

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO
CARRERA DE AGROPECUARIA**

TEMA

**Empleo de microorganismos eficaces aplicados al
cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) en
huertos urbanos.**

AUTOR

Frías Peñafiel, Gabriel Alejandro

**Componente Práctico del Examen Complexivo
previo a la obtención del Título de
INGENIERO AGROPECUARIO.**

TUTORA

Ing. Noelia Carolina Caicedo Coello, M.Sc.

Guayaquil, Ecuador

Marzo, 2021



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROPECUARIA**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente Componente Práctico de Examen Complexivo fue realizado en su totalidad por **Frías Peñafiel Gabriel Alejandro**, como requerimiento para la obtención del Título de **Ingeniero Agropecuario**.

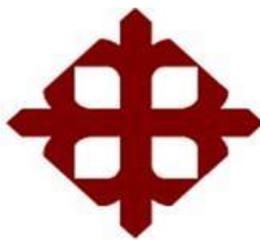
TUTORA

Ing. Noelia Carolina Caicedo Coello, M. Sc.

DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. John Eloy Franco Rodríguez, Ph. D.

Guayaquil, a los 11 días del mes de marzo del año 2021



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROPECUARIA**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Frías Peñafiel Gabriel Alejandro

DECLARO QUE:

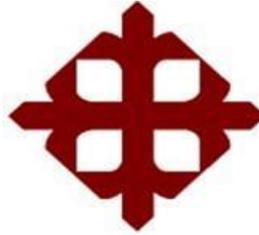
El presente Componente Práctico de Examen Complexivo, **Empleo de microorganismos eficaces aplicados al cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) en huertos urbanos.**, previo a la obtención del Título de **Ingeniero Agropecuario**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Componente Práctico de Examen Complexivo.

Guayaquil, a los 11 días del mes de marzo del año 2021

AUTOR

Frías Peñafiel Gabriel Alejandro



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROPECUARIA**

AUTORIZACIÓN

Yo, Frías Peñafiel Gabriel Alejandro

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución de la propuesta del Componente Práctico de Examen Complexivo, **Empleo de microorganismos eficaces aplicados al cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) en huertos urbanos.**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 11 días del mes de marzo del año 2021

AUTOR

Frías Peñafiel Gabriel Alejandro



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

CERTIFICACIÓN URKUND

La Dirección de las Carreras Agropecuarias revisó el Componente Práctico del Examen Complexivo, **Empleo de microorganismos eficaces aplicados al cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) en huertos urbanos**, de la carrera de Ingeniería Agropecuaria, donde obtuvo del programa URKUND, el valor de 0 % de coincidencias, considerando ser aprobada por esta dirección.

URKUND	
Documento	Frias Peñafiel G. Componente práctico EC B 2020.docx (D96462465)
Presentado	2021-02-24 14:47 (-05:00)
Presentado por	gabof_p@hotmail.com
Recibido	noelia.caicedo.ucsg@analysis.orkund.com
	0% de estas 21 páginas, se componen de texto presente en 0 fuentes.

Fuente: URKUND-Usuario Caicedo Coello, 2021

Certifican,

Ing. John Franco Rodríguez, Ph. D.
Director Carreras Agropecuarias UCSG-
FETD

Ing. Noelia Caicedo Coello, M. Sc.
Revisora - URKUND

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, por ser la guía, camino y luz en mi vida, ya que gracias a Él todo lo realizado en mi vida hasta ahora ha sido posible.

A mí querido amigo, Virgilio Macías, que me ha demostrado en todos estos años de universidad el valor verdadero de la amistad, siendo un apoyo tanto en la parte emocional, como educativa.

A todos mis amigos que la universidad me brindó, ya que estoy seguro que serán amistades duraderas.

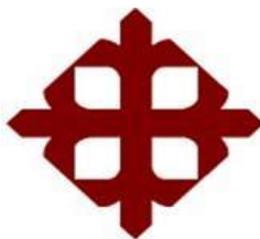
A mi tutora Noelia Caicedo, por la guía y paciencia que me brindó en todo el proceso de titulación.

DEDICATORIA

Dedicarle todo mi esfuerzo y dedicación a Dios y a la Virgen María, ya que son mi guía y la luz que ilumina mi camino en todo momento.

A mis padres Marcos Frías y Kathy Peñafiel, por todo el esfuerzo y sacrificio realizado en mí, para que yo pueda cumplir con mis metas y sueños, que hoy dan fruto al culminar una etapa importante en mi vida.

A mis abuelos paternos y maternos, y a mis hermanos María, Paulo y Jorge, que gracias a su apoyo incondicional en todo momento me han dado las fuerzas necesarias para salir adelante.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

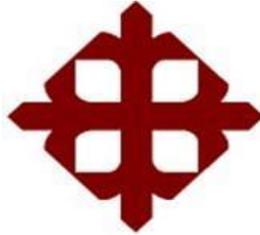
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Noelia Carolina Caicedo Coello, M. Sc.
TUTORA

Ing. John Eloy Franco Rodríguez, Ph. D.
DIRECTOR DE CARRERA

Ing. Paola Pincay Figueroa, M. Sc.
COORDINADORA DE CARRERA



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

CALIFICACIÓN

**Ing. Noelia Carolina Caicedo Coello, M. Sc.
TUTORA**

ÍNDICE GENERAL

1 INTRODUCCIÓN	2
1.1 Objetivos.....	3
1.1.1 Objetivo general.....	3
1.1.2 Objetivos específicos.....	3
1.2 Hipótesis.....	3
2 MARCO TEÓRICO	4
2.1 Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>)	4
2.1.1 Taxonomía.....	4
2.2 Descripción botánica.....	4
2.2.1 Sistema Radicular.....	5
2.2.2 Tallo.....	5
2.2.3 Hojas.....	5
2.2.4 La Flor.....	5
2.2.5 El Fruto.....	5
2.2.6 Semillas.....	6
2.3 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de tomate	6
2.3.1 Luminosidad.....	6
2.3.2 Temperatura.....	6
2.3.3 Humedad.....	6
2.3.4 Suelo.....	7
2.4 Requerimientos Nutricionales del cultivo de tomate.....	7
2.4.1 Nitrógeno.....	7
2.4.2 Fósforo.....	8
2.4.3 Potasio.....	8
2.4.4 Calcio.....	8
2.4.5 Magnesio.....	8
2.4.6 Azufre.....	9
2.5 Principales Enfermedades en el cultivo del tomate	9
2.5.1 Tizón temprano.....	9
2.5.2 Fusariosis o marchitez vascular.....	9
2.5.3 Pudrición gris.....	10

2.5.4 Oídio, peste cenicilla, moho polvoriento.....	10
2.5.5 Cancro bacteriano del tomate.....	10
2.5.6 Virosis.....	11
2.6 Principales plagas en el cultivo de tomate	11
2.6.1 Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>).....	11
2.6.2 Polilla del tomate (<i>Tuta absoluta</i>).....	11
2.6.3 Mosca minadora de las chacras (<i>Liriomyza</i> sp.).....	12
2.7 Producción de tomate en Ecuador.....	13
2.8 Semillas de tomate en Ecuador	14
2.9 Huertos Urbanos.....	15
2.9.1 Generalidades.....	15
2.8.2 Beneficios de un huerto urbano.....	16
2.8.3 Tipos de Huertos Urbanos	17
2.8.4 Tipos de suelo para huertos urbanos.....	17
2.9 Microorganismos eficientes (ME).....	17
2.9.1 Generalidades.....	17
2.9.3 Microorganismos Eficientes en la agricultura.....	18
3 MARCO METODOLÓGICO.....	19
3.1 Ubicación del experimento.....	19
3.2 Clima	19
3.3 Materiales.....	19
3.3.1 Material vegetativo.....	19
3.3.2 Microorganismos a utilizar.....	20
3.3.3 Materiales para huertos.....	20
3.3.4 Equipos.....	20
3.4 Metodología.....	20
3.5 Tratamientos.....	21
3.6 Análisis estadístico	21
3.6.1 Diseño Experimental.....	21
3.6.2 Caracterización de los huertos.....	22
3.6.3 Establecimiento de las hipótesis estadísticas.....	22
3.6.4 Establecimiento de la regla de decisiones	23
3.7 Análisis de supuestos teóricos ANOVA	23

