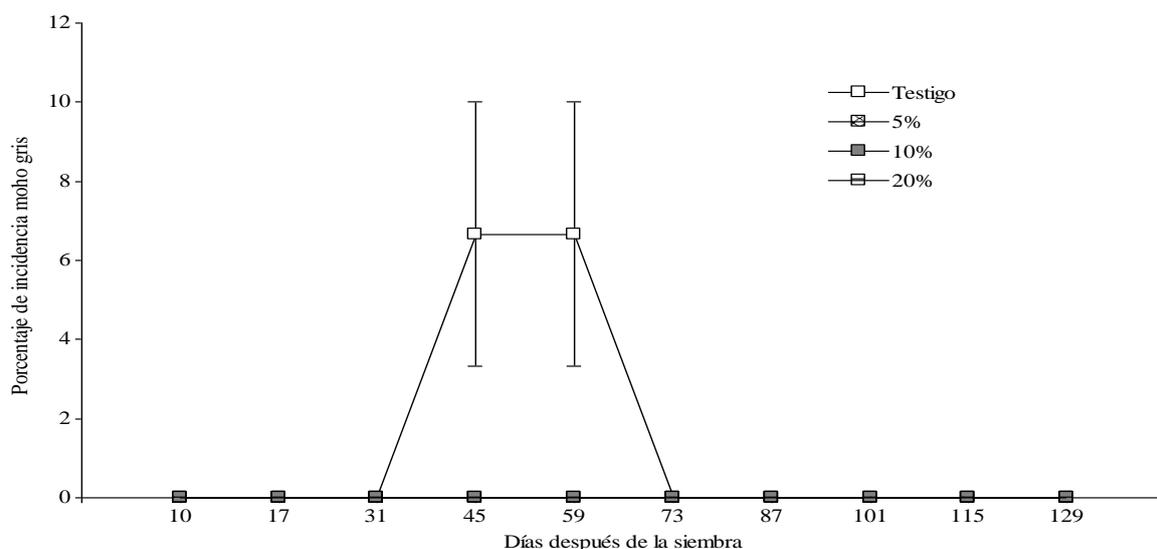
ADEVA sobre la incidencia del moho gris en el tomate riñón var. Pietro bajo diferentes dosis de MM

Fuentes de variación (F.V)	Grados libertad (G.L)	Grados libertad (Error)	Coficiente de variación (C.V)	Valor F (f)	Valor P (p)
Días después del trasplante	9	78		3.56	0.0010
Nivel	3	78		8.00	0.0001
Días después del trasplante: Nivel	27	78	86.24	3.56	<0.0001

En el cultivo de tomate riñón al evaluar la incidencia de moho gris se puede observar que hasta 31 días después del trasplante no hubo diferencias estadísticas en los cuatro niveles. Mientras que desde el día 31 hasta el día 73 el mayor porcentaje de incidencia fue del 6% para el nivel testigo, posterior a esto se puede apreciar que la presencia de la plaga desapareció totalmente en los cuatro niveles de evaluación hasta el último dato registrado a los 129 días (Figura 28).

Figura 28

Incidencia del moho gris con relación a las dosis de MM aplicados en el cultivo de tomate riñón var. Pietro



Castro *et al.* (2020) señalan que diversas bacterias desconocidas del género *Bacillus* spp. se encuentran presentes en la mayoría de suelos ecuatorianos, los cuales producen sustancias anti fúngicas y antibióticas que han controlado en un 80% enfermedades causadas por *Fusarium* sp., *Botrytis* sp. y *Gaeumannomyces* sp., además se reporta un incremento en la resistencia sistémica de las plantas debido al incremento de quitinasas y peroxidasas. Por otro lado en el presente estudio no se realizó la identificación de microorganismos, pero se podría decir que una de estas especies pudo estar presente en las soluciones, mismas que no permitieron la incidencia de moho gris debido a la capacidad antagónica que forman al encontrarse con la enfermedad (Velásquez, 2018).

Además, en el estudio propuesto se colocaron las trampas en las faldas de Mojanda, suelos que son ricos en microorganismos nativos; lo cual es corroborado por Hernández (2019) quien menciona que *Botrytis* sp. es un hongo fitopatógeno de importancia en el país por pérdidas reflejadas en un 60% durante la cosecha, luego de haber aislado bacterias endófitas (*Bacillus* spp.) encontradas en las raíces de *Puya goudotiana* Mez planta endémica de páramos tuvieron un porcentaje de inhibición en el crecimiento del micelio superior al 80% y la disminución de la esporulación en más del 90% del cultivo de tomate riñón.

- **Tizón tardío (*Phytophthora infestans* Mont. De Bary)**

En la Tabla 26, indica que no existe interacción entre los factores; días después de trasplante y nivel con respecto a la presencia del tizón tardío. Además, no existen diferencias estadísticas en los factores independientes.

Tabla 26

ADEVA sobre la incidencia de tizón tardío en el tomate riñón var. Pietro con diferentes dosis de MM

Fuentes de variación (F.V)	Grados libertad (G.L)	Grados libertad (Error)	Coefficiente de variación (C.V)	Valor F (f)	Valor P (p)
Días después del trasplante	9	78		1.00	0.4473
Nivel	3	78		1.00	0.3974
Días después del trasplante: Nivel	27	78	60.23	1.00	0.4595

La Tabla 27 muestra que luego de evaluar la incidencia de tizón tardío en el cultivo de tomate riñón, no hubo diferencias estadísticas en los cuatro niveles, siendo casi nula la presencia de la enfermedad.

