



Efecto de la fertilización foliar con un lactofermento enriquecido en minerales (NPK) sobre el cultivo de ají (*Capsicum annuum* L.) en el trópico húmedo.

Ramírez Armijos, Bryan Javier

Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario

Ing. Vaca Pazmiño, Eduardo Patricio Mgs.

Director

Santo Domingo – Ecuador

24 de Marzo del 2021



Document Information

Analyzed document	URKUND 2_RAMIREZ 8.docx (D98923247)
Submitted	3/19/2021 2:50:00 PM
Submitted by	VACA PAZMIÑO EDUARDO PATRICIO
Submitter email	evaca@espe.edu.ec
Similarity	9%
Analysis address	evaca.espe@analysis.urkund.com

Sources included in the report

W	URL: https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/6743/1/T-ESPE-002476.pdf Fetched: 12/29/2020 4:14:45 AM	 3
W	URL: https://docplayer.es/91261598-Universidad-central-del-ecuador-facultad-de-ciencias... Fetched: 1/9/2020 10:50:55 PM	 10
W	URL: https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1915/1/T-UTEG-0034.pdf Fetched: 1/5/2021 6:43:36 PM	 1

Firma:



Ing. Vaca Pazmiño Eduardo Patricio, Mgs.

DIRECTOR



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO

CERTIFICADO DEL DIRECTOR

Certifico que el trabajo de titulación, "EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN FOLIAR CON UN LACTOFERMENTO ENRIQUECIDO EN MINERALES (NPK) SOBRE EL CULTIVO DE AJÍ (*Capsicum annuum* L.) EN EL TRÓPICO HÚMEDO" fue realizado por el estudiante **Ramírez Armijos, Bryan Javier** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 24 de marzo del 2021.

Firma:

Ing. Vaca Pazmiño Eduardo Patricio, Mgs.

DIRECTOR



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo **Ramírez Armijos, Bryan Javier**, con cédula de ciudadanía n° 230064535-1, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **"EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN FOLIAR CON UN LACTOFERMENTO ENRIQUECIDO EN MINERALES (NPK) SOBRE EL CULTIVO DE AJÍ (*Capsicum annuum* L.) EN EL TRÓPICO HÚMEDO"** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 24 de marzo del 2021.

Firma:

Ramírez Armijos Bryan Javier

C.I. 230064535-1



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo **Ramírez Armijos, Bryan Javier**, con cédula de ciudadanía n° 230064535-1, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **"EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN FOLIAR CON UN LACTOFERMENTO ENRIQUECIDO EN MINERALES (NPK) SOBRE EL CULTIVO DE AJÍ (*Capsicum annuum* L.) EN EL TRÓPICO HÚMEDO"** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 24 de marzo del 2021.

Firma:



Ramírez Armijos Bryan Javier

C.I. 230064535-1

Dedicatoria

Esta nueva meta alcanzada va dedicada en primer lugar a Dios por brindarme cada día la fortaleza y las ganas de siempre seguir adelante y lograr cumplir mis sueños.

A mi madre Gina Armijos por ser siempre mi motor día a día, por ser mi compañera apoyándome en cada desvelo, en cada madrugada, por brindarme siempre su amor y comprensión, por toda la fé y confianza que en mi ha depositado, por ser mi ejemplo e inspiración. A mi padre Holger Ramírez por siempre apoyarme y comprenderme en cada etapa de mi vida, por guiarme por el camino correcto y por siempre confiar en mis capacidades.

A mis hermanos Holger, Daniela y Anthony por ser mi inspiración para lograr cada meta que me he propuesto.

A la chica que ha sido mi compañera y apoyo incondicional durante todo este trayecto universitario, a mis compañeros que a más de eso son mis amigos, por su apoyo y confianza brindado.

Bryan Javier Ramírez Armijos

Agradecimientos

A Dios por iluminar siempre el camino correcto en mi formación académica y personal.

Mis padres y hermanos que siempre me han apoyado y acompañado a lo largo de mi vida, han sido el motor que me ha dado fuerzas para culminar cada logro propuesto.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Santo Domingo, a la Carrera de Ingeniería Agropecuaria con todo su personal docente y administrativo por impartir todo su conocimiento y sabiduría haciendo de los estudiantes los mejores profesionales del mañana.

Al Ing. Patricio Vaca que a más de ser un excelente docente y tutor de este proyecto de investigación, es un amigo que me ha enseñado y guiado siempre con conocimientos de excelencia durante todo el trayecto universitario.

A los docentes Javier Romero, Vinicio Uday y Santiago Ulloa por su apoyo y conocimientos brindados en el desarrollo de esta investigación.

A todas las personas que han formado parte de este largo trayecto.

Bryan Javier Ramírez Armijos

Índice de contenidos

Carátula.....	1
Análisis urkund.....	2
Certificado del director.....	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimientos	7
Índice de contenidos.....	8
Índice de tablas	11
Índice de figuras.....	13
Resumen	15
Abstract.....	16
Capítulo I.....	17
Introducción.....	17
Capítulo II.....	19
Marco teórico	19
Generalidades del cultivo de ají.....	19
Taxonomía.....	19
Descripción botánica	19
El ají en el mundo	20
El ají en Ecuador	20
Producción nacional	20
Principales variedades cultivadas	21
Fertilización del cultivo de ají	21

Fertilización foliar en el cultivo de ají	22
Fundamento científico de fertilización foliar en los cultivos	22
Lactofermentos	24
Usos.....	25
Calidad microbiológica	25
Materiales para la elaboración de lactofermentos.....	26
Suero de leche	26
Composición química	27
Contenido de minerales	27
Contenido de vitaminas.....	28
Contenido de aminoácidos esenciales.....	28
Formulación de un fertilizante químico foliar de uso común en cultivos hortícolas.....	29
Investigaciones relacionadas al uso agrícola de los lactofermentos	30
Capítulo III.....	33
Metodología.....	33
Mapa territorial de Santo Domingo de los Tsáchilas	33
Materiales de campo	33
Materiales de oficina	34
Métodos	34
Diseño experimental	34
Análisis estadístico	37
Análisis funcional.....	37
Análisis económico.....	37
Variables a medir.....	38
Métodos específicos de manejo del experimento.....	38
Capítulo IV.....	44

Resultados y discusión	44
Altura de planta	44
Número de días a la floración	48
Número de días a la primera cosecha.....	52
Peso del fruto	56
Análisis económico	60
Capítulo V.....	62
Conclusiones	62
Recomendaciones	63
Capítulo VI.....	64
Bibliografía.....	64

Índice de tablas

Tabla 1	<i>Clasificación taxonómica del ají.</i>	19
Tabla 2	<i>Velocidad de absorción foliar de nutrientes.</i>	24
Tabla 3	<i>Fuentes minerales permitidas en agricultura orgánica.</i>	26
Tabla 4	<i>Composición química del suero dulce y ácido.</i>	27
Tabla 5	<i>Minerales presentes en el lacto suero.</i>	27
Tabla 6	<i>Vitaminas presentes en el lacto suero.</i>	28
Tabla 7	<i>Composición en aminoácidos esenciales (g/100 g de proteína).</i>	29
Tabla 8	<i>Formulación química de Kristalón verde.</i>	29
Tabla 9	<i>Factores y niveles a probar</i>	34
Tabla 10	<i>Tratamientos a comparar</i>	35
Tabla 11	<i>Esquema del análisis de varianza</i>	37
Tabla 12	<i>Requerimientos nutricionales del cultivo de ají <i>Capsicum annum</i> L.</i>	41
Tabla 13	<i>Porcentaje de requerimiento de nutrientes del cultivo de ají en sus diferentes etapas fenológicas.</i>	41
Tabla 14	<i>Requerimiento de nutrientes del cultivo de ají en sus diferentes etapas fenológicas...</i>	42
Tabla 15	<i>Análisis de varianza de la variable altura de planta al evaluar el efecto de la fertilización foliar con un lactofermento enriquecido en minerales (NPK) sobre el cultivo de ají (<i>Capsicum annum</i> L.) en el trópico húmedo.</i>	44
Tabla 16	<i>Análisis de varianza de la variable número de días a la floración al evaluar el efecto de la fertilización foliar con un lactofermento enriquecido en minerales (NPK) sobre el cultivo de ají (<i>Capsicum annum</i> L.) en el trópico húmedo.</i>	48

Tabla 17 *Análisis de varianza de la variable número de días a la primera cosecha al evaluar el efecto de la fertilización foliar con un lactofermento enriquecido en minerales (NPK) sobre el cultivo de ají (Capsicum annum L.) en el trópico húmedo.* 52

Tabla 18 *Análisis de varianza de la variable peso del fruto al evaluar el efecto de la fertilización foliar con un lactofermento enriquecido en minerales (NPK) sobre el cultivo de ají (Capsicum annum L.) en el trópico húmedo.*..... 56

Tabla 19 *Análisis económico de los tratamientos proyectados a 1 ha de ají con 16 666 plantas.* 60

Índice de figuras

Figura 1	<i>Mapa territorial de Santo Domingo de los Tsáchilas</i>	33
Figura 2	<i>Prueba de Tukey para la variable altura de planta, en la fuente de variación Dosis...</i>	45
Figura 3	<i>Prueba de Tukey para la variable altura de planta, en la fuente de variación Frecuencia.</i>	46
Figura 4	<i>Prueba de Tukey para la variable altura de planta, en la fuente de variación Testigo vs Resto.</i>	47
Figura 5	<i>Prueba de Tukey para la variable número de días a la floración, en la fuente de variación Dosis</i>	49
Figura 6	<i>Prueba de Tukey para la variable número de días a la floración, en la fuente de variación Frecuencia.</i>	50
Figura 7	<i>Prueba de Tukey para la variable número de días a la floración, en la fuente de variación Testigo vs Resto.</i>	51
Figura 8	<i>Prueba de Tukey para la variable número de días a la primera cosecha, en la fuente de variación Dosis.</i>	53
Figura 9	<i>Prueba de Tukey para la variable número de días a la primera cosecha, en la fuente de variación Frecuencia.</i>	54
Figura 10	<i>Prueba de Tukey para la variable número de días a la primera cosecha, en la fuente de variación Testigo vs Resto.</i>	55
Figura 11	<i>Prueba de Tukey para la variable peso del fruto, en la fuente de variación Dosis.</i>	57