3.8 Variables a evaluar	24
3.8.1 Crecimiento de la planta.	24
3.8.2 Número de racimos por planta.	24
3.8.3 Número de hojas.	24
3.9 Manejo del experimento.....	24
3.9.1 Preparación de sustratos.	25
3.9.2 Siembra.	25
3.9.3 Riego.	25
3.9.4 Aplicación de ME.	25
3.10 Análisis de los costos de producción	25
4 DISCUSIÓN.....	26
4.1 Crecimiento de la planta	26
4.2 Número de racimos por planta.....	26
4.3 Número de hojas	26
5 RESULTADOS ESPERADOS.....	28
5.1 Académico.....	28
5.2 Técnico.....	28
5.3 Económico.....	28
5.4. Participación ciudadana.....	28
5.5 Tecnológico.....	28
5.6 Social.....	28
5.7 Cultural.....	28
5.8 Científico.....	29
5.9 Ambiental.....	29
5.10 Contemporáneo.....	29
6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	30
6.1 Conclusiones.....	30
6.2 Recomendaciones.....	30
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Clasificación taxonómica del tomate	4
Tabla 2	Síntomas de pudrición gris en la planta de tomate	10
Tabla 3	Daños causados por mosca blanca (Bemisia tabaci) en la planta ..	11
Tabla 4	Daños causados por Tuta absoluta en cultivo de tomate	12
Tabla 5	Daños causados por la mosca minadora en el cultivo de tomate ...	12
Tabla 6	Variedades de semillas en Ecuador	14
Tabla 7	Beneficios de los huertos urbanos	16
Tabla 8	Tipos de suelo para huertos	17
Tabla 9	Clasificación de microorganismos eficientes	18
Tabla 10	Establecimiento de los tratamientos	21
Tabla 11	Características de la cama	22
Tabla 12	Hipótesis estadísticas	22
Tabla 13	Regla de decisiones para aceptar o rechazar las hipótesis estadísticas.....	23

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura N° 1 Ubicación del experimento.....	19
--	----

RESUMEN

La propuesta de investigación tiene como objetivo evaluar el uso de microorganismos eficientes en huertos urbanos aplicados a las variedades de tomate (Charleston, Airtón y Kartier), e identificar cuál de los tratamientos ofrece mejores rendimientos y un beneficio económico. La investigación es de tipo experimental tendrá un enfoque cuantitativo, descriptivo y correlacional, y se analizarán e interpretarán datos aplicando distintos métodos deductivos. Se establecerá una mezcla de microorganismos eficientes para aplicar en las plantas de tomate sembradas en los huertos urbanos (Híbridos Charleston, Kartier, Airtón) y se evaluará su comportamiento en las plantas haciendo un contraste en los resultados en aplicaciones de la forma tradicional. Para hacer los cálculos se utilizará el paquete estadístico Infostat, que permitirá aceptar o rechazar la hipótesis nula. Se establecerán los tratamientos en tres variedades diferentes de tomate y 3 diferentes aplicaciones. Las variables a evaluar serán crecimiento de la planta, que se medirán las plantas al azar y se establecerá una media semanal de cuantos centímetros aumento la planta; número de racimos por planta, que se contarán los racimos por planta y se escogerán plantas al azar para establecer un número promedio de frutos por racimo y número de hojas, que se contará el número de hojas por plantas para determinar la poda dependiendo del estado de desarrollo del cultivo.

Palabras Clave: Microorganismos, huertos, tomate, tratamiento, plantas.

ABSTRACT

The research proposal aims to evaluate the use of efficient microorganisms in urban gardens applied to tomato varieties (Charleston, Airtón and Kartier), and to identify which of the treatments offers better yields and an economic benefit. The research is experimental and will have a quantitative, descriptive and correlational approach, and data will be analyzed and interpreted by applying different deductive methods. A mixture of efficient microorganisms will be established to apply in tomato plants planted in urban gardens (Hybrids Charleston, Kartier, Airtón) and their behavior in plants will be evaluated by contrasting the results in applications in the traditional way. To make the calculations, the statistical package Infostat will be used, which will allow accepting or rejecting the null hypothesis. The treatments will be established in three different varieties of tomato and 3 different applications. The variables to be evaluated will be Plant growth, the plants will be measured at random and a weekly average will be established of how many centimeters the plant increased; number of clusters per plant, the clusters per plant will be counted and plants will be chosen at random to establish an average number of fruits per cluster and number of leaves, which will count the number of leaves per plant to determine pruning depending on the state of crop development.

Key words: Microorganisms, orchards, tomato, treatment, plants.

1 INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum*) se cultiva todo el año en el territorio ecuatoriano, no solo en huertos establecidos en la tierra sino también en huertos establecidos en terrazas, balcones, patios, o dentro de casas. El tomate es una planta que atrae mucho a las plagas y enfermedades lo que ocasiona que los costos de producción, para obtener frutos comerciales, sean muy elevados porque el agricultor tiene que destinar más recursos para obtener agroquímicos para combatirlos, contaminando el producto y afectando la calidad de vida de las personas involucradas en el cultivo.

El uso indiscriminado de insecticidas no selectivos, ha ocasionado a lo largo del tiempo, daños en el ecosistema en el que se desarrolla la plantación, también la eliminación no solo de insectos plagas sino también a los insectos benéficos entre ellos las abejas consideradas la especie más importante del planeta tierra que actualmente está en peligro de extinción. La agricultura ecológica tiene un rol muy importante al momento de establecer una plantación sin contaminantes como los agroquímicos, incluso los fertilizantes minerales que en su uso desmedido degradan al suelo.

Actualmente en el Ecuador, el interés por los huertos urbanos está creciendo y con ello la tendencia a llevar a la mesa de los hogares alimentos no contaminados y saludables, mejorando la calidad de vida de la población y fomentando la biodiversidad y la conectividad ecológica beneficiando así el equilibrio en el ecosistema, es por eso que el uso de microorganismos eficientes es muy importante al momento de realizar actividades de control de plagas o fertilizaciones ya sea en cultivos extensivos o en huertos urbanos porque, no causan ningún daño al medio ambiente y al ser selectivos no afectan a especies benéficas, no contaminan y siempre están en armonía con el medio ambiente.

En el mercado se ofertan un sin número de ME, biodepredadores con la capacidad de mejorar la planta desde antes de la pre-siembra generando mayor germinación, durante su desarrollo aumentando la floración, fructificación en los diferentes cultivos y en el tiempo de cosecha capaces de mejorar los rendimientos de las producciones agrícolas.

Con los antecedentes expuestos anteriormente, se plantearon los siguientes objetivos:

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general.

- Evaluar el efecto del uso de microorganismos en la producción de Tomate (*Solanum lycopersicum*) de huertos urbanos.

1.1.2 Objetivos específicos.

- Determinar eficacia del uso de microorganismos, en el desarrollo de la plantación de tomate.
- Comparar el efecto entre la aplicación de microorganismos eficaces y la forma convencional.
- Realizar un análisis de variables donde mida el efecto del uso de los microorganismos.
- Analizar si los rendimientos presentan rédito ante los costos de producción.

1.2 Hipótesis

- Las plantaciones tratadas con microorganismos eficientes obtuvieron un mejor crecimiento.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Tomate (*Solanum lycopersicum*)

El tomate (*Solanum lycopersicum*) es una de las hortalizas más importantes a nivel mundial por su requerimiento en el mercado y los considerables ingresos económicos que origina su distribución (Délices et al., 2019). Es una especie oriunda de Sudamérica, localizada en la región andina que va desde el Sur de Colombia hasta el Norte de Chile, fue insertada en Europa en el siglo XVI, con una preliminar domesticación en México (Bonilla, 2017).

2.1.1 Taxonomía.

De acuerdo con Moreno (2017, p. 19) la taxonomía del tomate es:

Tabla 1

Clasificación taxonómica del tomate

Reino:	<i>Plantae</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Familia:	<i>Solanaceae</i>
Género:	<i>Solanum</i>
Especie:	<i>lycopersicum</i>

Fuente: Moreno (2017)
Elaborado por: El Autor

2.2 Descripción botánica

El tomate es una planta regularmente herbácea que contiene “hojas alternas y las flores pentámeras, sus pétalos adquieren una colora tubular, cuando menos en la base, y los estambres se turnan con cinco lóbulos de la corona” (Fantova y Gomez, 2005, p. 9). En conceptos botánicos el fruto es “una baya que crece a partir de un ovario, cuya distribución del fruto está formada por un pericarpio, de semillas y del tejido placentario” (Jácome, 2018, p. 23).

2.2.1 Sistema Radicular.

Está conformado por una raíz inicial de corta prolongación ramificada en numerosas raíces secundarias (Simbaña, 2019). La raíz puede llegar a obtener una longitud de hasta dos metros de profundidad, acompañado por una raíz principal pivotante y varias raíces secundarias por consiguiente se despliegan de forma amplificada (Fantova et al., 2005).