Tabla 27

Incidencia de tizón tardío con diferentes dosis de MM en el cultivo de tomate riñón var. Pietro

Dosis de evaluación	Medias en la cantidad de individuos \pm Error estándar.
0% de microorganismos (Testigo)	0.33 \pm 0.17
5% de microorganismos	0.00 \pm 0.17
10% de microorganismos	0.00 \pm 0.17
20% de microorganismos	0.00 \pm 0.17

Jaramillo (2015) mencionan que tizón tardío es una de la enfermedades más peligrosa del tomate riñón pudiendo ocasionar perdidas totales del cultivo, debido a que ataca a todas las partes de la planta cuando las densidades de siembra son altas en cultivos intensivos bajo invernadero, lo cual es corroborado en este estudio ya que la densidad de siembra fue muy baja, misma que pudo haber favorecido a una mejor sanidad del cultivo.

Tizón tardío o lancha del tomate, afecta en zonas con temperaturas entre 15 y 22°C y humedad relativa mayor al 80%, el patógeno se encuentra en semillas infectadas, en restos de cosechas anteriores y puede sobrevivir en forma de micelio en otros cultivos asociados o plantas que sean de la familia de las solanáceas; la infección dentro del invernadero puede llegar hasta el 50% cuando no se realiza una correcta rotación de sistémicos y del 90% cuando no se realizan aplicaciones (Cardona-Piedrahita *et al.*, 2016). Pudiendo decir que en el presente trabajo al realizarse el trasplante a finales del invierno no se dieron las condiciones necesarias para el desarrollo de la enfermedad como lo menciona el anterior autor.

4.10 Pérdida de peso de frutos durante la post cosecha.

En la Tabla 28, muestra que existe interacción entre los factores; días después de trasplante y nivel con respecto a la pérdida de peso del fruto durante la post cosecha ($f= 5.12$; $gl=15$; $p<0.0001$).

Tabla 28

ADEVA del efecto de diferentes dosis de MM sobre la pérdida de peso de frutos en el tomate riñón var. Pietro

Fuentes de variación (F.V)	Grados libertad (G.L)	Grados libertad (Error)	Coficiente de variación (C.V)	Valor F (f)	Valor P (p)
Días después del trasplante	5	46		158.95	<0.0001
Nivel	3	46	56.25	47.74	<0.0001
Días después del trasplante: Nivel	15	46		5.12	<0.0001

En la Figura 29 se puede observar el comportamiento de este indicador, en donde todas las muestras iniciales de un kilogramo aproximadamente perdieron peso en función del tiempo en los cuatro niveles.

Los resultados indican que a los tres días después de la cosecha existieron diferencias estadísticas, donde el N3 (10% V/V) fue el que menor peso perdió, con un promedio de

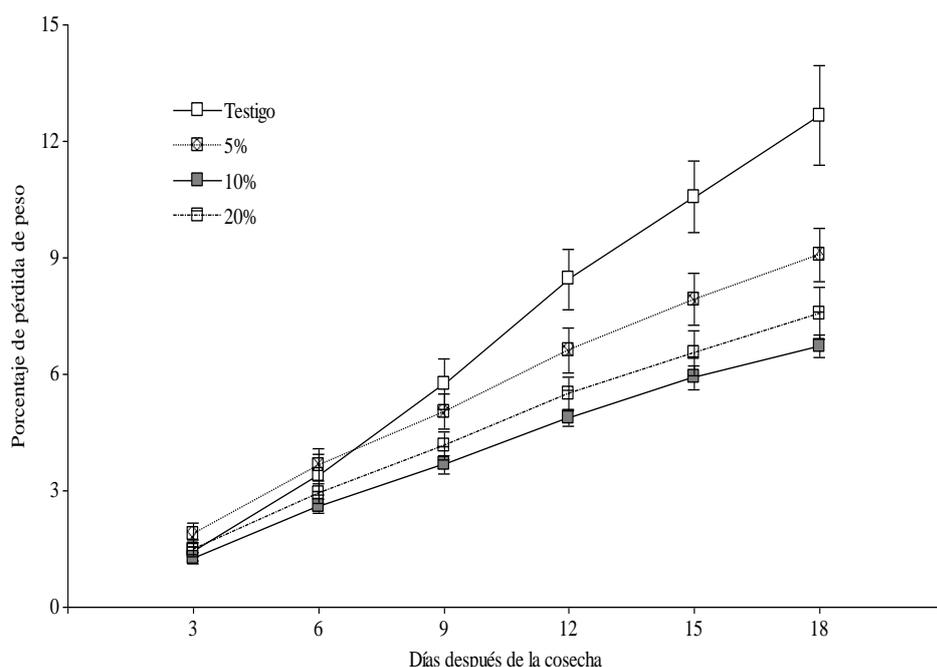
1.27%, los niveles N1 (testigo) y N4 (20% V/V) tuvieron un porcentaje de pérdida del 1.48% siendo estadísticamente similares; mientras que el mayor porcentaje de pérdida de peso fue en el N2 (5% V/V) con total de 1.87%.