Figura 12 <i>Prueba de Tukey para la variable peso de fruto, en la fuente de variación Frecuencia.</i>	58
Figura 13 <i>Prueba de Tukey para la variable peso de fruto, en la fuente de variación Testigo vs Resto.</i>	59
Figura 14 <i>Costos, ingresos y utilidad neta de los tratamientos aplicados.</i>	61

Resumen

Efecto de la fertilización foliar con un lactofermento enriquecido en minerales (NPK) sobre el cultivo de ají (*Capsicum annuum* L.) en el trópico húmedo. Esta investigación se desarrolló en la Finca "Puetate", km 2 Av. La Lorena, coordenadas UTM: X: 706313, y Y: 9971048, a 587 msnm. Temperatura: 24,6 °C y HR: 85 %. Se analizó la respuesta agronómica del cultivo (altura de planta, días a la floración, días a la primera cosecha y peso del fruto) a las aplicaciones foliares de lactofermento, identificando la dosis (5%, 10%, 20% y 30%) y frecuencia (5, 10 y 20 días) más efectivas para mejorar su respuesta en el cultivo, se realizó un análisis costo/beneficio de los tratamientos utilizados. Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) en un esquema A x B + 1, con trece tratamientos y tres repeticiones. Se empleó la prueba de Tukey a nivel del 5% de significancia, dando como resultados que la dosis al 30% de lactofermento genera plantas de mayor tamaño y vigor con promedios de 83,78 cm a los 90 días, esto a más de acelerar el ciclo productivo del cultivo permite cosechar desde los 107 días, obteniéndose frutos de 8,05 gramos de peso. La frecuencia de aplicación del lactofermento influye en todas las variables evaluadas, brinda mejor resultado las aplicaciones cada 5 días, se obtiene plantas de 82,33 cm de altura a los 90 días, la mayor cantidad de fruta durante los 2 primeros meses de cosecha fueron el T10 y T7 con 29,04 y 26,75 kg respectivamente. En el análisis económico el tratamiento más rentable es el T9 ya que permite obtener \$ 2,5 dólares por cada dólar invertido.

Palabras clave:

- **LACTOFERMENTO AJÍ**
- **FOLIARES AJÍ**
- **CAPSICUM ANNUUM L. AJÍ**
- **DOSIS AJÍ**
- **FRECUENCIA AJÍ**

Abstract

Effect of foliar fertilization with a mineral enriched lactoferment (NPK) on the cultivation of chili pepper (*Capsicum annuum* L.) in the humid tropics. This research was carried out at the Farm "Puetate", km 2 Av. La Lorena, UTM coordinates: X: 706313, and Y: 9971048, at 587 meters above sea level. Temperature: 24.6 ° C and RH: 85%. The agronomic response of the crop (plant height, days to flowering, days to first harvest and fruit weight) to foliar applications of lactoferment was analyzed, identifying the dose (5%, 10%, 20% and 30%) and frequency (5, 10 and 20 days) more effective to improve their response in the culture, a cost / benefit analysis of the treatments used was carried out. The completely randomized block design (DBCA) was used in an A x B + 1 scheme, with thirteen treatments and three repetitions. The Tukey test was used at the 5% level of significance, giving as results that the 30% dose of lactoferment generates plants of greater size and vigor with averages of 83.78 cm at 90 days, this in addition to accelerating the The productive cycle of the crop allows harvesting from 107 days, obtaining fruits weighing 8.05 grams. The frequency of lactoferment application influences all the variables evaluated, applications every 5 days provide the best results, 82.33 cm high plants are obtained at 90 days, the highest amount of fruit during the first 2 months of harvest were the T10 and T7 with 29.04 and 26.75 kg respectively. In the economic analysis, the most profitable treatment is the T9 since it allows obtaining \$ 2.5 dollars for every dollar invested.

Key words:

- ***AJÍ LACTOFERMENT***
- ***AJÍ FOLIAR***
- ***AJÍ CAPSICUM ANNUUM L.***
- ***AJÍ DOSE***
- ***AJÍ FREQUENCY***
- ***AJÍ FRUIT.***

Capítulo I

Introducción

El ají ecuatoriano se ha convertido en uno de los cultivos hortícolas con alta demanda en el mercado internacional debido a su calidad, en el país este cultivo abarca unas 400 has, distribuidas en Manabí (53%), Guayas (19%), Imbabura (11%), Los Ríos (4%) y otras provincias (13%). En la última década se ha reportado una producción promedio de 370 TM/año, de las cuales el 84,5% provienen de pequeños agricultores (Torres, 2014).

El consumo de ají en Ecuador es bajo, alrededor de 24,3 TM/año, por lo que gran parte de la producción se exporta a países como Estados Unidos, México y Canadá a donde se destina cerca del 90% de la producción nacional (Díaz, 2016).

Según la empresa Proají este cultivo ha presentado un aumento del 178% de área cultivada en la última década con la finalidad de abastecer el mercado nacional e internacional. Con el paso de los años se está direccionando la agricultura hacia el cuidado ambiental, evitando daños ambientales que repercutan en la seguridad alimentaria por afectar al agroecosistema.

La fertilización edáfica y foliar en el cultivo de ají se basa únicamente en el uso de insumos químicos, lo cual mantiene elevado el costo de producción. En los últimos años se ha direccionado la agricultura hacia lo orgánico sustituyendo el uso de fertilizantes foliares comunes por bioestimulantes orgánicos como es el caso de los biofermentos a base de suero de leche.

Según (FAO, 2019), en el año 2018 la producción mundial de leche fue de 843 millones de toneladas.

En el país la producción diaria de leche cruda es alrededor de 5'500.000 litros (Criollo D. , 2016).

A nivel nacional en la industrialización de leche y sus derivados se utilizan diariamente 2'516.365 litros donde se obtiene 724.713 litros de suero/día, de los cuales tan solo 60.393 litros/día se utilizan para la elaboración de bebidas lácteas mientras que los 664.320 litros/día restantes no son utilizados en la industria (CIL, 2017). Los cuales no tienen un aprovechamiento específico. Se conoce que una porción de éste se destina a la alimentación de animales,

principalmente cerdos, pero en su mayoría es desechado al ambiente generando contaminación, principalmente en afluentes de agua.

En Santo Domingo de los Tsáchilas se producen aproximadamente 28.000 litros de leche/día de los cuales 8.400 litros (30%) se consume en leche cruda y los 19600 litros restantes (70%) van para la industria (CIL, 2017).

La alta producción de suero en el país presenta opciones económicas para la fertilización de cultivos mediante la elaboración de lactofermentos, un fertilizante orgánico que prevé de minerales, vitaminas, aminoácidos, ácidos orgánicos entre otras sustancias metabólicas que ayudan a nutrir el cultivo y que además es una alternativa para reducir los costos en fertilización química, permitiendo al agricultor mantener la productividad en sus cultivos a la vez que es amigable con el medio ambiente.

Es desconocido el uso de derivados del suero de leche en la agricultura, lo que no ha permitido darle mayor aprovechamiento al mismo. El uso de lactofermentos no está difundido entre medianos y pequeños agricultores.

El uso de fertilizantes químicos en el cultivo de ají involucra un rubro importante en los costos de producción ya que estos fertilizantes se rigen al mercado internacional y dependen directamente de los precios cambiantes del petróleo y el gas.

En esta investigación se evaluó el efecto de cuatro dosis de fertilización foliar con un lactofermento enriquecido en minerales (NPK) bajo tres frecuencias de aplicación sobre el cultivo de ají (*Capsicum annuum* L.) en el trópico húmedo, se analizó la respuesta agronómica del cultivo (altura de planta, días a la floración, días a la primera cosecha y peso del fruto) a las aplicaciones foliares de lactofermento, identificando la dosis (5%, 10%, 20% y 30%) y frecuencia (5, 10 y 20 días) más efectivas para mejorar su respuesta en el cultivo, se realizó un análisis costo/beneficio de los tratamientos utilizados y se difundió los resultados de esta investigación a los estudiantes de Horticultura de VI nivel de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Santo Domingo.

Capítulo II

Marco teórico

Generalidades del cultivo de ají

Taxonomía

Tabla 1

Clasificación taxonómica del ají.

Taxonomía	
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Solanales
Familia:	Solanaceae
Género:	Capsicum
Especie:	Annuum L.
Nombre común:	Ají

(Mejía, 2013).

Descripción botánica

Los Capsicum son herbáceas anuales semi arbustivas que presentan diferente altura dependiendo de su variedad y el manejo que se les da, llegando a medir entre 0,3 y 1,5 metros de alto. Las ramas se forman en los nudos de los tallos que poseen yemas floríferas, posee hojas elípticas con base asimétrica y ápice agudo, variando un poco en cada variedad. Las flores se presentan en pares en cada nudo, el cáliz es cupular y alisado con dientes prominentes y pequeños.

Los frutos son bayas huecas y semicartilaginosas, su color y forma varían acorde a la especie y al grado de madurez. El tamaño y peso es muy variado, pudiendo llegar hasta los 500 gramos. Las semillas se ubican en una placenta que se encuentra en el centro del fruto, son amarillas, circulares y aplanadas de longitud entre 3 y 5 milímetros (Mejía, 2013).