2.2.2 Tallo.

La planta de tomate cuenta con un tallo robusto también son pubescentes angulosos y de color verde (Esto es causado ya que por debajo de la epidermis se halla el córtex, las cuales sus células más externas cuentan con clorofila y son fotosintéticas), consta de nodos compuestos de dos hasta tres hojas y una inflorescencia (Gonzálves, 2019, p. 10).

2.2.3 Hojas.

La hoja del tomate se encuentra compuesta por folíolos peciolados, lobulados, con borde dentado y cubiertos por pelos glandulares (Simbaña, 2019, p. 24).

2.2.4 La Flor.

Las flores del tomate se unen en racimos simples y ramificados que progresan en el tallo en las ramas del lado contrario al de las hojas, un gajo puede juntar de cuatro a 20 flores, estas son de un color amarillento y regularmente son pequeñas (Mejía, 2019, p. 47).

2.2.5 El Fruto.

El fruto del tomate es una baya plurilocular que puede llegar a tener que puede variar entre cortos miligramos y 600 gramos, y está formado por el pericarpio, el tejido placentario y por último las semillas (Gavilanes, 2017, p. 19). El fruto abarca el 94 a 95 % de agua, siendo así el sobrante del 5 a 6 % vendría a ser una combinación donde prevalecen los azúcares libres y ácidos orgánicos que son los que aportan la textura y sabor característicos del fruto (García, 2019, p.25).

2.2.6 Semillas.

La semilla del tomate “posee una forma lenticular y está compuesta por el embrión, la cubierta seminal y el endospermo” (Gonzálves, 2019, p. 13). La forma de sus semillas es “lenticular, poseen un color grisáceo y están recubiertas por vellosidades” (Gil, 2017, p. 12).

2.3 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de tomate

De acuerdo con Camacho (2005, citado por Merino, 2017, p. 19) los requerimientos edafoclimáticos para una buena producción del cultivo de tomate son:

2.3.1 Luminosidad.

Uno de los prerequisites para el desarrollo de la planta es la luz, como resultado la fotosíntesis que esta ayuda al crecimiento de la planta, el cual desarrolla cuando la luz es asimilada por la clorofila (pigmento verde) en los sectores verdes de la planta regularmente situadas en las hojas (Chacón, 2014, p. 20).

2.3.2 Temperatura.

La temperatura optima de la plantación del tomate puede variar entre 21-25 °C de día y 17-22 °C en la noche, en cambio durante la germinación debe de tener una temperatura promedio de entre 15.5 a 29-5 °C, con un límite de 35 °C y un mínimo de 10 °C, si las plántulas son expuestas a una temperatura extendida a 10 °C o mayor a 35 °C se corre el peligro de que estas mueran (Iñamagua, 2010, p.13).

2.3.3 Humedad.

La tempera relativa ideal para el cultivo de tomate varía entre el 60 y 80 %, ya que el tener un porcentaje mayor al 80 % sube la atracción de enfermedades en el sector de la planta y con esto puede afectar rotundamente a los frutos afectando a la polinización puesto que el polen se compacta (Melgar, 2016, p.17).

2.3.4 Suelo.

El tomate puede cultivarse en una extensa variedad de circunstancias de suelo, el suelo en que el mejor se adapta son los profundos (de 1 m o más), y que la textura de carácter media impermeable sin bloqueo físico (Nata y Moisés, 2019 p. 29). El pH que se recomienda para este cultivo debe oscilar entre 5.5 y 6.8, para obtener un cultivo con buen rendimiento (Ardila, 2017, p. 29).

2.4 Requerimientos Nutricionales del cultivo de tomate

Los 3 elementos esenciales con mayor requerimiento por parte de la biomasa de la planta (raíces, tallo, hojas y fruta) son el carbono (C), el hidrógeno (H) y el oxígeno (O). Estos elementos representan el 90 % de la materia seca de la planta. De ellos, el C es suministrado desde la atmósfera, el cual es transformado en carbohidratos a través del proceso de la fotosíntesis. El H y el O son proporcionados por el agua (Guzmán, Corradini, Martínez y Torres, 2017, p. 19).

Asimismo, Guzmán et al. (2017), mencionan que los nutrientes minerales esenciales para la planta se distinguen los de mayor requerimiento y se encuentran en más alta proporción en ella, denominados macronutrientes. Entre los macronutrientes se consideran seis principales:

2.4.1 Nitrógeno.

Favorece el desarrollo, la producción y el tamaño del fruto. Su exceso puede ocasionar problemas de esterilidad de las flores y crecimientos anómalos de los frutos, favoreciendo el ahuecado y agrietado de los mismos, por lo que su dosificación debe estar en relación con las aportaciones de fósforo y potasio, ya que, un equilibrio entre los tres nutrientes es fundamental para lograr, además de altos rendimientos, buena calidad comercial (Bolsamza, 2004).

2.4.2 Fósforo.

El fósforo acelera el desarrollo radicular de la planta, la fructificación temprana y mejora la producción y la calidad del fruto. La falta de fósforo afecta (disminuye) la absorción de nitrógeno, provocando reducción del crecimiento, floración, fructificación y desarrollo del fruto. Los síntomas característicos de deficiencia son coloración rojiza o púrpura en las hojas jóvenes y en el envés o parte dorsal de las hojas (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2013).

2.4.3 Potasio.

El potasio cumple funciones en cuanto a la síntesis de proteína, procesos fotosintéticos y en el transporte de los azúcares hacia las hojas de la fruta. Al tener un buen y correcto suministro de potasio influye positivamente en un elevado contenido de sólidos solubles en el tomate al momento de la cosecha, en donde, aproximadamente entre el 60 - 66 % de potasio absorbido por la planta se encuentra en la fruta. Esta acción, refuerza la conversión del nitrato absorbido en proteínas, de esta manera, contribuye a una mejor eficiencia del fertilizante nitrogenado proporcionado (Sociedad Química Minera [SQM], 2006, p. 31).

2.4.4 Calcio.

Las necesidades de calcio están alrededor de 1.7 kg Ca/t de fruto. En muchas situaciones tiene la misma importancia que el nitrógeno. El consumo más fuerte de calcio transcurre desde la floración, pasando por el desarrollo del fruto hasta la cosecha. Como sólo el 5 % del Ca se encuentra en el fruto y el 95 % en las partes vegetativas de la planta, las necesidades de Ca también son altas durante el desarrollo vegetativo. Por eso, un suministro estable de calcio es necesario durante toda la temporada (YARA, 2018a).

2.4.5 Magnesio.

El magnesio es necesario para muchos procesos en la planta, incluyendo transferencia de energía y la síntesis de proteínas. Del 20 al 25 % de la totalidad del magnesio se localiza en los cloroplastos, es un elemento

particularmente importante para la producción de clorofila. Una deficiencia de magnesio empieza en la parte inferior de la planta, en las hojas más viejas y luego sube por la planta. Los frutos parecen madurar en manera pareja, pero puede ocurrir un retraso en la maduración (YARA, 2018b).

2.4.6 Azufre.

El azufre se necesita durante toda la temporada de crecimiento y los tomates absorben aproximadamente entre 0.6 kg S/t de fruto producido (YARA, 2018b).

2.5 Principales Enfermedades en el cultivo del tomate

2.5.1 Tizón temprano.

Es una enfermedad causada por el hongo *Alternaria solani*. Los síntomas se observan en las hojas cercanas al suelo como pequeñas manchas café-negro, el tejido alrededor de la lesión es amarillenta. A medida que las lesiones van creciendo se observan anillos concéntricos. Esta enfermedad avanza desde las hojas más viejas a las más nuevas. También “afecta a los tallos produciendo lesiones como anillos concéntricos formando canchales que pueden estrangular la planta y matarla” (Millas y Castillo, s/f., p. 23).

2.5.2 Fusariosis o marchitez vascular.

Los daños se presentan con mayor severidad cuando las plantas son sometidas a un período de estrés en las etapas de floración y fructificación. Los síntomas inicialmente se presentan con una clorosis foliar en un sector de la planta y a medida que la enfermedad progresa, el amarillamiento se observa de forma gradual en la mayor parte del follaje ocasionando la marchitez y posteriormente la muerte de la planta, sin producir fruta o en ocasiones es escasa (Báez et al. 2010, p. 112).

La rotación de cultivos y tratamiento de suelo son medidas recomendables si esta enfermedad es persistente. Sin embargo, el mejor modo de controlar enfermedades es el uso de variedades con resistencia genética a las distintas razas (Seminis, 2017).