A los seis días después de la cosecha los datos registraron que la menor pérdida de peso fue en el N3 (10% V/V) con el 2.60 % siendo estadísticamente diferente sobre los otros tres niveles, respecto al N1 (testigo) y N2 (5% V/V) fueron los que mayor peso perdieron con un promedio de 3.54%, por lo que no presentaron diferencias estadísticas.

A partir del día 9 hasta el día 18 días después de la cosecha ninguna de las muestras mostró ser similar entre sí, por otro lado el menor porcentaje de pérdida de peso fue en el N3 (10% V/V) con el 6.72%, mientras que los frutos que mayor peso perdieron fueron los del N1 (testigo) dando un total de 12.67% presentando diferencias estadísticas. Cabe recalcar que, al aplicar microorganismos de montaña al cultivo de tomate pudo haber influenciado en una menor pérdida de peso de los frutos.

Figura 29

Influencia de diferentes dosis de MM en la pérdida de peso de frutos después de la cosecha en el tomate riñón var. Pietro



López (2020) indica que al evaluar la pérdida de peso de los frutos cosechados de tomate, con aplicaciones de microorganismos de montaña como *Bacillus* sp. al 5%, el promedio de pérdida fue del 4 al 5% a los 15 días, debido a que dicho microorganismo ayuda a mantener la turgencia del fruto en un 85 al 90%. Por tal motivo, los resultados muestran similitud en la pérdida de peso del fruto en las fechas evaluadas.

Además, las pérdidas en post cosecha referentes al peso del fruto, se ven ligadas a la firmeza y rigidez de la variedad, por ende, al evaluar las variedades de tomate cereza, riñón y saladette, mostraron pérdidas del 10% después de la cosecha, también fueron menos susceptibles al ataque de hongos con la aplicación de microorganismos benéficos como *Trichoderma* sp. (Pérez Díaz *et al.*, 2020).

4.11 Discusión de acuerdo a las dosis empleadas.

Campo *et al.* (2014) mencionan que después de evaluar microorganismos eficientes de un bosque cercano al estudio en el cultivo de acelga, ellos observaron que los mejores resultados se obtuvieron en aplicaciones quincenales al 4%. Las principales variables que ellos evaluaron fueron la altura de la planta y el largo de las hojas con una eficiencia promedio del 19% en relación al tratamiento testigo, además mencionan que en dosis superiores al 8% los resultados obtenidos fueron inferiores en los tratamientos con el uso de microorganismos por la competición de nutrientes al nivel del suelo.

Por otra parte al introducir microorganismos de montaña en cultivos bajo invernadero, como en el caso del tomate riñón, en dosis superiores al 10% se ha observado que la producción disminuye; ya que el uso desmedido de estos microorganismos acidifican el suelo, disminuyendo el pH hasta 4 de tal manera que se presenta liberación del aluminio y bloqueo de los macro y micro elementos (Tovar, 2015).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Este estudio ha demostrado que para las característica agronómica altura de la planta, los mejores los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos que se aplicaron microorganismos con una eficiencia del 3.39 % sobre el testigo. Mientras que los tallos de mayor diámetro se obtuvieron a los 110 días en la dosis del 5% alcanzando una eficiencia del 41.05% a relación del testigo. Esto demuestra que con la aplicación de MM es posible obtener un mayor crecimiento vegetativo con tallos fuertes y vigorosos.
- Con respecto al número de flores, frutos cuajado y frutos cosechados por planta, el cultivo mejoró considerablemente con la dosis del 5% ya que se lograron eficiencias del 22.85%, 33.62% y 38.45% respectivamente en comparación al testigo. Determinando así que con la aplicación MM se puede obtener una mayor producción.
- El uso de MM en el cultivo de tomate incremento el rendimiento de la cosecha hasta un 61.18% al ser comparado con el testigo en la dosis del 5%, de igual forma los mejores calibres comerciales se obtuvieron en la dosis mencionada.
- El porcentaje de plagas y enfermedades fue casi nulo para los cuatro tratamientos, en donde no se observaron diferencias estadísticas en relación al testigo, además se puede mencionar que no hubo efectividad en su control con el uso de microorganismos.