El ají en el mundo

Esta fruta ha adquirido una gran variedad de nombres alrededor del mundo, entre los cuales están; uchú, chile, guidilla, pimentón, ají, entre otros.(Arellano, 2017).

China e India son los mayores productores de *Capsicum*, ocupando alrededor del 50% de la superficie sembrada a nivel mundial (Pino, 2018). España, Perú, Alemania y Estados Unidos también se encuentran entre los principales países en producir y exportar ají. El cultivo de *Capsicum* se encuentra presente en casi todas las regiones del mundo bajo la forma de pimientos dulces y picantes (Carmona, 2013).

En América los principales países productores de *Capsicum annum* son; México (168.632 ha), Estados Unidos (31.000 ha) y Argentina (variable 3.000 a 6.000 ha), seguidos por Chile y Venezuela (Pino, 2018).

El ají en Ecuador

En Ecuador se lo puede sembrar en cualquier época del año, siempre que se mantenga un riego adecuado, razón por la cual la época lluviosa (Enero – Abril) es la más óptima debido a que la humedad, temperatura y luminosidad favorecen al máximo rendimiento (Nuñez, 2013).

Gracias a la creciente demanda de esta hortaliza en la industria alimenticia, algunos productores en su mayoría con menos de 50 ha han reemplazado sus cultivos por ají. Cabe recalcar que la agricultura primaria del país se basa principalmente en pequeños productores con menos de 20 ha, los cuales constituyen el 84.5 del total de UPAs (PROAJÍ, 2010). Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos, Esmeraldas y Manabí abarcan la mayor cantidad de pequeños productores de esta hortaliza en el país (TELEAMAZONAS, 2019).

Producción nacional

En el año 2013 se asignó para el Ecuador un cupo de producción 1'500.000 kilos de los cuales el país solo ha podido cubrir entre el 50 y 60% en los últimos 5 años (Torres, 2014).

Para el año 2017 se cultivaron cerca de 2000 has, en las cuales se produjo 8.700 TM, concentrándose la mayor producción en Santo Domingo de los Tsáchilas, Manabí y Esmeraldas (TELEAMAZONAS, 2019).

Principales variedades cultivadas

En Ecuador las principales variedades que se cultivan son; Piquín, Habanero, Escorpión, Tabasco, Jalapeño, Pancha, Chipote, Ají Peruano, Cereza, Rocoto, Tena, Scotch Bonnet y Patita de gallo. Varios de estos nombres fueron asignados empíricamente al observar la forma de los frutos, su color y la sensación que provoca al consumirlos (Lema, 2018).

Fertilización del cultivo de ají

Para garantizar el rendimiento óptimo de estos cultivares es necesario emplear planes de fertilización en base al requerimiento nutricional del cultivo y al contenido de nutrientes del suelo, mediante el uso de fertilizantes simples o compuestos se convierte en un procedimiento fácil de emplear y así lograr el balance adecuado de los 16 nutrientes esenciales para las plantas (Vélez, 2015).

En la primera etapa de desarrollo vegetativo de este cultivo es de vital importancia aplicar fósforo y nitrógeno, decreciendo esta necesidad al aparecer los primeros frutos, ya que un exceso de estos dos nutrientes provocaría un crecimiento excesivo de la planta y podría retrasar la maduración de los frutos, a más de incrementar la susceptibilidad a que se quiebren y caigan las ramas. La absorción de fósforo se relaciona estrechamente en el proceso de fotosíntesis, respiración, almacenamiento y transferencia de energía. La absorción de potasio se relaciona directamente con la calidad del fruto, aumentando su tamaño y brindándole precocidad en su maduración. El magnesio de igual manera ayuda a la maduración del fruto, a más de generarle a la planta mayor resistencia al ataque de enfermedades (Moreno, 2015).

Para lograr un balance nutricional óptimo es necesario tomar en cuenta tres factores elementales; requerimientos nutricionales del cultivo, condiciones físico-químicas del suelo y las condiciones climáticas de cada zona (Martínez, 2015).

Para obtener un rendimiento de 20 t/ha el cultivo de Capsicum extrae del suelo; 160 kg de nitrógeno, 30 kg de fósforo, 160 kg de potasio. Las fuentes fertilizantes que mejor trabajan en este cultivo son; NO_3NH_4 , DAP, cloruro de potasio, sulfato de potasio, sulfato de magnesio y nitrato de calcio (Vélez, 2015).

Fertilización foliar en el cultivo de ají

Estudios realizados sobre este cultivo demuestran información empírica y científica que el aporte de nutrientes vía foliar es más amigable con el ambiente en comparación con la fertilización edáfica, a más de que es una manera rápida de corregir deficiencias nutricionales e incrementar la calidad y rendimiento del cultivo en sus diferentes etapas fenológicas (Pazmiño, 2012).

A través de las hojas se puede suplir de nutrientes a la planta de una manera más rápida que la fertilización edáfica, ya que por medio de los estomas ubicados en el haz y envés de las hojas los nutrimentos pueden penetrar en cuestión de horas, de la misma manera sucede a través de los ectodesmos, los cuales son espacios submicroscópicos. Cuando la cutícula de la hoja se dilata se forman galerías mediante las cuales también ingresan nutrientes aplicados vía foliar (Villacís, 2014).

El cultivo de Capsicum al igual que la mayoría especies del reino vegetal poseen estructuras aéreas que se encargan de controlar adecuadamente el intercambio de agua y gases entre la planta y el ambiente en el que se desarrolla, de esta manera se controla la pérdida de agua, nutrientes y metabolitos en condiciones que salen de los límites óptimos para el desarrollo del cultivo (Fernández, Brown, & Sotiropoulos, 2015).

Fundamento científico de fertilización foliar en los cultivos

En las paredes externas de las hojas se encuentran células epidermales las cuales se encargan de regular el ingreso de nutrientes a través de su superficie. Dichas paredes están cubiertas por una capa cuticular formada por ceras, celulosa, hemicelulosa y pectinas, que actúa como protección ante la elevada pérdida de solutos orgánicos e inorgánicos. Debido a los polímeros de cutina no esterificados y a la carga negativa que poseen las sustancias péctidas,

dicha capa cuticular ejerce una función de intercambiador, de esta manera la fertilización foliar es efectiva y se controlan pérdidas excesivas por escurrimiento ya que el ingreso de iones se lleva a cabo mediante una gradiente que se forma en la capa cuticular de afuera hacia adentro (Meléndez & Molina, 2002).

(Fernández, Brown, & Sotiropoulos, 2015), mencionan que la asimilación de nutrientes aplicados vía foliar se basan en un proceso que inicia con el contacto directo entre la hoja y la solución aplicada generándose una adsorción y posteriormente la penetración a través de la cutícula que posee estomas y otras estructuras epidérmicas, posteriormente las sustancias ingresadas son absorbidas por las células y ubicadas en compartimentos celulares metabólicamente activos, de esta manera la planta puede movilizar y utilizar los nutrimentos absorbidos.

Los abonos de origen orgánico se caracterizan por contener sustancias que se fijan a cationes minerales inestables como el cobre, manganeso, hierro, entre otros, formando quelatos, lo cual evita pérdidas por escurrimiento de estos elementos y los coloca en mayor disponibilidad para la planta (Criollo, Cortés, & Josa, 2005).

La fertilización foliar rápida y eficaz depende de los ingredientes activos y principalmente de dos factores fisicoquímicos que influyen en la absorción de los nutrientes; punto de delicuescencia (solubilidad) y dimensiones de la molécula (Fernández, Brown, & Sotiropoulos, 2015).

Tabla 2*Velocidad de absorción foliar de nutrientes.*

Nutrimento	Tiempo de absorción del producto (50%)
N	0.5 - 2 horas
P	5 - 10 días
K	10 - 24 horas
Ca	1 - 2 días
Mg	2 - 5 horas
S	8 días
Mn	1 -2 días
Zn	1 - 2 días
Mo	10 - 20 días
Fe	10 - 20 días

(Moreno, 2015).

Lactofermentos

El lactofermento es un biofertilizante que aporta bacterias ácido lácticas y microorganismos de montaña a los cultivos, contribuyendo a la reducción de la incidencia de plagas y enfermedades, ya que presenta cierto grado de antagonismo y competencia con microorganismos fitopatógenos, por lo cual beneficia el crecimiento y producción de los cultivos, a más de ser ideal para recuperar fertilidad en los suelos debido a que permite depender cada vez menos de insumos sintéticos, reduciendo así el impacto negativo sobre los recursos naturales. Este biofertilizante se convierte en una estrategia alternativa para los agricultores que buscan reducir el uso de insumos sintéticos y bajar los costos de producción (Guapás, 2013).

El lactofermento es el resultado de la acción de diversas bacterias y otros microorganismos que transforman la glucosa y lactosa del suero de leche. Las bacterias lácticas obtienen un sustrato energético denominado lactosa, el cual es un disacárido que se compone de una molécula de glucosa y una de galactosa, para luego metabolizar y obtener un lactofermento (Moreno, 2015).

Los biofermentos a base de suero de leche permiten al agricultor reducir la dependencia de insumos sintéticos de alta solubilidad, a la par que reduce costos de producción (Robalino, 2011).

Usos

Para su uso agrícola, este producto debe mezclarse en cierto porcentaje al agua y luego ser asperjado vía foliar sobre el cultivo, mediante el uso de bombas de aspersión. También puede aplicarse en drench sobre la zona de goteo de las plantas.