2.5.3 Pudrición gris.

La pudrición gris es causada por el patógeno *Botrytizcinerea* (teleoformo=*Botryotiniafuckeliana*), es un hongo que infecta en cualquier etapa de crecimiento de la planta de tomate, y se presenta más en condiciones muy húmedas con temperaturas que estén cerca a los 20 °C (Allende, Salinas y Torres, 2017).

Según Guzmán et al., (2017) los síntomas son los siguientes:

Tabla 2

Síntomas de pudrición gris en la planta de tomate

Parte afectada	Síntomas
Flores	● Necrosis, cuaje escaso
Tallos	● Lesiones necróticas color marrón claro, el tallo se estrangula total o parcialmente.
Hojas	● Lesiones en forma de “V” en folíolos.
Frutos	● Pudrición acuosa en frutos inmaduros ● Manchas amarillas necróticas

Fuente: Guzmán et al. (2017)

Elaborado por: El Autor

2.5.4 Oídio, peste cenicilla, moho polvoriento.

Presencia de manchas pulverulentas causadas por el hongo *Oidium neolycopersici*, su ataque es severamente fuerte y llega a cubrir las hojas en su totalidad, la calidad para el comercio del producto puede verse afectada debido a que queda muy expuesto al sol (Godoy, Zolezzi, Sepúlveda, Estay, y Chacón, 2019).

2.5.5 Cancro bacteriano del tomate.

Su patógeno responsable es *Clavibacter michiagenensis* subsp. *michiagenensis*. Tanto al aire libre como en invernadero es una de las enfermedades más serias en el cultivo de tomate, porque, presenta diferentes cepas con agresividades distintas causando pérdidas de hasta un 80 % en campo y en invernaderos (Ramponi, 2018).

2.5.6 Virosis.

Existe una cantidad muy variada de virus que atacan al tomate, el bronceado de tomate es uno de ellos, y se caracteriza por causar deformación en el fruto y manchas circulares en las hojas, afectando su calidad, su método de transmisión es a través de los trips (Allende et al., 2017).

2.6 Principales plagas en el cultivo de tomate

2.6.1 Mosca blanca (*Bemisia tabaci*).

De las hojas succiona la sabia, es por esto que en altas infestaciones debilitan la planta y por ende la calidad del fruto se ve mermada al momento de la cosecha, a pesar de esto su principal daño es causado por el hongo *Cladosporium* sp. que se desarrolla por la secreción del insecto de una mielecilla donde se desarrolla el mismo (Godoy et al. 2019).

Según Vaz (2004) los daños ocasionados por la mosca blanca a la planta de tomate son los siguientes:

Tabla 3

Daños causados por mosca blanca (Bemisia tabaci) en la planta

Parte afectada	Daño
Hoja	<ul style="list-style-type: none">• Succiona la sabia provocando marchitez en la planta• Excreta sustancia azucarada que favorece al crecimiento del hongo que causa la fumagina.• Merma la capacidad Fotosintética de la planta• Bloquea la respiración
Fruto	<ul style="list-style-type: none">• Baja calidad

Fuente: Vaz (2004)

Elaborado por: El Autor

2.6.2 Polilla del tomate (*Tuta absoluta*).

Es una de las principales plagas en el cultivo de tomate, las larvas son las que causan daño a la planta ya que estas reducen la actividad de fotosíntesis en las hojas por que se alimentan del mesófilo foliar. En

infestaciones muy grandes destruye las hojas del tomate a causa de su alimentación y comprometen los frutos en todas sus etapas (Castresana y Puhl, 2017).

Según Syngenta (2020), los daños que causa la Polilla de tomate son los siguientes:

Tabla 4

Daños causados por Tuta absoluta en cultivo de tomate

Daños
<ul style="list-style-type: none">• Ataca en cualquier estado de desarrollo del tomate.• Las larvas penetran en los frutos, en las hojas o en los tallos de los que se alimentan, creando perforaciones necrosas que afectan al desarrollo de la planta.• Los frutos pueden ser atacados desde su formación• Con fuertes infestaciones es capaz de destruir todo el cultivo

Fuente: Syngenta (2020)

Elaborado por: El Autor

2.6.3 Mosca minadora de las chacras (*Liriomyza* sp.).

Es una de las plagas de importancia económica en el cultivo de tomate ya que causa fuertes daños en su estadio larvario por la formación de túneles en las hojas y en su etapa adulta se alimenta de la sabia de las hojas más tiernas (INTAGRI, 2020).

Rojas, Larrain y Riveros (2020) afirman que los daños causados por la mosca minadora de las chacras son los siguientes:

Tabla 5

Daños causados por la mosca minadora en el cultivo de tomate

Daño
<ul style="list-style-type: none">• Superficie superior e inferior de la hoja se ven afectadas por túneles angostos.• A medida que la larva crece aumenta el tamaño de los túneles.• Reducción de la capacidad fotosintética ocasionando muerte prematura de la planta.• Numerosas perforaciones hechas por las hembras en el follaje con su oviscapto.

Fuente: Rojas et al. (2020)

Elaborado por: El Autor

2.7 Producción de tomate en Ecuador

Según la FAO, en el 2012, se produjeron 63 955 toneladas de tomate fresco en el Ecuador. Por otro lado, el Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (SINAGAP) afirma que en el Ecuador en el 2012 existían 3 054 hectáreas sembradas. El promedio de tomate de mesa en el Ecuador es de 20 toneladas por hectárea y se encuentra muy por debajo del promedio de rendimiento de países vecinos (Jaramillo, 2015, p. 11).

El rendimiento promedio del tomate riñón en los últimos años, a nivel nacional es de 31 tm/ha, ya que de acuerdo a la última publicación de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) en el año 2017 realizada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), se registra una producción de 62 675tm en 1 954 ha de superficie cosechada a nivel nacional, producido en las provincias de Imbabura, Cañar y Chimborazo (Varela, 2018, p. 9).

La mayoría de tomateras está ubicada en la provincia de Santa Elena y en los valles de Azuay, Imbabura y Carchi. En la región andina específicamente en la provincia de Chimborazo este cultivo ha tomado gran importancia bajo invernadero por su alta productividad y rentabilidad, siendo una alternativa significativa en la economía de las familias campesinas (Ausay, 2015, p. 1).

El tomate riñón se puede cultivar en cualquier etapa del año, con algunas restricciones o limitaciones en las épocas de lluvia, cuando se tratan de cultivos a campo abierto, esto sobre todo en zonas con altas probabilidades de heladas, ya que podría afectar al cultivo haciendo que se pierda su producción. Además, previa la siembra del cultivo, es necesario realizar varias actividades, como tener un registro de la UPA y sus cultivos previos, con la finalidad de elegir el espacio apto para el cultivo (Varela, 2018, p. 11).

2.8 Semillas de tomate en Ecuador

Según Imporalaska (2019) Las variedades de semillas cultivadas en Ecuador son las siguientes:

Tabla 6

Variedades de semillas en Ecuador

Variedad	Características
Tomate híbrido Pietro	<ul style="list-style-type: none"> ● Larga vida indeterminada. ● Grueso y firme. ● Gran adaptabilidad ● Excelente cobertura foliar. ● Racimos de 5 a 7 frutos. ● Planta con entrenudos cortos. ● Resistente a enfermedades.
Tomate híbrido candela	<ul style="list-style-type: none"> ● Indeterminado. ● Entrenudos de 20-25 cm. ● Frutos redondos. ● Sépalos separados del fruto. ● Racimos de 5-6 frutos. ● Excelente vida y firmeza en anaquel. ● Buena adaptación en invernadero y aire libre. ● Resistente a virus
Tomate híbrido Kartier	<ul style="list-style-type: none"> ● Tipo estructural ● Indeterminado ● Entrenudos normales ● Racimos de 5-6 frutos ● Frutos de calibre grueso y color intenso ● Excelente adaptación en diferentes condiciones de clima y suelo.

Continúa en la siguiente página...