5.2 Recomendaciones

- Evaluar microorganismos de montaña provenientes de diferentes tipos de bosques en la eficiencia durante la producción de tomate riñón.
- Caracterizar a los microorganismos de montaña para evaluar su efectividad en la producción de tomate riñón, usando dosis similares al N2 (5% V/V).
- Evaluar las mismas dosis de aplicación con diferentes variedades comerciales de tomate riñón.
- Analizar diferentes dosis de aplicación en UFC (unidades formadoras de colonias) por microorganismo específico en el control de plagas y enfermedades.
- Comparar la eficiencia de MM entre las aplicaciones foliares y drench en la producción de tomate riñón.
- Evaluar las diferentes formas de capturar a los microorganismos para validar la efectividad de acuerdo al tipo de capturador.
- Evaluar cuáles son las mejores condiciones de almacenamiento de los MM y determinar el comportamiento de la viabilidad durante un tiempo determinado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta , H. A. (2012). Microorganismos eficientes de montaña y evaluación de su potencial bajo manejo agroecológico de tomate. *CAITE*, 35-40. *Caite*.<http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A10810e/A10810e.pdf>
- Agencia de Cooperación Internacional del Japón [JICA]. (2015). Proyecto para el apoyo a pequeños agricultores en la zona oriental. Microorganismos. Guía técnica 4: https://www.jica.go.jp/project/elsalvador/0603028/pdf/production/vegetable_04.pdf
- Aguilera, J. (2016). Control microbiano de *Bemisia tabaci* (mosca blanca) mediante el uso de hongos entomopatógenos. *Revista Universidad de Buenos Aires*, 124.
- Alarcón, A., Salas, M., & Viltres, R. (2019). Efecto agronómico y económico de tres cepas nativas de actinomicetos en la producción de plántulas de tomate. *REDEL Revista Granmerse de desarrollo local*, 10.
- Alarcón, A., Viltres, R., Boicet, T., & Ramos, M. (2020). Evaluación de micorrizas arbusculares en la producción de plántulas de tomate. *REDEL*, 10.
- Alarcon, J., Recharte, D., Yanqui, F., Moreno, S., & Buendía, M. (2020). Fertilizar con microorganismos eficientes autóctonos tiene efecto positivo en la fenología, biomasa y producción de tomate (*Lycopersicum esculentum*). *Scientia Agropecuaria*, 7.
- Archila, O. (2018). Aproximación al manejo de efecto de *Botrytis cinerea* en cultivos de tomate producido en el municipio de Fómeque, Cundinamarca. *Revista Universidad Nacional de Colombia*.
- Arias, L. (2019). Perspectivas de control biológico del insecto plaga *Tuta absoluta* (Lepidóptera: Gelechiidae) en producción de tomate en Colombia. *UTADEO*, 85.
- Ausay, E. (2015). Respuesta de tomate rinón (*Lycopersicum esculentum* Mill) Cv variedad Dominic bajo invernadero a dos relaciones nitrato/amonio mediante fertiriego por goteo. Tesis de Riobamba : Espoch .
- Baenas, N., García-Viguera , C., y Moreno, D. (2014). Elicitation: A Tool for Enriching the Bioactive Composition of Foods. *Molecules*, 19-23. doi::10.3390
- Banco Interamericano de Desarrollo [BID] . (Julio de 2009). Proyecto de Reducción de Pobreza y Mejora de las Condiciones Higiénicas de los Hogares de la Población Rural de Menores Recursos. *Manual práctico de uso de microorganismos eficientes EM*.(1), 37. http://www.emuruguay.org/images/Manual_Practico_Uso_EM_OISCA_BID.pdf

- Bárbara, D., Ramón, L., Pérez, y., Placeres, I., y Sianeh, G. (2017). Respuesta de *Daucus carota*. La aplicación de microorganismos nativos en condiciones de organopónico. *SciELO*, 5.
- Barra, L. (2020). *Beauveria bassiana* endófito: Agente de promoción de crecimiento vegetal y de biocontrol en tomate. *UDEC*, 70.
- Brown, & Reyes. (2003). *Tecnologías limpias aplicadas a la agricultura*. *Interciencia*, 28(5), 252-258.
- Cano, M. A. (2011). Interacción de microorganismos benéficos en plantas: micorrizas, trichoderma spp. y pseudomonas spp. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 15 - 31.
- Calero, A., Quintero, E., Pérez, Y., Olivera, D., Peña, K., Castro, I., y Jiménez, J. (2019). Evaluación de microorganismos eficientes en la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Biotecnología agrícola y de alimentos*, 12.
- Campo, A. D., Acosta, R. L., Morales, S., y Prado, F. (2014). Evaluación de microorganismos de montaña (mm) en la producción de acelga en la meseta de popayán. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, (79-87).
- Cardona, L., Castaño Jairo, & Ceballos, N. (2016). Epidemiología del Tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en quince introducciones de tomate silvestre.
- Carriel, E. F. (2017). Microorganismos eficientes en cultivo de tomate (Tesis de Doctorado). *Repositorio Institucional De La Universidad De Guayaquil*.
- Carrillo, Y., Alfonso, E., Ruiz, J., Días, M., & Delgado, G. (2017). Efecto del LEBAME en la germinación de semillas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *SciELO*, 7.
- Castro, L., Murillo, R., Uribe, L., y Mata, R. (2015). Inoculación al suelo con *Pseudomonas fluorescens*, *Azospirillum oryzae*, *Bacillus subtilis* y microorganismos de montaña (mm) y su efecto sobre un sistema de rotación soya-tomate bajo condiciones de invernadero. *Agronomía Costarricense*, 39(3), 21-36.
- Castro, L., Martínez, V., Castro, O., & Blanco, M. (2020). Abono orgánico, microorganismos de montaña (mm) y fertibiol para el control biológico de la hernia de las crucíferas (*Plasmodiophora brassicae* wor.) En el cultivo de mostaza china (*Brassica rapa* sp. *Pekinensis* var. *Taranko f1*). *Agronomía costarricense*, 20.
- Chaltura, G. A. (2017). *Gobierno Autónomo Descentralizado de Chaltura*. <https://chaltura.gob.ec/>
- COMPO EXPERT. (2019). Fertilización foliar y suelo para tomate riñón de crecimiento determinado e indeterminado durante aplicación de