- En fase de vivero: 5% lactofermento + 95% agua
- Cultivo de hortalizas: 10% lactofermento + 90% agua. 2 a 3 aplicaciones semanales.
- Cultivo de frutales en campo: 10 – 15% lactofermento + 90 – 85% agua, depende de la edad del cultivo. Aplicaciones quincenales.
- Para fertirriego se puede utilizar las mismas concentraciones mencionadas.
- Para aplicaciones en drench se utilizan concentraciones de 20% lactofermento + 80% agua. Aplicaciones quincenales.
- En la elaboración de compost se puede agregar en forma pura, constituyéndose en un enriquecedor mineral y microbiológico (Suquilanda, 2018).

Calidad microbiológica

Los lactofermentos contienen alta riqueza en actividad microbiológica, lo cual lo convierten en algo más eficiente que un simple fertilizante. Su gran variedad de microorganismos interactúan entre sí en múltiples y complejas formas, fermentando su ambiente y degradando materia orgánica a través de su metabolismo de manera que los nutrientes presentes en ella sean más asimilables para las plantas.

Los microorganismos presentes en los biofermentos a base de suero de leche poseen un importante efecto antagónico sobre artrópodos y demás patógenos plaga, por ejemplo: *Lactobacillus* spp. Es antagonista de bacterias putrefactoras, que además constituyen una herramienta para restaurar ecosistemas donde se ha utilizado una gran cantidad de agrotóxicos (Guapás, 2013).

Materiales para la elaboración de lactofermentos

- 160 litros de suero de leche
- 5 litros de melaza, miel de caña o panela
- 1 kg de carbonato de calcio (para elevar el pH)
- Agua limpia (sin cloro)
- 10 litros de EMA o IMA
- 0,5 kg de algún compuesto mineral (Dominguez, 2018).

Tabla 3

Fuentes minerales permitidas en agricultura orgánica.

Fuente mineral	Elemento
Sulfato de Potasio	K
Sulfato de Zinc	Zn
Sulfato de Magnesio	Mg
Sulfato de Manganeso	Mn
Molibdato de Sodio	Mo
Molibdato de Boro	B
Roca Fosfórica	P

(Pacheco, 2016).

Suero de leche

El suero es un subproducto de la leche el cual se extrae en el proceso de elaboración del queso, dicho subproducto retiene en promedio 52% de los nutrientes totales de la leche entera, el 20% de lactoalbúminas y lactoglobulinas (proteínas), minerales como el fósforo, magnesio, calcio y sodio, vitaminas hidrosolubles como la tiamina, riboflavina, cobalamina, ácido ascórbico, ácido nicotínico, piridoxina y ácido pantoténico, a más de la mayor parte de la lactosa (Hernández & Vélez, 2015).

Composición química

Existen varios factores que determinan la composición química del suero, tales como: tipo de leche utilizada, pH al que el suero se separa de la cuajada y del porcentaje de humedad que conserva el queso (Villarreal, 2017).

Tabla 4

Composición química del suero dulce y ácido.

Componente	Suero dulce (%)	Suero ácido (%)
Humedad	93 - 94	94 - 95
pH	6.0 - 6.6	4.3 - 4.7
Grasa	0.2 - 0.8	0.4 - 0.6
Proteínas	0.8 - 1.0	0.6 - 0.8
Lactosa	4.5 - 5.2	4.4 - 4.6
Sales minerales	0.56	0.46
Ácido Láctico	0.2 - 0.3	0.7 - 0.8

(Villarreal, 2017).

Contenido de minerales

El suero de leche contiene minerales y oligoelementos que son biodisponibles para organismos vegetales y animales (Villarreal, 2017).

Tabla 5

Minerales presentes en el lacto suero.

Componente	Suero dulce (g/l)	Suero ácido (g/l)
Calcio	0.4 - 0.6	1.2 - 1.6
Fosfatos	1.0 - 3.0	3.0 - 4.5
Hierro	0.6 - 1.0	1.0 - 1.3
Potasio	1.6	1.8
Sodio	5.4	5.5

(Villarreal, 2017).

Contenido de vitaminas

El lacto suero presenta un elevado porcentaje vitamínico principalmente ácido ascórbico y vitaminas del complejo B (Villarreal, 2017).

Tabla 6

Vitaminas presentes en el lacto suero.

Componente	Concentración mg/100 g
Ácido ascórbico (Vit. C)	0.10
Tiamina (Vit. B1)	0.036
Riboflavina (Vit. B2)	0.158
Niacina (Vit. B3)	0.10
Ácido pantoténico (Vit. B5)	0.383
Piridoxina (Vit. B6)	0.031
Ácido fólico (Folacina)	1.0
Cobalamina (Vit. B12)	0.277
Retinol (Vit. A) U.I	10.0 - 16.0

(Villarreal, 2017).

Contenido de aminoácidos esenciales

Las proteínas del lacto suero poseen aminoácidos los cuales les proporcionan una elevada calidad nutricional y buena funcionalidad fisiológica (Villarreal, 2017).

Tabla 7

Composición en aminoácidos esenciales (g/100 g de proteína).

Aminoácidos en el lacto suero	g/100 g de proteína
Treonina	6.2
Cisteína	1.0
Metionina	2.0
Valina	6.0
Leucina	9.5
Isoleucina	5.9
Fenilalanina	3.6
Lisina	9.0
Triptófano	1.5

(Villarreal, 2017).

Formulación de un fertilizante químico foliar de uso común en cultivos hortícolas

En fertirrigación de cultivos hortícolas se utiliza una gran variedad de fertilizantes hidrosolubles, entre los más usados está el Kristalón, con formulaciones para las diferentes etapas del cultivo, que se presentan en diferentes colores (Montes, 2019).

Tabla 8

Formulación química de Kristalón verde.

Mineral	Concentración
N	18%
P	18%
K	18%

Nota: El Kristalón verde, uno de fertilizantes hidrosolubles de uso más común en Ecuador. Tomada de (Montes, 2019).

Investigaciones relacionadas al uso agrícola de los lactofermentos

Con relación a este tema, se han realizado diferentes proyectos de investigación, entre los cuales citamos:

“Respuesta del suelo y del cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa*) a la aplicación de lactofermentos enriquecidos en el sector Querochaca cantón Cevallos”. Jenny Gabriela Solís Llerena determinó la influencia de las aplicaciones de lactofermentos en la composición biológica y química del suelo y su respuesta agronómica en el cultivo de fresa, en donde obtuvo que en la primera cosecha no hubo variaciones entre tratamientos para las variables peso, firmeza, diámetro ecuatorial, polar y pH, excepto para los grados brix del fruto (7,53) con el tratamiento de lactofermentos + Sulfato de Magnesio, a más de eso observó variación en el pH del suelo permitiendo una mejor asimilación de los nutrientes. En el análisis microbiológico este tratamiento presentó una respuesta con 6000 ufc con 2 cepas de hongos benéficos. A la segunda cosecha mostró variación el tratamiento de lactofermento + EMAs + levaduras para la variable grados brix (7,33) y en el análisis microbiológico presentó 42000 ufc con 6 cepas de hongos benéficos. El tratamiento de lactofermento + EMAs + sulfato de magnesio mostró variación en el pH de fruta con 3,23 y en el suelo 2 cepas de hongos benéficos (*Trichoderma hamatum* y *Acremonium sp*) con 18000 ufc los cuales benefician en la descomposición de materia orgánica y son antagonistas de fitopatógenos. En el análisis económico no se presentó diferencias económicas significativas en el costo de tratamientos, siendo más costoso el tratamiento con levaduras (\$ 116,91) y más económico el testigo (\$110,18) (Solís, 2015).

“Respuesta del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) var. Nathalie bajo invernadero a la aplicación foliar complementaria con tres tipos de lactofermentos”. En el año 2015, Abel Eduardo Moreno Rocha evaluó la fertilización foliar orgánica, a base de tres lactofermentos en tres dosis aplicadas al cultivo de pimiento en la Provincia de Pichincha, cantón Quito a 2482 msnm, 13,8 °C y humedad relativa de 75,90%. Utilizó un DBCA con un factorial 3 x 3 + 1, con 4 repeticiones. La interacción del lactofermento enriquecido con Sulfato de Magnesio + Sulfato de Potasio + Óxido de Zinc disolución al 3%, presentó los mejores resultados para las variables, número de días a la floración (45,63 d), número de días a la cosecha (90,75 d), longitud de fruto (14,24 cm), número frutos por parcela (335,5), rendimiento en kilogramos por parcela neta (28,16 kg) e incluso en el análisis beneficio/costo con 1,19 \$ lo que muestra que por cada

dólar invertido se gana 0,19 \$. En cuanto a la altura de planta no presentó diferencia estadística significativa a la interacción de los lactofermentos en distintas dosis. La dosis al 3% brindó la mejor respuesta para las variables; días a la floración (55,16 d), días a la cosecha (106,44 d), frutos por parcela neta (272,31) y rendimiento por parcela (21,23 kg) (Moreno, 2015).

“Respuesta del suelo y del cultivo de tomate hortícola (*Lycopersicon esculentum*) a la aplicación de lactofermentos enriquecidos”. En el año 2015, José Gabriel Guerrón Villacís evaluó la respuesta físico, químico y microbiológico del suelo y la producción de tomate hortícola mediante parámetros de calidad del fruto con aplicación de lactofermentos solos, con EMAs y enriquecidos con minerales, en donde obtuvo que para la variable firmeza del fruto el mejor resultado se evidenció en el tratamiento con EMAs + levaduras brindando 16,15 kg/cm² a más de incrementar el número de cepas desarrolladas de microorganismos benéficos. El tratamiento de lactofermento con EMAs + azufre brindó la mejor respuesta para la variable diámetro polar con 59,71 mm, los frutos con mejor pH (4,05) fueron del tratamiento de lactofermento + EMAs. La mejor respuesta en concentración de grados Brix con promedios de 3,19% se obtuvo al aplicar lactofermento + fuentes minerales. En el diámetro ecuatorial el mejor resultado se evidenció al aplicar lactofermento + sulfato de magnesio con promedio de 69,27 mm. Por otro lado el peso del fruto no presentó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados. Los microorganismos benéficos que interactuaron en forma positiva al aplicar lactofermentos con EMAs fueron; *Dactylella sp.*, *Trichoderma sp.*, *Trichoderma konngii.*, *Trichoderma harzianum.*, *Torulopsis sp.*, *Paecilomyces lilacinus.*, *Myrothecium verrucaria.*, *Hendersonia sp.*, y *Aureobasidium pullulans*. Por lo que concluyó que, con la aplicación de lactofermentos con EMAs, la producción tomatera es más saludable a más de mejorar la microflora del suelo permitiendo a la planta obtener mayor cantidad de nutrientes y reduciendo la presencia de hongos fitopatógenos, así evitando en gran parte el uso de pesticidas inorgánicos en el suelo, ambiente y frutos (Guerrón, 2015).