...Viene de la página anterior

Variedad	Características
Tomate híbrido Syta	<ul style="list-style-type: none"> ● Indeterminado ● Planta robusta ● Facilidad de cuaje en frutos ● Larga vida en invernaderos y campo abierto ● Resistente a virus, hongos y nematodos
Tomate híbrido Tamaris	<ul style="list-style-type: none"> ● Larga vida ● Adaptación a cultivos bajo invernaderos y aire libre.
Tomate híbrido Atala	<ul style="list-style-type: none"> ● Indeterminado ● Gran adaptación ● Frutos grandes ● Planta con excelente vigor ● Planta de alto rendimiento ● Recomendado para manejarse en dos tallos
Tomate híbrido Alambra	<ul style="list-style-type: none"> ● Indeterminado ● Larga vida ● Planta robusta ● En altas temperaturas brinda excelente cuajo de frutos ● Adaptabilidad en campo abierto o invernadero ● Frutos rojos

Tomate híbrido Torry	<ul style="list-style-type: none"> ● Indeterminado ● Larga vida ● Frutos resistentes al manipuleo ● Planta vigorosa ● Entrenudos cortos ● No necesita raleo de frutos ● Permite reducir los costos en mano de obra
Tomate híbrido Airton	<ul style="list-style-type: none"> ● Indeterminado ● Larga vida ● Fruto redondo ligeramente achatado, rojo intenso y firmes ● Adaptable en campo abierto y bajo invernadero
Tomate híbrido Charleston	<ul style="list-style-type: none"> ● Indeterminado ● Larga vida ● Frutos firmes ● Entrenudos cortos ● Se adapta mejor en climas cálidos ● Alta tolerancia al manchado de frutos.
Tomate híbrido Naty	<ul style="list-style-type: none"> ● Indeterminado ● Larga vida y Producción precoz ● Frutos color rojo intenso, firmes ● Planta vigorosa ● Entrenudos cortos 20-50 cm
Tomate híbrido Tsarine	<ul style="list-style-type: none"> ● Larga vida ● Indeterminado ● Planta vigorosa y compacta con entrenudos cortos 20-25 cm ● Se adapta en cultivos ajo invernadero y al aire libre ● Se recomienda sembrarlo en climas templados y cálidos
Tomate híbrido o Zodiac	<ul style="list-style-type: none"> ● Indeterminado ● Resistencia a Virus de la cucaracha ● Frutos redondos con excelente firmeza ● Excelente cierre pistilar ● Excelente vida post cosecha

Fuente: ImporAlaska (2019)

Elaborado por: El Autor

2.9 Huertos Urbanos

2.9.1 Generalidades.

Son espacios que están destinados al sembrío de hortalizas, plantas ornamentales, frutos de ciclo corto, en una escala pequeña, generalmente libres de agroquímicos que son perjudiciales para la salud humana, donde se producen alimentos sanos y dispuestos al consumo humano (Escobar, 2020).

En relación a los huertos urbanos Herrera (2019) afirma que:

Los huertos son aquellos lugares donde las familias siembran plantas alimenticias y curativas, por lo cual este método puede llegar a proporcionar todos o cierta parte de los alimentos que habitualmente requieren las familias, para su convivencia los huertos deberían quedar cerca de la casa para mejor un mejor beneficio, una de las formas de cercado es con malla, alambre o muro de cemento. (p. 10)

2.8.2 Beneficios de un huerto urbano.

Según Herrera (2019), los beneficios de los huertos urbanos, se enfocan en el área Social, Educativa, en la Sostenibilidad, en el área Ambiental y Urbanística, hacia la salud y la cultura.

Tabla 7

Beneficios de los huertos urbanos

Beneficio Social	<ul style="list-style-type: none"> ● Fomenta las relaciones entre vecinos.
Beneficio Educativo	<ul style="list-style-type: none"> ● Interacción con el entorno natural ● Conocimiento de técnicas de agricultura y cultivos locales.
Sostenibilidad	<ul style="list-style-type: none"> ● Vida más sostenible en lo que respecta al ahorro de recursos
Beneficio Ambiental y Urbanístico	<ul style="list-style-type: none"> ● Generan espacios que están relacionados con la naturaleza. ● Se mejora la calidad de la ciudad y de los habitantes utilizando lotes vacíos.
Beneficio Saludable	<ul style="list-style-type: none"> ● Al estar en contacto con la naturaleza, la salud física y mental mejora. ● Mejora la calidad de concentración al trabajar al aire libre
Beneficio Cultural	<ul style="list-style-type: none"> ● Se forma un modo de vida nuevo y costumbres. ● Cada individuo puede expresar sus costumbres. ● Se fomenta la cultura de cooperación.

Fuente: Herrera (2019)

Elaborado por: El Autor

2.8.3 Tipos de Huertos Urbanos

Según Monfort et al. (2018), los tipos de huertos se dividen de la siguiente forma:

- Por gestión “autogestionada” (en balcones y patios)
- Por gestión comunitaria y autogestión (Huertos Comunitarios)
- Por gestión individual y Supervisada (Huertos municipales)
- Por gestión comunitaria y supervisada (Huertos escolares)

2.8.4 Tipos de suelo para huertos urbanos

Según El huerto urbano (2015), los tipos de suelo que podemos usar en el huerto son los siguientes:

Tabla 8

Tipos de suelo para huertos

Tipo de suelo	Composición
Suelo Arenoso	Sedimentos arrastrados por la erosión de rocas areniscas.
Suelo Limoso	Sedimento de suelos blandos y pegajosos.
Suelo Arcilloso	Compuesto por partículas de arcilla que al humedecerse toma un aspecto de elasticidad.
La marga	Combinación de arena limo arcilla
El humus	Capa superficial del suelo formado por restos orgánicos de las plantas.

Fuente: El huerto urbano (2015)

Elaborado por: El Autor

2.9 Microorganismos eficientes (ME)

2.9.1 Generalidades.

Son líquidos de productos elaborados con alrededor de 80 diferentes especies de microorganismos, que pueden sobrevivir a condiciones aeróbicas y anaeróbicas incluso muchas especies microbianas pueden llegar a complementarse (Morocho y Leiva, 2019).

2.9.2 Clasificación de microorganismos eficientes.

Feijoo (2016), afirma que los microorganismos se clasifican de la siguiente manera:

Tabla 9

Clasificación de microorganismos eficientes

Microorganismo	Nombre científico	Beneficio
Bacterias del ácido láctico	<i>Lactobacillus</i> spp.	● Suprime microorganismos dañinos.
Bacterias Fotosintéticas	<i>Rhodospseudomonas</i> spp.	● Promueven el crecimiento de las plantas
Levaduras	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> y <i>Candida utilis</i>	● Sintetizan sustancias antimicrobianas requeridas por las plantas.
Actinomicetos	<i>Streptomyces albus</i> y <i>Streptomyces griseus</i>	● Coexisten con bacterias fotosintéticas y ayudan a elaborar sustancias antimicrobianas
Hongos de fermentación	<i>Aspergillus</i> y <i>Penicillium</i>	● Previene la aparición de insectos perjudiciales y larvas de moscas, al producir alcohol, esteres y sustancias antimicrobianas.

Fuente: Feijoo (2016)

Elaborado por: El Autor

2.9.3 Microorganismos Eficientes en la agricultura.

El uso de los microorganismos en la agricultura puede ayudar a los cultivos a tener una resistencia sistémica a enfermedades, limitando el uso de agroquímicos, favoreciendo el crecimiento y el desarrollo en condiciones óptimas de la planta, también favorece el equilibrio microbiológico en el suelo generando un medio ambiente más sostenible (Mesa, 2020).

En la agricultura los microorganismos eficientes son de mucha importancia, porque, ayudan a mantener la fertilidad en el suelo y aportando los nutrientes necesarios para la planta, importantes para su desarrollo (Vera y Yosue, 2020).

3.3.2 Microorganismos a utilizar.

- Bacterias de ácido láctico
- Bacterias fotosintéticas
- Hongos de fermentación

3.3.3 Materiales para huertos.

- Tablas de madera
- Cuartones
- Arena
- Limo
- Hojarasca
- Cáscara de arroz
- Clavos
- Bambú
- Alambre
- Plástico
- Piola
- Alicata
- Martillo
- Tijera

3.3.4 Equipos.

- Calculadora
- Computadora
- Esfera
- Cuaderno
- Cinta métrica
- Flexómetro

3.4 Metodología

La investigación es de tipo experimental tendrá un enfoque cuantitativo, descriptivo y correlacional, y se analizarán e interpretarán datos aplicando distintos métodos deductivos. Se establecerá una mezcla de

microorganismos eficientes para aplicar en las plantas de tomate sembradas en los huertos urbanos (Híbridos Charleston, Kartier, Airton) y se evaluará su comportamiento en las plantas haciendo un contraste en los resultados en aplicaciones de la forma tradicional.

Para hacer los cálculos se utilizará el paquete estadístico Infostat, que permitirá aceptar o rechazar la hipótesis nula.