- abonoorgánico.https://www.compoexpert.com/fileadmin/user_upload/compo_expert/c/1/documents/Programa_Tomates.pdf
- Cuéllar, M., & Morales, F. (2006). La mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) como plaga y vectora de virus en fríjol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista colombiana de entomología*, 32(1), 1-9.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2014). El cultivo del tomate de mesa bajo invernadero, tecnología que ofrece mayor producción, calidad e inocuidad del producto durante la comercialización. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos_factores_d_e_produccion_dic_2014.pdf
- Díaz, I., Castellanos, L., Sarduy, M., Toledo, L., Silva, C., Prado, R., y Rossato, L. (2016). Fuentes de fósforo, cachaza y microorganismos sobre las variables morfológicas en plántulas de tomate. *Scielo*, 8.
- Edifarm. (2016). *Vademécum Agrícola*. sobre fertilizantes químicos usados en la agricultura. <https://quickagro.edifarm.com.ec/pdfs/productos/ALASKA%207-20160831-104653.pdf>
- Escalona, V., Correa, J., y Olivares, A. (2019). Manejo poscosecha de tomates y pimientos frescos y de IV gama. *Universidad de Chile*, 106.
- Espinoza, B., Moreno, A., Cano, P., Álvarez, V., Sáenz, J., Sánchez, H., & González, G. (2017). Inoculación de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cv. Afrodita en invernadero. *Scielo*, 6.
- Evaluación de microorganismos eficientes. (2012). <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2217/1/Tesis-22agr.pdf>
- Ferral, C., Fuentes, P., y Calderón, D. (2019). Uso de microorganismos eficientes autóctonos, en el manejo de *Meloidogyne incognita* en el cultivo del tomate. *Scielo*, 8.
- Franco-Correa, M. (2009). Utilización de los actinomicetos en procesos de biofertilización. © *Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM*, 239 - 242.
- Franco-Correa, M. (2010). Utilización de los actinomicetos en procesos de biofertilización. *Rev. peru. biol.*, 16(2), 239 - 242.
- Gobierno Autónomo Descentralizado de Antonio Ante. (2020). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial. Antonio Ante.
- Gajardo, S. (2016). Monografía sobre el estado del arte del control microbiológico de la polilla del tomate, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: *Gelechiidae*): microorganismos más utilizados y su efectividad. *Universidad de Chile*, 90.

- García, R., Gorzelowski, Y., Romero, A., Cossoli, M., y Iglesias, M. (2017). Micorrización espontánea y actividad respiratoria del suelo en un cultivo de tomate bajo invernadero. *UNNE*, 1.
- Gavilanes, K. (2017). Comportamiento agronómico de tres híbridos de tomate riñón (*Lycopersicon esculentum*, Mill), sobre el desarrollo y rendimiento en la zona de Babahoyo. Tesis Babahoyo : UTB.
- González, L. (2018). Efecto de la aplicación de microorganismos promotores de crecimiento vegetal en la producción de tomate (*Solanum lycopersicum*). *SEP*, 60.
- Gortaire, G. (2005). Evaluación de tres hospederos de cría de mosca minadora (*Liriomyza* sp.), para la producción masiva del parasitoide *Diglyphus begini*. Escuela Politécnica Del Ejército.
- Grageda, O., Díaz, A., Peña, J., y Vera, J. (2012). Impacto de los biofertilizantes en la agricultura. *Revista Mexicana de ciencias agrícolas*, 1261-1274.
- Herrera, M. (2018). Evaluación de la actividad promotora de crecimiento vegetal de dos cepas nativas de *Azotobacter* en plantas de tomate bajo invernadero. *Javeriana*, 52.
- (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC], 2., y Instituto Nacional de Estadísticas y censos (INEC). (2017). *INEC*: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Normativas%20Estadisticas/Planificacion%20Estadistica/Programa_Nacional_de_Estadistica-2017.pdf
- Instituto De Invesigaciones Agropecuarias [INIA]. (2018). Manejo integrado de plagas y enfermedades. Polilla del tomate.
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias [INIAP]. (2011). *Repositorio.Iniap*. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2237>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC]. (2017). *Información Ambiental en la Agricultura 2017*. Obtenido de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Informacion_ambiental_en_la_agricultura/2016/PRESENTACION_AGRO_AMBIENTE_2016.pdf
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria [INTA]. (2012). *Enfermedades del tomate para técnicos y productores*.
- Jaimes Suárez, Y. Y., Moreno, C., y Cotes, A. (2009). Inducción de resistencia sistémica contra *Fusarium oxysporum* en tomate por *Trichoderma koningiopsis* Th003. *Acta Biológica Colombiana*, 14(3), 111-119. <http://www.redalyc.org/pdf/3190/319028005008.pdf>