“Respuesta de la espinaca (*Spinacea oleracea*) a la fertilización foliar complementaria con tres biofermentos. Puembo, Pichincha” En el año 2013, Margarita Belén Guapás Baldeón realizó esta investigación en el clima subhúmedo templado de la provincia de Pichincha, cantón Quito a 2354 msnm, con temperatura media anual de 16,5 °C y humedad relativa de 67%, en donde utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar, con un arreglo factorial 3 x 3 + 2 y cuatro repeticiones para determinar el biofermento que permite mejorar la producción de espinaca, en

donde obtuvo que el mejor rendimiento de la espinaca var. Space a la fertilización foliar complementaria se llegó con la dosis baja (246 cm³/litro) dando la mejor respuesta en el largo de la hoja (17.77 cm), peso de planta (52.58 g) y rendimiento comercial (2.74 kg/pn), en cuanto a la variable ancho de hoja a la cosecha evidenció el mejor resultado en la dosis media con un promedio de 8,52 cm/hoja. La mejor interacción fue del lactofermento enriquecido con sulfato de zinc (82 cm³/litro) x dosis baja (246 cm³/litro), en las variables largo de hoja (18,37 cm), peso de planta (60,76 g/planta) y rendimiento (2,38 kg/pn) e incluso en el análisis beneficio/costo con 4,17, es decir que por cada dólar invertido hay una ganancia neta de \$ 3,17 en los 2 meses que es el ciclo del cultivo. Para la variable ancho de hoja a la cosecha el mejor resultado fue en la interacción lactofermento enriquecido con sulfato de zinc en dosis de 164 cm³/litro con promedio de 9,14 cm/planta (Guapás, 2013).

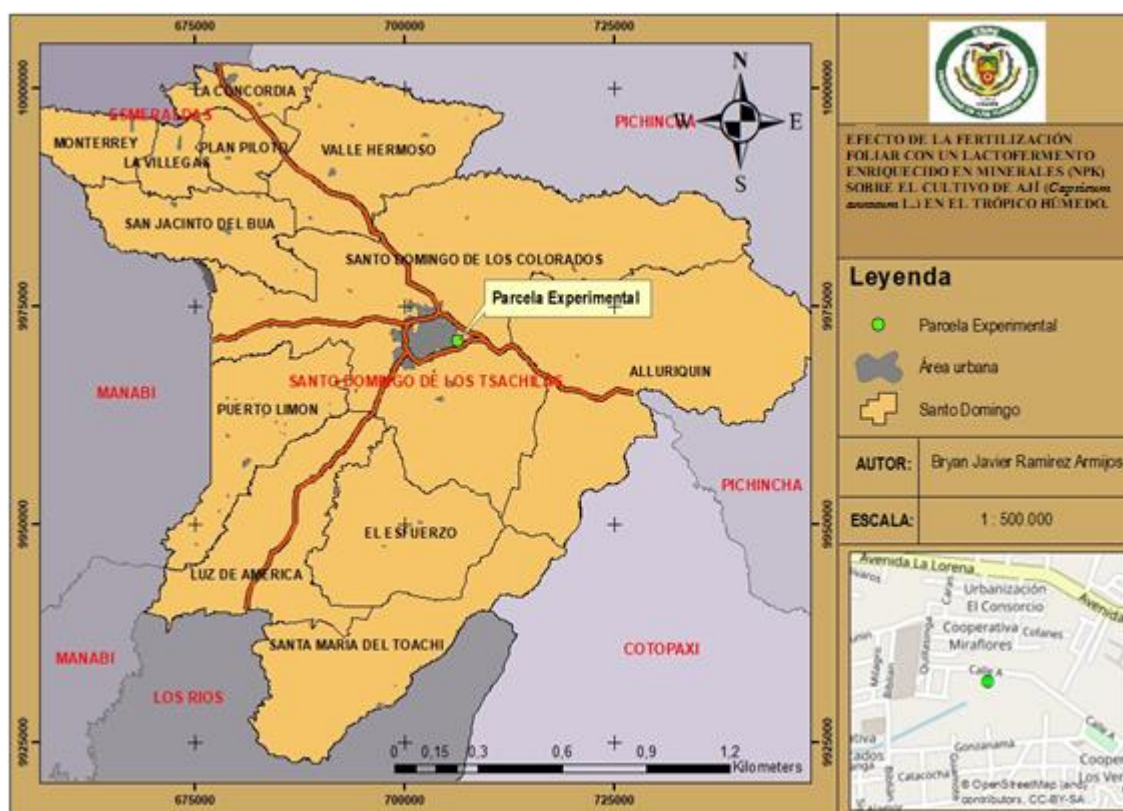
Capítulo III

Metodología

Mapa territorial de Santo Domingo de los Tsáchilas

Figura 1

Mapa territorial de Santo Domingo de los Tsáchilas



Materiales de campo

- Plántulas de ají habanero
- Lactofermento
- Herramientas menores
- Estacas

- Piola tomatera
- Bomba manual para fumigar de 20 lt
- 4 gavetas plásticas
- Letreros
- Balanza
- Fertilizantes
- Agroquímicos

Materiales de oficina

- Computadora, Impresora
- 1 resma de hojas de papel bond
- Libreta de campo, Esferos
- Folder

Métodos

Diseño experimental

Factores a probar

Tabla 9

Factores y niveles a probar

Factores	Niveles
Dosis (D)	D1: Dosis al 5%
	D2: Dosis al 10%
	D3: Dosis al 20%
	D4: Dosis al 30%
Frecuencia (F)	F1: Cada 5 días
	F2: Cada 10 días
	F3: Cada 20 días

Tratamientos a comparar

Tabla 10

Tratamientos a comparar

Tratamientos	Código
T1	Dosis al 5%, cada 5 días
T2	Dosis al 5%, cada 10 días
T3	Dosis al 5%, cada 20 días
T4	Dosis al 10%, cada 5 días
T5	Dosis al 10%, cada 10 días
T6	Dosis al 10%, cada 20 días
T7	Dosis al 20%, cada 5 días
T8	Dosis al 20%, cada 10 días
T9	Dosis al 20%, cada 20 días
T10	Dosis al 30%, cada 5 días
T11	Dosis al 30%, cada 10 días
T12	Dosis al 30%, cada 20 días
T13	Testigo absoluto

Tipo de Diseño

En la investigación se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con un esquema $A \times B + 1$ en donde el factor A fueron las dosis de lactofermento y el factor B fueron las frecuencias de aplicación más un testigo absoluto.

Repeticiones

En la investigación se repitió cada tratamiento tres veces, obteniendo 39 unidades experimentales.

Características de las unidades experimentales

Número de unidades experimentales	: 39
Número de hileras por unidad experimental	: 3
Número de filas por unidad experimental	: 6
Número de plantas por unidad experimental	: 18
Número de plantas del ensayo	: 702
Área de cada unidad experimental	: 8,16 m ²
Largo de cada unidad experimental	: 3,4 m
Ancho de cada unidad experimental	: 2,4 m
Área total del ensayo	: 615,6 m ²
Área neta del ensayo	: 318,24 m ²
Área de calles	: 297,36 m ²
Forma de la unidad experimental	: Rectangular
Forma del ensayo	: Rectangular

Análisis estadístico**Esquema de análisis de varianza****Tabla 11***Esquema del análisis de varianza*

Fuentes de variación	Grados de libertad
Bloque	2
Dosis	3
Frecuencia	2
Dosis x Frecuencia	6
Testigo vs Resto	1
Error	24
Total	38

Coefficiente de variación

$$CV = \frac{\sqrt{CMe}}{\bar{x}} \times 100$$

Dónde:

CV = Coeficiente de variación

CMe = Cuadrado medio del error

 \bar{x} = Media general del experimento**Análisis funcional**

Para evaluar la prueba de significancia se empleó la prueba de Tukey a nivel del 5% de significancia.

Análisis económico

Para poder evaluar la rentabilidad de los tratamientos aplicados se utilizó la relación Costo – Beneficio.

La fórmula utilizada fue:

$$DE = Beneficio - Costo$$

Variables a medir

Altura de planta

Esta variable se evaluó a los 90 días, mediante el uso de una cinta métrica expresándolo en centímetros, considerando desde el suelo hasta el ápice de la planta.

Número de días a la floración

Esta variable se evaluó cuando las unidades experimentales mostraron un 50% de plantas que tuvieron por lo menos una flor abierta.

Número de días a la primera cosecha

Esta variable se evaluó cuando las unidades experimentales mostraron un 50% de plantas que tuvieron por lo menos un fruto listo para ser cosechado.

Peso del fruto

Esta variable se evaluó tomando al azar 10 frutos maduros de cada unidad experimental y registrando su peso en una balanza gramera, se expresó el promedio de g/fruto.

Métodos específicos de manejo del experimento

Análisis de suelos

Tres semanas antes del trasplante se tomaron 10 submuestras de suelo del área donde se desarrolló el ensayo, estas se mezclaron y se tomó una muestra que se envió al laboratorio para su análisis físico y químico.