3.5 Tratamientos

Se establecerán los tratamientos en tres variedades diferentes de tomate y 3 diferentes aplicaciones como se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 10
Establecimiento de los tratamientos

Tratamientos	Variedades	Aplicaciones
T1	V1= Charleston	A1=ME
T2	V2=Kartier	A2=Químico
T3	V3=Airton	A3=No Aplica
T4	V1=Charleston	A2= Químico
T5	V2=Kartier	A1=ME
T6	V3=Airton	A3=No Aplica
T7	V1=Charleston	A3=No Aplica
T8	V2=Kartier	A2=Químico
T9	V3=Airton	A1=ME

Elaborado por: El Autor

3.6 Análisis estadístico

3.6.1 Diseño Experimental.

El diseño tendrá un enfoque factorial de 3 x 2, tres variedades y dos aplicaciones diferentes y se someterán a una prueba de medidas Tukey ($p \leq 0.05$), y se aplicara un diseño experimental completamente al azar (DCA) con 4 repeticiones en cada uno de los tratamientos. El experimento se llevará a cabo en una superficie de 4.2 m x 3 m lo que da como resultado 12.6 m², en la cual se establecerán 4 camas de 3 m x 1.60 m

separadas a 0.70 m, en las cuales estarán establecidas 2 tratamientos diferentes en 3 variedades distintas de tomate (Charleston, Kartier y Airton). En cada cama se establecerá una distancia de siembra entre planta de 0.50 m y entre hilera 0.80 dando como resultado un total de 12 plantas por cama.

3.6.2 Caracterización de los huertos.

Se establecen las características de cada cama en la siguiente tabla:

Tabla 11

Características de la cama

Área de la cama	3 m x 1.60 m= 4.8 m ²
Altura de la cama	30 cm
Largo de la cama	3 m
Ancho de la cama	1 m
Número de hileras por cama	2
Número de plantas por hilera	6
Número de plantas por cama	12
Número de tratamientos por cama	3
Número de plantas por tratamiento	4
Distancia entre plantas	0.50 m
Distancia entre hileras	0.80 m
Distancia entre camas	0.70 m
Número de camas	4

Elaborado por: El Autor

3.6.3 Establecimiento de las hipótesis estadísticas.

Se evaluará el nivel de significancias con un valor del 5 % ($\alpha=0.05$) de probabilidades y se establecerá una regla de decisión para aceptar o rechazar las hipótesis estadísticas.

Tabla 12

Hipótesis estadísticas

$H_0=\mu_1=\mu_2$	Hipótesis nula
$H_1=\mu_1\neq\mu_2$	Hipótesis Alternativa

Elaborado por: El Autor

3.6.4 Establecimiento de la regla de decisiones

La Regla de decisiones para aceptar o rechazar las hipótesis estadísticas, es la siguiente:

Tabla 13

Regla de decisiones para aceptar o rechazar las hipótesis estadísticas

Aceptación de la hipótesis nula	Se acepta la hipótesis nula cuando el p-valor es mayor a 0.05
Rechazo de la hipótesis nula	Se rechaza la hipótesis nula cuando el p-valor es menor a 0.05
Aceptación de la hipótesis alternativa	Se acepta la hipótesis alternativa cuando el p-valor es menor a 0.05
Rechazo de la hipótesis alternativa	Se rechaza la hipótesis alternativa cuando el p-valor es mayor a 0.05

Elaborado por: El Autor

Híbridos

- Hipótesis nula (H_0): Los híbridos trabajados no tienen efectos en el rendimiento del tomate.
- Hipótesis alternativa (H_1): Los híbridos trabajados tienen efectos en el rendimiento de tomate.

Microorganismos eficientes

- Hipótesis nula (H_0): Los microorganismos eficientes aplicados no tienen efecto en el rendimiento del tomate.
- Hipótesis Alternativa (H_1): Los microorganismos eficientes aplicados tienen efecto en el rendimiento del tomate.

3.7 Análisis de supuestos teóricos ANOVA

Las significancias mínimas serán diferenciadas mediante un análisis de varianza en Infostat. Se aplicará la prueba T de Tukey el 5 % que tendrá un nivel de significancia del 0.05 % y dependiendo de los resultados se aceptará o se rechazará la hipótesis nula. La prueba a posteriori será establecida para identificar las diferencias entre los tratamientos y las variedades de tomate.

3.8 Variables a evaluar

3.8.1 Crecimiento de la planta.

Se medirán las plantas al azar y se establecerá una media semanal de cuantos centímetros aumento la planta.

3.8.2 Número de racimos por planta.

Se contarán los racimos por planta y se escogerán plantas al azar para establecer un número promedio de frutos por racimo.

3.8.3 Número de hojas.

Se contará el número de hojas por plantas para determinar la poda dependiendo del estado de desarrollo del cultivo.

3.9 Manejo del experimento

Se realizará la aplicación de los ME y químicos y se evaluará su comportamiento ante las tres variedades de tomate (Charlestone, Airton y Kartier).

Para la aplicación con ME utilizaran 100 g de levadura, un litro de leche y medio galón de melaza, se mezclará todo y se dejara reposar durante 20 días en un recipiente y sellado con una tapa la cual tendrá un agujero por donde saldrá una manguera a otro recipiente con agua con el fin de que expulse todos los gases que se forman en el proceso de fermentación. Luego de haber pasado este tiempo se debe pasar toda la mezcla por una coladera. Usar como abono foliar 1 cc por litro de agua, se procederá a preparar 5 litros de agua en una bomba de presión de 20 litros, en un intervalo de 20 días durante el desarrollo del cultivo. Para dosis de fertilizante edáfico utilizar 3 cc por litro de agua cada 15 días. Para usar como insecticida se utilizará un litro de mezcla en 16 litros de agua y se aplicará cada 10 días en los huertos. Se usará micorrizas para potenciar el crecimiento de las raíces y el óptimo desarrollo de las plantas.

En la forma tradicional se utilizará como abono urea, se disolverá un puñado de urea en 20 litros de agua y se aplicará a cada planta. Para el

control de insectos se utilizará un insecticida químico Zuko, se disolverá 30 cc en una bomba de 20 litros y se aplicará a las plantas.

3.9.1 Preparación de sustratos.

Se aplicará las proporciones exactas de hojarasca, arena, limo, rocas y tierra de sembrado, para próximamente sembrar las plantas de tomate en las camas.

3.9.2 Siembra.

Se realizará la siembra de las semillas de las tres variedades en un germinador para luego trasplantarlas en las camas ya establecidas con el sustrato a una distancia de 50 cm.

3.9.3 Riego.

El riego se hará dirigiendo el agua en una manguera en forma de lluvia en la raíz de las plantas.

3.9.4 Aplicación de ME.

Se aplicará una sustancia resultante de la mezcla de leche, melaza y levaduras al suelo y la planta, también se aplicarán micorrizas en el suelo.

3.9.5 Control de malezas.

Se realizará control de malezas de forma manual.

3.10 Análisis de los costos de producción

Se analizarán las inversiones realizadas y se establecerá un cálculo en cada tratamiento para contrastar los valores e identificar con que tratamiento se obtiene rédito.

4 DISCUSIÓN

4.1 Crecimiento de la planta

Ferral, Fuentes y Calderón (2019) indican que los tratamientos realizados con ME evidencian actividad en la microflora, esto se debe al incremento de microorganismos benéficos en el suelo y que, como resultado, el desarrollo vegetativo de la planta es favorable.

Calero et al., (2019) afirma que todas las aplicaciones a base de ME dieron a notar un crecimiento significativo del 65 %, 58 %, y 62 % en tres variedades diferentes de tomate a comparación de los tratamientos hechos sin aplicación de microorganismos.

4.2 Número de racimos por planta

Según Quintana-Baquero, Balaguera-López, Álvarez-Herrera, Cárdenas-Hernández y Pinzón (2010), en su investigación mencionan que no existe un número determinado de racimos para que haya tomates de mejor calidad y mayor calibre en la planta de tomate que genere rentabilidad en el cultivo, es por ello que recomienda dejar el mayor número de racimos por planta para prolongar el ciclo de cultivo, esta prolongación si va a tener efectos en el tamaño del fruto ya que al ser plantas muy longevas el calibre del producto va a ser menor.

Por otra parte, Suárez *et al.*, (2017, citando a Seleguini et al., 2006) hace énfasis que en esa investigación se observó un menor número de racimos por planta en comparación al experimento realizado por ellos, debido a que en tratamientos de tomate indeterminado no realizaron podas obteniendo calidad del 27 %, en contraste con el 37 % de calidad del fruto con plantas podadas.