- Jaramillo, J. (2015). Evaluación agronómica del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) bajo tres diferentes coberturas plásticas. *Universidad San Francisco de Quito*.
- Jiménez, C. (2016). Adaptación al cambio climático fortaleciendo la agricultura familiar campesina, cadenas de valor y soberanía alimentaria en el cantón Pedro Moncayo. *Informes de Proyectos*, 24.
- Jiménez, E., Chavarría, A., y Rizo, Á. (2011). Manejo de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y geminivirus en semilleros de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) bajo protección física y química y su efecto en la producción. *Revista científica la Calera* , 11(17), 05-13.
- Jiménez, P. (2019). Aislamiento y caracterización de bacterias endófitas asociadas a *Puya goudotiana* (Bromeliaceae) como antagonistas de *Botrytis cinerea*. *Universidad de lasalle*, 80.
- Leitón, Y. (2020). Evaluación bajo invernadero de fuentes de fertilización orgánica y química en tomate riñón (*Solanum Lycopersicum*) en Pichincha. *UCE*, 65.
- López, L. (2020). Evaluación de híbridos de tomate (*Solanum Lycopersicum*) en condiciones de campo en Salitral de Santa Ana. *INTA*, (13), 88.
- López, N., Márquez, I., Carrillo, J., León, J., Cruz, I., García, R., y Molar, R. (2018). Efecto de biocontrol e inhibición germinativa de *Bacillus* spp. sobre zoosporas de *Phytophthora capsici*. *Scielo*, 7.
- Luz, A., Seguro, S., Arenas, J., y Moreno, G. (2012). Evaluación del poder fertilizante de dos abonos orgánicos preparados con microorganismos eficientes en plantas de tomate y maíz. *Journal of agricultural and animal sciences*, 8.
- Maeso, D., Fernández, A., y Walasek, W. (2015). Control de la mancha bacteriana del tomate (*Xanthomonas spp.*) en cultivo a campo para industria mediante aplicaciones foliares. *INIA Las Brujas, Programa Nacional de Producción Hortícola, Sección Protección Vegetal.*, (2), 1-10.
- Marina, A. (2018). Control biológico de insectos y ácaros. *Agrosavia*, (2), 21.
- Medina, G. (2000). *Los suelos del páramo y sus microorganismos benéficos*. Quito-Ecuador: Publicaciones Abya Yala.
- Méndez, P. (2019). Evaluación de microorganismos de montaña (mm) como. *Ciencia Unisalle*, 51.
- Moreno, J. A., & Velarde , K. E. (2016). *Aislamiento, Caracterización Y Usos Potenciales De Microorganismos De Tierra De Montaña Y Subtropico*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/6276>

- Moreno, J., y Velarde, K. (2016). Aislamiento, caracterización y usos potenciales de microorganismos de tierra de montaña y subtropical durante el periodo 2016. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Naranjo, A. (2017). Microorganismos y su potencial agrícola. *Acción Ecológica*, (2), 8. <http://www.accionecologica.org/soberania-alimentaria/transgenicos/documentos/2242-2017-12-02-17-54-20>
- Naranjo, E. I. (2013). *Repositorio Universidad Técnica De Ambato*: <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/22830/1/Tesis-132%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20402.pdf>
- Narváez, F. (2016). “Evaluación de microorganismos solubilizadores de fósforo, micorrizas y compost en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) bajo condiciones controladas en Carchi-Ecuador. *UPEC*, 105.
- Ochoa, R. (2018). Aplicación de microorganismos y sus beneficios en suelos para la producción agrícola. *UNAD*, 65.
- Oidor, J. (2016). Evaluación de bacillus spp. en el antagonismo de fitopatógenos asociados a la secadera de tomate de cáscara *Physalis ixocarpa*. *UAQ*, 95.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2013). El cultivo de tomate con buenas prácticas agrícolas en la agricultura urbana y periurbana: <http://www.fao.org/3/i3359s/i3359s.pdf>
- Orna, Chavez, A. (2009). *Dspace Epoch*. Obtenido de Evaluación del efecto de la aplicación de micorrizas en la producción de tomate riñón bajo invernadero: <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/357/1/13T0652%20.pdf>
- Ortíz, B. (2017). Aplicación de microorganismos eficientes y promotores del crecimiento vegetal en los cultivos de tomate y pimiento en Vinces-Ecuador. *Universidad de Guayaquil*, 76.
- Paz, R., Sita, N., y Polanco, Á. (2013). Comportamiento del tizón temprano del tomate (*Alternaria solani*) en las condiciones del municipio de Holguín, Cuba. *Sistema de Información Científica Redalyc. Red de Revistas Científicas*, 17 (2), 1-8.
- Paz, W. (2009). *Material de apoyo para las capacitaciones sobre el cultivo del tomate*. Universidad del Istmo.
- Pazmiño, J. (2020). Importancia del uso de microorganismos del género *Trichoderma* sp. para el control biológico de los cultivos. *Universidad Técnica de Babayoyo*, 70.
- Pedraza, R., Teixeira, K., Fernández, A., García de Salamone, I., Baca, B., Azcón, R., . . . Bonilla, R. (02 de 12 de 2010). Microorganismos que mejoran el crecimiento de las