Preparación del terreno

Quince días antes del trasplante se realizó un control de malezas con glifosato en dosis de 1,5 l/ha, luego de 8 días se procedió a delimitar el terreno y dividir las unidades experimentales mediante el uso de estacas y cinta tomatera. Se realizó una remoción de tierra manual con azadón en cada hilera para la siembra.

Obtención de plántulas

Se utilizaron 702 plántulas de la variedad Habanero, se consideró también un 3% de plántulas estimadas para reposición, estas plantas se compraron a la empresa Proají ubicada en el km 7 ½ vía Quevedo, misma empresa en donde se entregó la producción.

Elaboración del lactofermento

El lactofermento se elaboró en Santo Domingo de los Tsáchilas, Finca Puetate, mismo lugar donde se instaló el ensayo.

Para obtener 20 litros de lactofermento se utilizó 16 l de suero de leche, 0,5 l de melaza, 100 g de nitrato de calcio, 1 l microorganismos de montaña, agua, y compuestos minerales.

Las dosis de compuestos minerales con que se enriqueció el lactofermento fueron basadas en experiencias realizadas en campo, ya que no existían investigaciones o fundamentos teóricos donde estandarice dichas dosis, las mismas que fueron; 200 gr de NH₄, 200 gr de P₂O₅ y 200 gr de K₂O, para lo cual se utilizaron las siguientes fuentes minerales; úrea (434,8 gr), sulfato de potasio (400 gr) y enraizante (327,9 ml).

Envío de muestras de lactofermento enriquecido al laboratorio

Una vez procesado el lactofermento se envió una muestra al laboratorio AGRARPROJEKT, ubicado en la ciudad de Quito, para la determinación de sus características físicas y químicas.

Trasplante

En el terreno previamente preparado se realizó la siembra de las plántulas de 45 días de edad, que tenían una altura de 10 a 12 cm, tenían de 4 a 5 hojas verdaderas. La distancia de siembra fue de 40 cm entre plantas y 1,5 m entre hileras, se colocaron 18 plántulas en cada unidad experimental de las cuales las 6 centrales fueron de parcela neta.

Al trasplante se le aplicó una fertilización de fondo acorde a los requerimientos de nutrientes del cultivo de ají en sus diferentes etapas fenológicas. Luego del trasplante se realizó un riego más drench en forma localizada sobre la base de cada plánta, la solución incluyó una solución de Propamocarb como ingrediente protectante de hongos patógenos vasculares que afectan las raíces de la plantas.

Adicionalmente se elaboró una mezcla de neguvón + afrecho de trigo + zumo de naranja, que se aplicó en forma de corona alrededor de cada planta para que actúe en forma de trampa defendiendo a la plantita del ataque de gusanos trozadores como *Agrotis* spp.

Replante

Esta labor se realizó a los 8 días después de la siembra, sustituyendo las plántulas muertas por las de reserva.

Podas

Se realizaron podas fitosanitarias cada 15 días para eliminar hojas atacadas por insectos y enfermedades, igualmente se eliminaron hojas que ya no estaban haciendo fotosíntesis, esto ayuda al aclareo de la planta y dinamiza su ciclo vegetativo.

La poda de formación se realizó a los 45 días luego de la siembra.

También se realizó podas de mantenimiento, eliminando ramas improductivas.

Control de malezas

Esta labor se realizó cada 21 días, de forma manual para evitar ocasionar daños a la parte aérea de la planta y a su sistema radicular, se evitó el uso de herbicidas.

Fertilización de base

En base al análisis de suelos y al requerimiento nutricional del cultivo se realizaron los cálculos para la aplicación de fertilización edáfica.

Tabla 12

Requerimientos nutricionales del cultivo de ají Capsicum annum L.

N (kg/ha)	P (kg/ha)	K (kg/ha)	Ca (kg/ha)	Mg (kg/ha)	S (kg/ha)
160	50	160	60	90	40

(Vélez, 2015).

Los requerimientos citados estuvieron establecidos para distribuirse durante los 9 meses de cultivo, pero en este caso al tratarse de una investigación con una duración de 5 meses se aplicó solo el 60% de los requerimientos nutricionales, ya que el 40% restante debe aplicarse durante los últimos 4 meses de fructificación.

Los fertilizantes utilizados fueron; NO₃NH₄, DAP, muriato de potasio, kieserita y nitrato de calcio. Durante los 5 meses del ensayo se realizaron 4 aplicaciones en base a la siguiente tabla.

Tabla 13

Porcentaje de requerimiento de nutrientes del cultivo de ají en sus diferentes etapas fenológicas.

	N	P	K	Ca	Mg	S
Trasplante	15%	100%	10%	30%	12%	10%
Crecimiento	30%		15%	15%	30%	25%
Floración y cuaje	10%		25%	15%	10%	25%
Mantenimiento	45%		50%	40%	48%	40%

Tabla 14

Requerimiento de nutrientes del cultivo de ají en sus diferentes etapas fenológicas.

	N		P		K		Ca		Mg		S	
	kg/ha	g/plt	kg/ha	g/plt	kg/ha	g/plt	kg/ha	g/plt	kg/ha	g/plt	kg/ha	g/plt
Trasplante	24,0	1,45	30,00	1,82	16,0	0,97	18,00	1,09	10,8	0,65	4,00	0,24
Crecimiento	48,0	2,91			24,0	1,45	9,00	0,55	27,0	1,64	10,00	0,61
Floración y cuaje	16,0	0,97			40,0	2,42	9,00	0,55	9,0	0,55	10,00	0,61
Mantenimiento	72,0	4,36			80,0	4,85	24,00	1,45	43,2	2,62	16,00	0,97

La primera aplicación se realizó al trasplante, la segunda a los 45 días posteriores al trasplante, la tercera a los 70 días y la cuarta fertilización a 120 días.

Aplicación de los tratamientos

Esta labor se realizó utilizando una bomba de mochila manual a la parte foliar de la planta, en base a las dosis y frecuencias establecidas en el ensayo. La primera aplicación fue a los 20 días posteriores a la siembra y la última aplicación una semana antes de la última cosecha.

Control fitosanitario

Se realizaron monitoreos semanales del cultivo con la finalidad de detectar el ataque de patógenos e insectos plaga.

Se fumigó cada 15 días intercalando Fosetil Aluminio en dosis de 0,8 g/litro, que actuó como una vacuna en el cultivo y así evitar el ataque de enfermedades, y Dithane 600 en dosis de 1 g/litro un fungicida preventivo que protege a la planta de que las esporas de hongos germinen y ataquen las plantas.

Al detectarse la presencia de enfermedades fúngicas y bacterianas se realizaron aspersiones de Score (0,7 cc/litro) y Oxiclورو de cobre (4 g/litro), siempre rotando sus aplicaciones, según se presentó la necesidad del cultivo.

Ante la presencia de insectos plaga se realizaron aplicaciones de Lorsban (0,8 cc/litro), Abamectin (0,8 cc/litro) y Suko (1 cc/litro), cada uno se aplicó dependiendo del tipo de insecto que se presentó.

Cosecha

Esta labor se realizó tomando en cuenta el estado de madurez del fruto, cosechándose solo los que presentaron entre el 80-100% de madurez, según los estándares de la empresa Proají que es a donde se destinó la producción.

Para la cosecha se utilizaron guantes de caucho y así evitar afecciones físicas, se cortaron los frutos en la unión del pedúnculo con la planta, para ayudar a la conservación del mismo. Se realizó en horas de la mañana, los frutos de cada unidad experimental se colocaron en recipientes diferentes y fueron etiquetados para luego proceder a tomar los datos correspondientes, los frutos cosechados fueron comercializados después.

Esta labor de cosecha tuvo una duración de 2 meses, al cortar los frutos se estimula la aparición de nuevos primordios florales.

Capítulo IV

Resultados y discusión

Altura de planta

Tabla 15

Análisis de varianza de la variable altura de planta al evaluar el efecto de la fertilización foliar con un lactofermento enriquecido en minerales (NPK) sobre el cultivo de ají (Capsicum annum L.) en el trópico húmedo.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F-calculado	p-valor
Bloque	18,82	2	9,41	0,47	0,6314 ns
Tratamiento	1885,08	12	157,09	7,82	<0,0001 **
Dosis	1012,97	3	337,66	16,82	<0,0001 **
Frecuencia	236,17	2	118,08	5,88	0,0083 **
Dosis x Frecuencia	99,61	6	16,6	0,83	0,5607 ns
TESTIGO vs RESTO	536,33	1	536,33	26,71	<0,0001 **
Error	481,85	24	20,08		
Total	2385,74	38			
Coeficiente de variación	5,71				

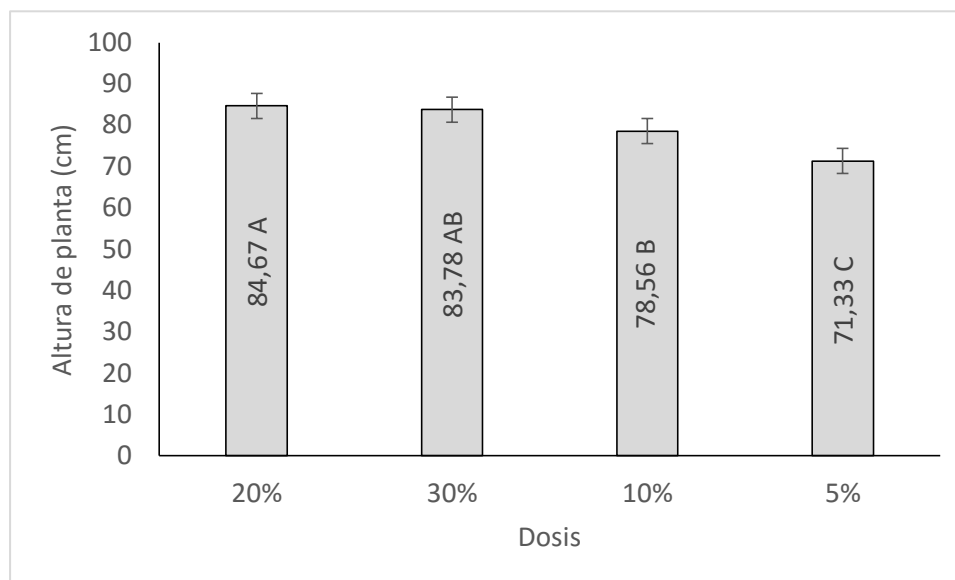
En la tabla 15 se observa que en la variable altura de planta, existe diferencias estadísticas al nivel de 5% de significancia para las fuentes de variación Tratamiento con un p-valor de <0,0001, Dosis con un p-valor de <0,0001, Frecuencia con un p-valor de <0,0083 y Testigo vs Resto con un p-valor de <0,0001, por lo que se acepta la hipótesis alternativa. Mientras que para la fuente de variación Bloque y Dosis x Frecuencia no existe diferencia estadística al nivel de 5% de significancia.