4.3 Número de hojas

Las hojas son encargadas de realizar la fotosíntesis, es por esto que van aumentando a medida que la planta se va desarrollando, para obtener un

buen rendimiento, cuando la planta inicia el proceso de floración y fructificación debe tener de 18 a 20 hojas en buen estado (Pérez et al., 2016).

Raya y Cid (2015), afirman que hay que conocer la superficie foliar mínima necesaria para que no afecte la producción, recomienda que para la producción óptima sin que haya afectaciones en el producto la planta debe tener entre 10 y 12 hojas por tallo.

5 RESULTADOS ESPERADOS

5.1 Académico

Se realizará una investigación para determinar si los microorganismos eficientes son mejores que las aplicaciones tradicionales de químicos, así mismo que el entorno académico conozca de los ME sus ventajas.

5.2 Técnico

Se explicará cómo aplicar los ME para obtener rendimientos iguales o mejores que los que se obtienen en el manejo tradicional.

5.3 Económico

Se determinará que tratamiento es mejor en relación costo beneficio.

5.4. Participación ciudadana

Las personas que quieren implementar huertos en sus casas o huertos comunitarios tendrán una alternativa para producir alimentos sanos libres de químicos.

5.5 Tecnológico

El uso de tecnología, como los programas estadísticos, permiten medir y controlar las aplicaciones de una forma más exacta.

5.6 Social

Se permitirá implementar una forma de producir alimentos orgánicos que no perjudiquen a la salud.

5.7 Cultural

Se les permitirá a las personas que quieran implementar huertos urbanos o huertos comunitarios, conocer que aplicación es mejor para su interés.

5.8 Científico

Se hará una comparación del uso de agroquímicos y el uso de ME.

5.9 Ambiental

Se promoverá el uso de ME y con ello se ayudará a prevenir daños al ecosistema en el que se desarrolla el cultivo.

5.10 Contemporáneo

La aplicación de ME al ser menos contaminante influirá en las decisiones de las personas que quieran producir sus propios alimentos.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Con base a la literatura revisada y a la discusión generada por trabajos similares se puede concluir lo siguiente:

- Los microorganismos eficientes mejoran el rendimiento de las variedades de tomate.
- Las variedades empleadas en los huertos tendrán frutos de calidad, sin la utilización de químicos.
- Las planas tendrán un excelente crecimiento radicular con aplicaciones de ME a diferencia del manejo de la forma tradicional.

6.2 Recomendaciones

Con base a la literatura revisada y las recomendaciones de varias investigaciones se recomienda lo siguiente:

- Establecer una aplicación específica para cada tratamiento para promover la proliferación de microorganismos en el suelo o sustrato.
- Diferenciar las plagas que están atacando al cultivo de tomate en los huertos y aplicar un control con ME específico.
- Establecer los huertos en zonas donde haya iluminación para el correcto crecimiento de la planta.
- Mezclar el sustrato hasta que quede una mezcla homogénea, permitiendo que éste mantenga la humedad necesaria para las plantas.

REFERENCIAS

- Alfaro-Fernández, A., & Font, M. I. (2017) *Virosis en tomate transmitidas por semilla y su control*. I Congr s De La Tomaca Valenciana La Tomaca Valenciana D'el Perelló.
- Allende, M., Salinas, L., & Torres, A. (2017). Manual de cultivo del tomate bajo invernadero.
- Amuy Imbaquingo, M. G. (2017). Análisis de riesgo de plagas de semillas de tomate ri n (*Solanum lycopersicum* L.) y de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) originarias de Vietnam (Tesis de Grado, Quito: UCE).
- Ardila Sáenz, J. A. (2017). Siembra de un cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*), con buenas prácticas agrícolas en el municipio de Guadalupe Santander.
- Ausay Basantes, E. C. (2015). *Respuesta de tomate ri n Lycopersicum esculentum Mill) cv Dominic bajo invernadero a dos relaciones nitrato/amonio mediante fertiriego por goteo* (Tesis de Grado, Escuela Superior Polit cnica de Chimborazo).
- Báez-Valdez, E. P., Carrillo-Fasio, J. A., Báez-Sañudo, M. A., García-Estrada, R. S., Valdez-Torres, J. B., & Contreras-Martínez, R. (2010). Uso de Portainjertos Resistentes para el Control de la Fusariosis (*Fusarium oxysporum* f. sp. lycopersici Snyder & Hansen raza 3) del Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en Condiciones de MallaSombra. *Revista mexicana de fitopatología*, 28(2), 111-123.
- Bolsamza. (2004). Tomate  ndice de cultivo. p : 33.
- Bonilla Mora, K. (2017). Control biológico" in vitro" del perforador del fruto (*Tuta absoluta* Meyrick) asociado al cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) mediante el uso de baculovirus.
- Calero, A., Quintero, E., Pérez, Y., Olivera, D., Peña, K., Castro, I., & Jiménez, J. (2019). Evaluation of efficient microorganisms in the tomato seedling production (*Solanum lycopersicum* L.). *Revista de Ciencias Agrícolas*, 36(1), 67-78.
- Castresana, J., & Puhl, L. (2017). Estudio comparativo de diferentes trampas de luz (LEDs) con energía solar para la captura masiva de

- adultos polilla del tomate *Tuta absoluta* en invernaderos de tomate en la Provincia de Entre Ríos, Argentina. *Idesia (Arica)*, 35(4), 87-95.
- Chacón, Julio César Gutiérrez. (2014). *Efecto de dos protectantes solares sobre el estrés térmico*. S. J: 79.
- Climate data (2020). *Clima Guayaquil Ecuador*. En línea. Disponible en <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-del-guayas/guayaquil-2962/> . Consultado el 19 de enero del 2021.
- Délices, G., Otto, R., Pastrana, R. N., Meza, P. A., Serna-Lagunez, R., & Pastrana, R. G. (2019). Biogeografía del tomate *Solanum lycopersicum* var. cerasiforme (Solanaceae) en su centro de origen (sur de América) y de domesticación (México). *Revista de Biología Tropical*, 67(4). Disponible en
- ElHuertoUrbano. (2015). *Tipos de suelo*. En línea. Disponible en <http://elhuertourbano.org/tipos-de-suelo>. Consultado el 17 de diciembre del 2020.
- Escobar Grassel, J. M. (2020). Los huertos urbanos como proyecto urbanístico (Doctoral dissertation).
- Fantova, M. C., & de Galarreta Gómez, J. I. R. (2005). Variedades autóctonas de tomate del País Vasco. Eusko Jaurlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia= Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco.
- FAO, (2013). El cultivo de tomate con buenas prácticas agrícolas en la agricultura urbana y periurbana. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*.
- Feijoo, M. A. L. (2016). Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores. *Revista Científica Agroecosistemas*, 4(2), 31-40.
- Ferral Manresa, C., Fuentes Chaviano, P. F., & Calderón Amézaga, D. M. (2019). Uso de microorganismos eficientes autóctonos, en el manejo de *Meloidogyne incognita* en el cultivo del tomate. *Centro Agrícola*, 46(4), 38-43.
- García Bustamante, E. L. (2019). Evaluación del quitosano, sobre la emergencia y crecimiento en plantas de tomate (*Solanum*

- lycopersicum* L) bajo condiciones controladas (Tesis de Grado, Quevedo-UTEQ).
- Gavilanes Torres, K. A. (2017). Comportamiento agronómico de tres híbridos de tomate riñón (*Lycopersicum esculentum*, Mill), sobre el desarrollo y rendimiento en la zona de Babahoyo (Tesis de Grado, Babahoyo: UTB, 2017).
- Gil Sepulcre, N. (2017). Regeneración de plantas en cultivo in vitro de especies silvestres relacionadas con tomate (Doctoral dissertation).
- Godoy, P., Zolezzi, M., Sepúlveda, P., Estay, P., & Chacón, G. (2019). Manual de campo: Principales plagas y enfermedades en lechuga, tomate y cebolla.
- González Moreno, C. (2019). Estudio de líneas derivadas del programa de mejora genética de variedades tradicionales de tomate (*Solanun lycopersicum* L.) (Tesis de Grado, EPSO-UMH).
- GoogleMaps, (2020). *Google maps*. En línea. Disponible en <https://www.google.com/maps/place/2%C2%B009'03.1%22S+79%C2%B054'33.9%22W/@-2.1507769,-79.9094138,45m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d-2.1508608!4d-79.9094238?hl=es> . Citado el 19 de enero del 2021.
- Guzmán, A., Corradini, F., Martínez, J. P., & Torres, A. (2017). Manual de cultivo del tomate al aire libre.
- Herrera García, L. I. (2019). Contribución de los huertos urbanos a la economía familiar de los habitantes del cantón Mocache (Tesis de Grado, Quevedo-UTEQ).
- ImporAlaska, (2019). *Tomates*. En Línea. Disponible en <https://www.imporalaska.com/tomates>. Citado el 14 de Diciembre del 2020.
- INTAGRI, (2020). *Estrategias de control de minadores en tomate*. En línea. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/estrategias-de-control-de-minadores-en-tomate#:~:text=Una%20de%20las%20plagas%20de,Liriomyza%20trifoli%20y%20Liriomyza%20sativae>. Citado el 04 de diciembre de 2020.