- plantas y la calidad de los suelos. *Revista Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 11(2), 155-164. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es>
- Peláez, J. (2017). Evaluación de cuatro dosis de microorganismos benéficos con aplicación de materia orgánica pollaza en el cultivo de lechuga (*Lactuca Sativa*) variedad Grand Rapids bajo condiciones agroecológicas en la provincia de Lamas. *UNSM*, 64.
- Peña, M., Posada, F., & Mosalve, O. (2013). Producción hidropónica de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en cascarilla de arroz con materiales minerales y orgánicos. *Revista colombiana de ciencias hortícolas*, 217-227.
- Pérez, F., Arévalo, L., Pérez, L., Ortíz, R., y Ramírez, M. (2020). Crecimiento y características postcosecha de frutos de genotipos nativos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Revfitotecnia*, 50.
- Pérez, M., Pérez, M., & Padilla, V. (2017). Evaluación de dos productos y tres dosis de *Verticillium lecanii* (*Verticillium lecanii*) PARA EL control de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en tomate hortícola (*Lycopersicum esculentum*)". *UTA*, 45.
- Pineda, D. (2015). Evaluación de microorganismos eficientes autóctonos en el rendimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*) En San Gabriel-L-Abancay. *UTEA*, 130.
- Ramírez, L. (2018). Evaluación del efecto del bioestimulante bb16 y el bioestimulante fitomasen en el desarrollo y en la cosecha del tomate (*Solanum Lycopersicum*). *UHO*, 48.
- Ramírez, S. (2019). Compuestos orgánicos volátiles de *Trichoderma* spp. con actividad biocontroladora sobre el patógeno *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* y el insecto plaga *Trialeurodes vaporariorum* en plantas de tomate. *UNAL*, 11.
- Reyes, I. (2018). Microorganismos promotores de crecimiento en el biocontrol de *Alternaria alternata* EN TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.). *ResearchGate*, 11.
- Ríos, F., y Baca, P. (2006). Niveles y umbrales de daños económicos de plagas. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4123/1/208580.pdf>
- Rodríguez, E. (2020). Comportamiento agronómico de la Acelga (*Beta Vulgaris* L.) a la aplicación de Azolla y Anabaena más Microorganismos de Montaña Activados (Microorganismos de montaña activados), en Ricaurte Provincia de los Ríos. *UTB*, 70.
- Ruisánchez, Y. (2013). La palomilla del tomate (*Tuta absoluta*): una plaga que se debe conocer en Cuba. Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 171-181.
- Saino, J. (2020). Evaluación de bacterias promotoras del crecimiento en tomate. *UNPL*, 31.

- Santamaría, K. (2018). Producción de tomate riñón (*Lycopersicum esculentum* Mill.) utilizando plántulas injertadas en palo bobo (*Nicotiana glauca* Graham.) como inductor de resistencia a nemátodos. Universidad Técnica de Ambato.
- Terry , A., Leyva, A., y Hernández, A. (2005). Microorganismos benéficos como biofertilizantes eficientes para el cultivo del tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill). *Revista Colombiana de Biotecnología*,7(2), 47-54.
- Toalombo, R. (2012). *Evaluación de microorganismos eficientes autóctonos aplicados en el cultivo de cebolla blanca (Allium fistulosum)*. <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2217/1/Tesis-22agr.pdf>
- Tovar, M. (2015). Evaluación de un sistema silvopastoril con la aplicación de microorganismos eficientes (EM) en el municipio de Palermo. *UNAD*, 80.
- Umaña, S., Rodríguez, K., y Rojas, C. (2017). ¿Funcionan realmente los microorganismos de montaña (MM) como estrategia? *Tropical Journal of Environmental Sciences*, 51(2), 133-144.
- Vargas, P., y Castro, L. (2019). Aislamiento y evaluación de microorganismos solubilizadores de fósforo de Andisoles de Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 43(1), 47-68.
- Vega, J. (2016). Evaluación de microorganismos nativos en el proceso de degradación de materia orgánica en compostaje del relleno sanitario en el gad del cantón de la joya de los sachas. Escuela superior politécnica de chimborazo. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4949/1/236T0199.pdf>
- Velásquez, O. (2018). Aislamiento, selección y evaluación de microorganismos controladores biológicos de Botrytis sp. *UNAD*, 70.
- Vincula, J. (2019). "Determinación de microorganismos eficientes a partir de desechos de hojarasca en la montaña de lamargen derecha del rio cozo, distrito de Quisqui, provincia y departamento de huánuco". *UDH*, 94.
- Vera, N. (2020). Uso de microorganismo eficientes (ME) como alternativa sustentable y sostenible en la producción Agrícola. *UTB*, 60.
- Vivanco, J., Cosío, E., & Loyola-Var,V. (2005). Mecanismos químicos de defensa en las plantas. *Investigación y Ciencia*, 68-75. <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/vivanco-et-al-2005.pdf>
- Vio, S., Galar, L., Martínez, S., Girbi, M., Polack, A., Lodeiro, A., y Luna, F. (2017). Efecto de inoculantes bacterianos sobre la producción de frutos en tomate. *UNNE*, 1.

Zelada, F. (2017). “Evaluación del grado de descomposición del aserrín y microorganismos eficientes en la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum*) en condiciones de hidroponía. *UNAS*, 92.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de suelo (contenido de macro y micronutrientes)



agrAR PROJEKT
Laboratory Services

Agrarprojekt S.A.
Urb. El Condado, Calle V 8041 y Av. A, Q88
Tel: 02 2488271/02 2492248/0984 0949
agrarprojekt@cultivososten.com
info@agrarprojekt.com
www.agrarprojekt.com

RESULTADOS

Código Agrarprojekt: DTI-160320
Pág 2/2

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA					
Tipo de Muestra:	Suelo				
Cultivo:	Tomate Riñón				
Número de Muestra:	# 3				
Información Proporcionada por el Cliente:	Muestra Suelo, Tomate Riñón Bajo Invernadero				