El coeficiente de variación de 5,71% garantiza la confiabilidad de los datos.

A continuación, se muestra la prueba de Tukey de la altura de planta para la fuente de variación Dosis.

Figura 2

Prueba de Tukey para la variable altura de planta, en la fuente de variación Dosis.



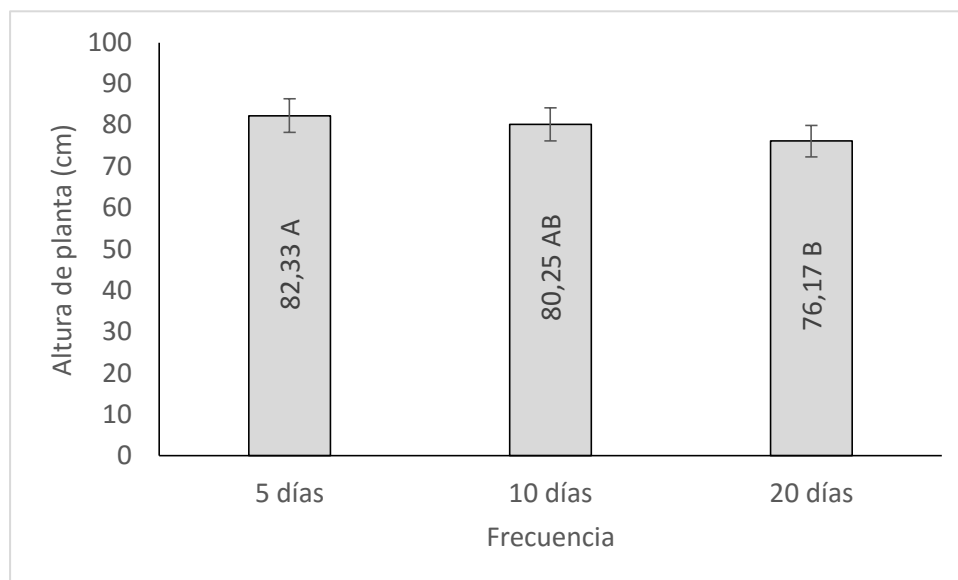
La figura 2 muestra la prueba de Tukey para la variable altura de planta en la fuente de variación Dosis, donde indica que la dosis al 20% presentó una altura de 84,67 cm, seguido de la dosis al 30% que presentó una altura de 83,78 cm y la dosis al 10% con 78,56 cm, mientras que la dosis al 5% presentó la altura más baja con 71,33 cm.

Estos datos de altura fueron superiores a las que obtuvo (Bermeo, 2015) en todos los tratamientos a los 90 días posteriores al trasplante, esto se debe a que este autor solo evaluó la incidencia de malezas en el cultivo de ají habanero sin establecer un plan de fertilización, por lo que en esta investigación incluso el testigo presentó mayor altura ya que se aplicó fertilización edáfica a todos los tratamientos.

A continuación, se muestra la prueba de Tukey de la altura de planta para la fuente de variación Frecuencia.

Figura 3

Prueba de Tukey para la variable altura de planta, en la fuente de variación Frecuencia.

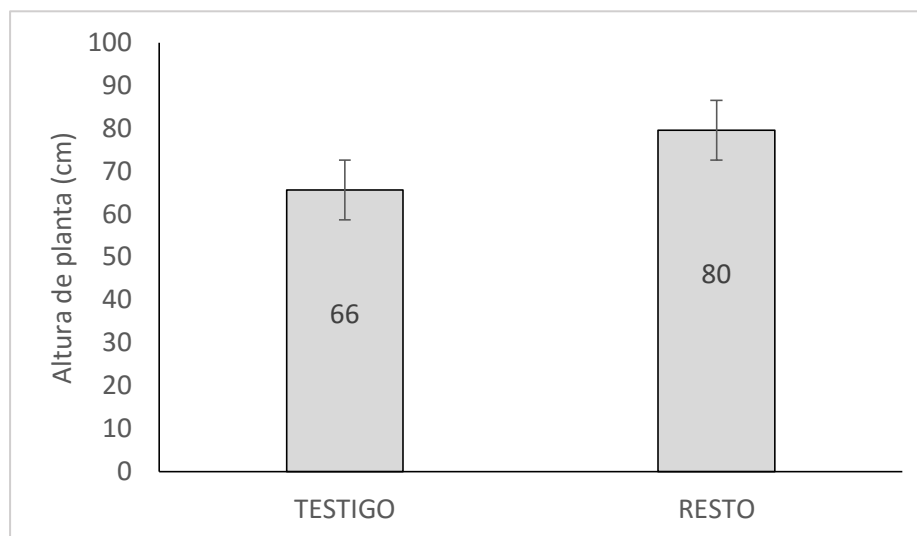


La figura 3 muestra la prueba de Tukey para la variable altura de planta en la fuente de variación Frecuencia, donde indica que la mayor altura se obtuvo aplicando el lactofermento cada 5 días llegando al promedio de 82,33 cm, seguido de la frecuencia cada 10 días con 80,25 cm y el resultado más bajo de 76,17 cm en la frecuencia de 20 días.

A continuación, se muestra la prueba de Tukey de la altura de planta para la fuente de variación Testigo vs Resto.

Figura 4

Prueba de Tukey para la variable altura de planta, en la fuente de variación Testigo vs Resto.



En la figura 4 se observa la diferencia estadística de la altura de planta entre el testigo y el resto de tratamientos, donde muestra la mayor altura de planta con 80 cm en el resto de tratamientos, mientras que el testigo alcanzó solo 66 cm.

Cabe recalcar que no hubo un 100% de uniformidad en la altura de plántulas al momento del trasplante, esto afectó de alguna manera el manejo del ensayo.

Número de días a la floración

Tabla 16

*Análisis de varianza de la variable número de días a la floración al evaluar el efecto de la fertilización foliar con un lactofermento enriquecido en minerales (NPK) sobre el cultivo de ají (*Capsicum annum* L.) en el trópico húmedo.*

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculada	p-valor
Bloque	0,15	2	0,08	0,03	0,9747 ns
Tratamiento	232,31	12	19,36	6,47	0,0001 **
Dosis	115	3	38,33	12,82	<0,0001 **
Frecuencia	29,56	2	14,78	4,94	0,0159 *
Dosis x Frecuencia	7,33	6	1,22	0,41	0,8663 ns
TESTIGO vs RESTO	80,42	1	80,42	26,86	<0,0001 **
Error	71,85	24	2,99		
Total	304,31	38			
Coeficiente de variación	2,72				

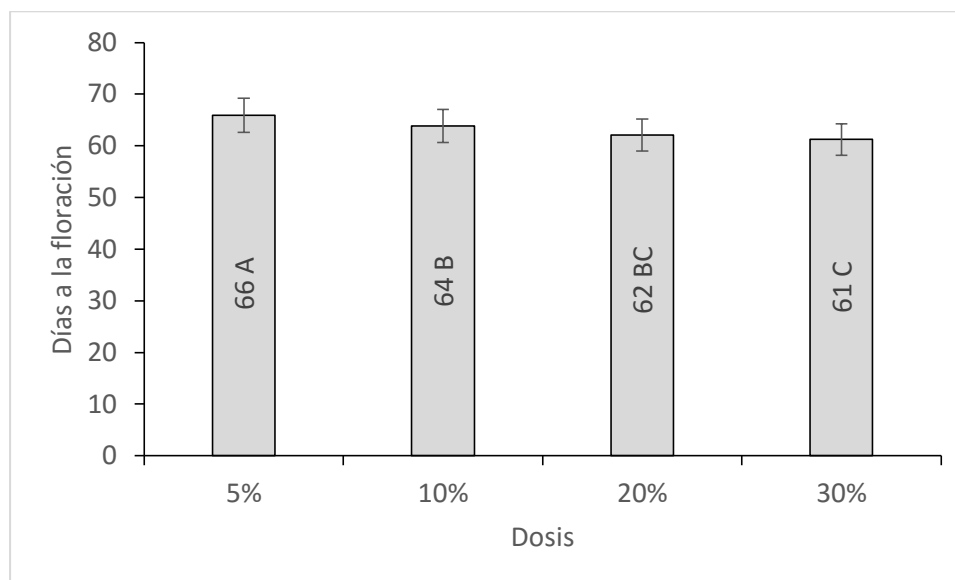
La tabla 16 muestra que en la variable número de días a la floración existe diferencia estadística a un nivel de 5% de significancia en las fuentes de variación Tratamiento con un p-valor de 0,0001, Dosis con un p-valor de <0,0001, Frecuencia con un p-valor de 0,0159 y Testigo vs Resto con un p-valor de <0,0001, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa. Mientras que las fuentes de variación Bloque y Dosis x Frecuencia no mostraron diferencia estadísticamente significativa.