- Iñamagua Uyaguari, J. P. (2010). Evaluación de la calidad de plántulas de tomate (*Solanum esculentum* L.) y Acelga (*Beta vulgaris* L Var. Cicla.), obtenidas sobre diferentes sustratos (Tesis de Grado, Universidad del Azuay).
- Jácome Rojas, A. C. (2018). *Evaluación de la calidad y rendimiento tomate de mesa (Lycopersicum esculentum Mill.) proveniente de semilla botánica y esquejes* (Tesis de Grado, Quito: Universidad de las Américas, 2018).
- Jaramillo, Juan. (2015). Evaluación agronómica del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) bajo tres diferentes coberturas plásticas. <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/5339/1/122917.pdf>.
- Mejía Osorio, J. (2019) Estimación de la huella hídrica en el cultivo de tomate "*Solanum lycopersicum*" en la cuenca media del río otún del departamento de Risaralda". Disponible en
- Melgar, Edgar Armando Montenegro. (2016). «*Facultad De Ciencias Ambientales Y Agrícolas Licenciatura En Ciencias Agrícolas Con Énfasis En Cultivos Tropicales*». : 57.
- Merino Ruiz, G. A. M. (2017). Producción de semillas híbridas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) determinados o indeterminados en el valle de Cañete. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2957/F03-M47-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>«Agricultura. El cultivo del melón. 1a parte.» https://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/melon.htm (14 de noviembre de 2020).
- Mesa Reinaldo, J. R. (2020). Microorganismos eficientes y su empleo en la protección fitosanitaria de los cultivos. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(2), 102-109. Recuperado a partir de <https://ceema.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/407>
- Monfort, P. D., Lledó, A. B., Ripoll, D., Rodríguez, E., Rodríguez, L., Román, E., & Ruiz, N. (2018). *Documento 1. Informe Final Huertos Urbanos*.
- Moreno González, J. C., & Fandiño Fiquitiva, G. M. (2017). Manejo Integrado de la Mosca Blanca (Homóptera: Aleyrodidae) en

Cultivos de Tomate (*Solanum lycopersicum*) en Condiciones de Invernadero.

- Nata, H., & Moisés, F. (2019). Determinación de los requerimientos hídricos óptimos del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) mediante el cálculo de la Evapotranspiración y Kc, en la zona de Mocache (Tesis de Grado, Quevedo-UTEQ).
- Pérez, Reinaldo Demesio Alemán, et al. (2016) Indicadores Morfológicos y Productivos Del Cultivo Del Tomate En Invernadero Con Manejo Agroecológico En Las Condiciones de La Amazonía Ecuatoriana. *Centro Agrícola*, vol. 43, no. 1, 2016, pp. 71–76.
- Quintana-Baquero, R. A., Balaguera-López, H. E., Álvarez-Herrera, J. G., Cárdenas-Hernández, J. F., & Pinzón, E. H. (2010). The effect of number of clusters per plant on tomato (*Solanum lycopersicum* L.) yield. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 4(2), 199–209.
- Raya, V., and M. C. Cid. (2015). Efecto de Un Deshojado Intensivo En El Rendimiento de Cultivo de Tomate de Ciclo de Invierno En Canarias. *Granja. Revista Agropecuaria*, 2015.
- Ramponi Weill, C. (2018). Estudio comparativo de cepas aisladas en Uruguay de la bacteria fitopatógena *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* causante del cancro bacteriano del tomate.
- Rojas, L., Larrain, P., & Riveros, F. (2020). Producción Integrada de Hortalizas en la región de Coquimbo.
- Seminis. 2017. Qué Es y Cómo Ataca El Fusarium. Seminis. <https://www.seminis.mx/blog-que-es-y-como-ataca-el-fusarium/> (2 de diciembre de 2020).
- Simbaña Jaramillo, A. G. (2019). Evaluación de un fertilizante microalgal en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) (Tesis de Grado, Quito: UCE).
- Sociedad Química Minera [SQM]. (2006). «Guía de manejo nutrición vegetal de especialidad tomate». http://www.sqm-vitas.com/Portals/0/pdf/cropKits/SQM-Crop_Kit_Tomato_L-ES.pdf.
- Suárez, O., Salazar, A. H., & Aguirre, N. C. (2017). Número de racimos y la sostenibilidad económica del tomate bajo condiciones semicontroladas. *Temas Agrarios*, 23(1), 55–61.

- Syngenta, (2020). Polilla del tomate. En Línea. Disponible en <https://www.syngenta.es/cultivos/tomate/plagas/polilla-del-tomate>. Consultado el 04 de diciembre de 2020.
- Tanya Morocho, M., & Leiva-Mora, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola*, 46(2), 93-103.
- Varela Sarauz, A. V. (2018). *Estudio de la producción y comercialización del tomate riñón (Lycopersicum esculentum) en el cantón Pimampiro, de la provincia de Imbabura* (Tesis de Grado).
- Vaz, M. M. A. (2004). Bemisia tabaci, una de las principales plagas en cultivos bajo abrigo. *Vida rural*, (189), 31-34.
- Vera, C., & Yosue, N. (2020). Uso de microorganismo eficientes (ME) como alternativa sustentable y sostenible en la producción Agrícola (Tesis de Grado, BABAHOYO: UTB, 2020).
- YARA, (2018a). *Función del magnesio en la producción de tomate*. YARA España. <https://www.yara.es/nutricion-vegetal/tomate/magnesio-tomate/> (30 de noviembre de 2020).
- YARA, (2018b). *Resumen nutricional del tomate* | YARA Ecuador. YARA None. <https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/tomate/resumen-nutricional-del-tomate/> (30 de noviembre de 2020).



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Frías Peñafiel Gabriel Alejandro** con C.C: # **0706280385** Autor del trabajo de titulación **Empleo de microorganismos eficaces aplicados al cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) en huertos urbanos**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 11 de marzo de 2021

Frías Peñafiel Gabriel Alejandro

C.C: **0706280385**



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TEMA Y SUBTEMA:	Empleo de microorganismos eficaces aplicados al cultivo de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) en huertos urbanos.		
AUTOR(ES)	Frías Peñafiel, Gabriel Alejandro		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Noelia Caicedo Coello, M.Sc.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería Agropecuaria		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero Agropecuario		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	11 de marzo de 2021	No. DE PÁGINAS:	36
ÁREAS TEMÁTICAS:	Agricultura sostenible.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Microorganismos, huertos, tomate, tratamiento, plantas.		
RESUMEN: La propuesta de investigación tiene como objetivo evaluar el uso de microorganismos eficientes en huertos urbanos aplicados a las variedades de tomate (Charleston, Airton y Kartier), e identificar cuál de los tratamientos ofrece mejores rendimientos y un beneficio económico. La investigación es de tipo experimental tendrá un enfoque cuantitativo, descriptivo y correlacional, y se analizarán e interpretarán datos aplicando distintos métodos deductivos. Se establecerá una mezcla de microorganismos eficientes para aplicar en las plantas de tomate sembradas en los huertos urbanos (Híbridos Charleston, Kartier, Airton) y se evaluará su comportamiento en las plantas haciendo un contraste en los resultados en aplicaciones de la forma tradicional. Para hacer los cálculos se utilizará el paquete estadístico Infostat, que permitirá aceptar o rechazar la hipótesis nula. Se establecerán los tratamientos en tres variedades diferentes de tomate y 3 diferentes aplicaciones. Las variables a evaluar serán crecimiento de la planta, que se medirán las plantas al azar y se establecerá una media semanal de cuantos centímetros aumento la planta; número de racimos por planta, que se contarán los racimos por planta y se escogerán plantas al azar para establecer un número promedio de frutos por racimo y número de hojas, que se contará el número de hojas por plantas para determinar la poda dependiendo del estado de desarrollo del cultivo.			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593939548126	E-mail: gabof_p@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Ing. Caicedo Coello, Noelia Carolina, M. Sc		
	Teléfono: +593-9-87361675		
	noelia.caicedo@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			