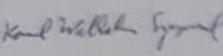
Contenido de macro- y micronutrientes en ppm (respectivamente mg / litro) en la solución del extracto Volumen 1:2

Análisis	Unidades	* Niveles recomendados de Holanda "Tomate - Grupo 2, Hortalizas"			Resultado
		Min.	Opt.	Máx.	
Materia Orgánica	%	-	5 - 12	-	4.0
pH (en H ₂ O)	-	-	6.0 - 6.5	-	6.2
Conductividad (CE)	mS/cm	-	1.4	-	0.32
Nitrato (NO ₃)	ppm	153	305	610	80.1
Amonio (NH ₄)	ppm	-	-	< 1.0	0.8
Fosfato (PO ₄)	ppm	11	14	21	20.6
Potasio (K)	ppm	58	86	144	15.5
Magnesio (Mg)	ppm	24	41	69	9.0
Calcio (Ca)	ppm	50	100	200	20.0
Sulfato (SO ₄)	ppm	67	144	384	37.6
Sodio (Na)	ppm	-	-	< 92	18.5
Cloruro (Cl ⁻)	ppm	-	-	< 142	13.2
Hierro (Fe)	ppm	0.280	0.447	0.559	1.54 <i>Exceso</i>
Manganeso (Mn)	ppm	0.055	0.110	0.165	0.087
Cobre (Cu)	ppm	0.013	0.045	0.057	0.045
Zinc (Zn)	ppm	0.098	0.131	0.164	0.041
Boro (B)	ppm	0.108	0.162	0.270	0.882

* Fuente: C. Sonneveld & W. Voigt. 2009. Plant nutrition of greenhouse crops. Heidelberg, London & New York, 431 pp.

- = No Aplica

Nota: - Los datos y resultados están basados en la información y muestras entregadas por el cliente para quien se ha realizado este informe de manera exclusiva y confidencial.
- La fecha de ensayo y los métodos utilizados están a disposición del cliente cuando lo requiera.
- El Laboratorio no realizó el muestreo por lo tanto no certifica el origen de las muestras.
- Prohibida la reproducción total o parcial de Los resultados. No procede copia.



Agrarprojekt S.A.
Dr. Karl Sponagel
Director del Laboratorio

Anexo 2. Altura de la planta

Ddt	Nivel	Media	E.E.
0	n1	9.27	0.21
0	n2	9.47	0.20
0	n3	9.33	0.16
0	n4	9.23	0.20
14	n1	21.33	0.31
14	n2	21.57	0.27
14	n3	22.10	0.33
14	n4	20.50	0.30
28	n1	43.77	1.08
28	n2	46.17	0.68
28	n3	46.23	0.57
28	n4	44.52	0.56
42	n1	67.13	1.42
42	n2	70.35	0.75
42	n3	70.45	0.74
42	n4	68.62	0.78
56	n1	85.97	1.47
56	n2	89.80	0.97
56	n3	90.43	0.97
56	n4	86.90	1.19
70	n1	121.83	1.62
70	n2	125.10	0.79
70	n3	125.20	0.94
70	n4	123.03	0.83
84	n1	138.13	1.52
84	n2	141.13	0.97
84	n3	142.57	1.24
84	n4	140.60	1.10
98	n1	155.87	1.96
98	n2	161.23	1.29
98	n3	161.03	1.20
98	n4	161.17	1.08

Anexo 3. Diámetro del tallo

Ddt	Nivel	Media	E.E.
30	n1	4.67	0.15
30	n2	5.60	0.16
30	n3	4.67	0.11
30	n4	4.97	0.13
65	n1	8.37	0.19

65	n2	9.43	0.18
65	n3	8.27	0.15
65	n4	8.53	0.13
110	n1	12.60	0.24
110	n2	14.73	0.17
110	n3	12.57	0.21
110	n4	12.83	0.18

Anexo 4. Número de flores por planta

Nivel	Media	E.E.
n1	40.27	1.43
n2	49.47	0.92
n3	45.03	0.91
n4	47.17	1.12

Anexo 5. Número de frutos cuajados por planta

Nivel	Media	E.E.
n1	27.93	1.62
n2	38.67	0.66
n3	34.97	0.80
n4	33.83	1.00

Anexo 6. Rendimiento en kg por planta

Nivel	Media	E.E.
n1	3.89	0.17
n2	6.27	0.06
n3	5.50	0.09
n4	5.14	0.08

Anexo 7. Clasificación de frutos de acuerdo al calibre

Nivel	Calibres	Media	E.E.
n1	calibre1	0.60	0.17
n1	calibre2	5.63	0.44
n1	calibre3	11.37	0.73
n1	calibre4	10.33	0.84
n2	calibre1	4.43	0.35
n2	calibre2	16.43	0.66
n2	calibre3	11.30	0.51
n2	calibre4	6.50	0.37
n3	calibre1	1.53	0.24
n3	calibre2	11.28	0.69
n3	calibre3	12.47	0.59
n3	calibre4	10.07	0.58
n4	calibre1	0.67	0.18
n4	calibre2	8.53	0.66
n4	calibre3	11.20	0.75
n4	calibre4	10.10	0.70

Anexo 8. Incidencia de mosca blanca

Nivel	Media	E.E.
n1	2.05	0.32
n2	2.37	0.29
n3	3.33	0.40
n4	2.68	0.37