El coeficiente de variación de 2,72% demuestran la confiabilidad de los datos.

A continuación, se presenta la prueba de Tukey del número de días a la floración para la fuente de variación Dosis.

Figura 5

Prueba de Tukey para la variable número de días a la floración, en la fuente de variación Dosis.



En la figura 5 se aprecia la prueba de Tukey para la variable número de días a la floración en donde indica que la dosis al 30% presentó la mejor respuesta con 61 días, seguido de la dosis al 20% con 62 días, la dosis al 10% con 64 días y por último la dosis al 5% que tardó más en florecer con 66 días.

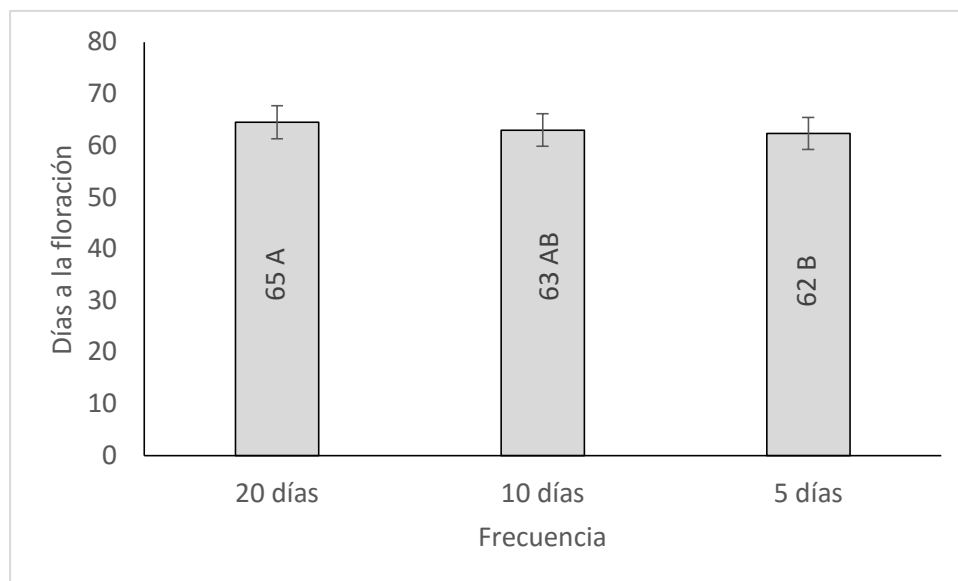
Según (González, y otros, 2004) ají habanero florece entre los 50 y 60 días, coincide con (Muñoz, 2017) donde menciona que el ají habanero rojo florece a los 55 días posteriores al trasplante. Lo cual indica que el tratamiento con dosis al 30% es el que más se asemeja al rango óptimo, mientras que los demás tratamientos tuvieron retraso en iniciar la floración.

A continuación, se presenta la prueba de Tukey del número de días a la floración para la fuente de variación Frecuencia.

Figura 6

Prueba de Tukey para la variable número de días a la floración, en la fuente de variación

Frecuencia.

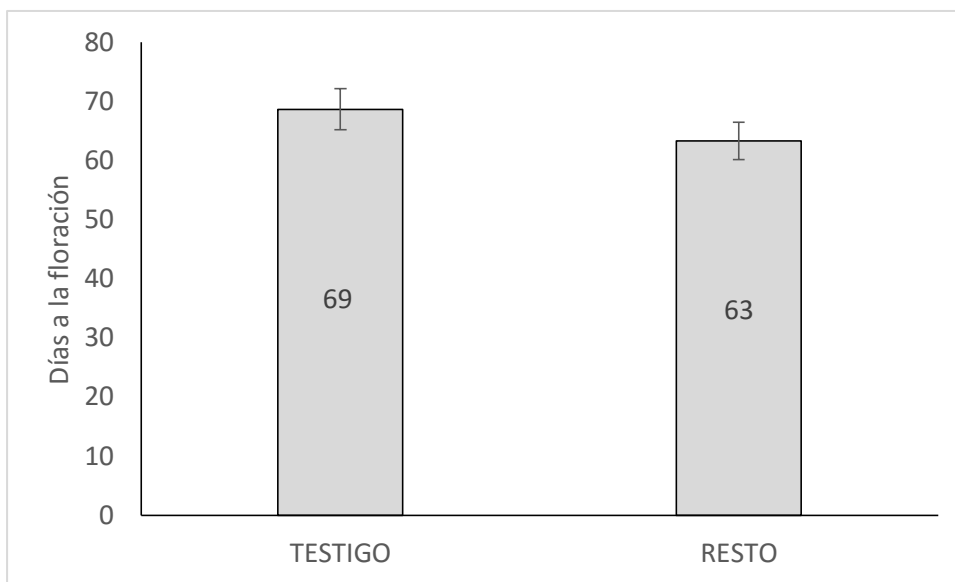


En la figura 6 se aprecia la prueba de Tukey para la variable número de días a la floración en donde indica que el mejor tratamiento se da aplicando el lactofermento cada 5 días brindando 62 días a la primera floración, seguido de las aplicaciones cada 10 días con 63 días a la floración y por ultimo las aplicaciones cada 20 días que dieron como resultado 65 días a la floración.

A continuación, se presenta la prueba de Tukey del número de días a la floración para la fuente de variación Testigo vs Resto.

Figura 7

Prueba de Tukey para la variable número de días a la floración, en la fuente de variación Testigo vs Resto.



En la figura 7 se observa la diferencia estadística del número de días a la floración entre el testigo y el resto de tratamientos, donde muestra que al aplicar el resto de tratamientos el resultado fue mejor ya que presentó 63 días a la floración, mientras que en el testigo se retrasa a 69 días la floración.

Número de días a la primera cosecha

Tabla 17

*Análisis de varianza de la variable número de días a la primera cosecha al evaluar el efecto de la fertilización foliar con un lactofermento enriquecido en minerales (NPK) sobre el cultivo de ají (*Capsicum annum* L.) en el trópico húmedo.*

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculada	p-valor
Bloque	5,59	2	2,79	0,12	0,8845 ns
Tratamiento	1505,33	12	125,44	5,54	0,0002 **
Dosis	894,89	3	298,3	13,16	0,00003 **
Frecuencia	300,17	2	150,08	6,62	0,00512 **
Dosis x Frecuencia	102,28	6	17,05	0,75	0,61367 ns
TESTIGO vs RESTO	208	1	208	9,18	0,0058 **
Error	543,74	24	22,66		
Total	2054,67	38			
Coefficiente de variación	4,24				

La tabla 17 muestra que en la variable número de días a la primera cosecha existe diferencia estadística a un nivel de 5% de significancia en las fuentes de variación Tratamiento con un p-valor de 0,0002, Dosis con un p-valor de 0,00003, Frecuencia con un p-valor de 0,00512 y Testigo vs Resto con un p-valor de 0,0058, por lo que se acepta la hipótesis alternativa. Mientras que las fuentes de variación Bloque y Dosis x Frecuencia no mostraron diferencia estadísticamente significativa.

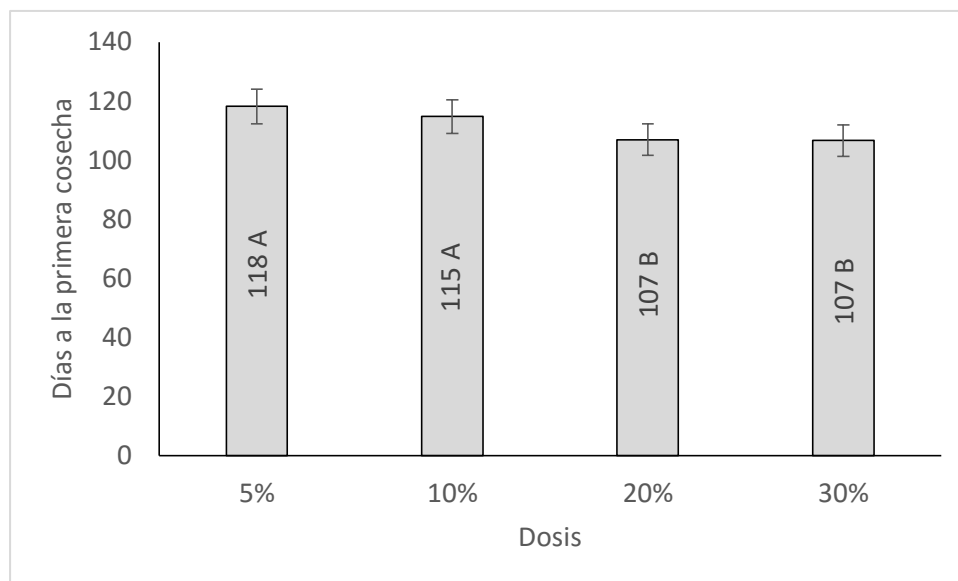
El coeficiente de variación de 4,24% demuestra la confiabilidad de los datos.

A continuación, se presenta la prueba de Tukey del número de días a la primera cosecha para la fuente de variación Dosis.

Figura 8

Prueba de Tukey para la variable número de días a la primera cosecha, en la fuente de variación

Dosis.



En la figura 8 se aprecia la prueba de Tukey para la variable número de días a la primera cosecha en donde indica que las mejores dosis son al 20% y 30% con 107 días a la primera cosecha, seguido de la dosis al 10% con 115 días y por último la dosis al 5% que extiende la primera cosecha a 118 días.

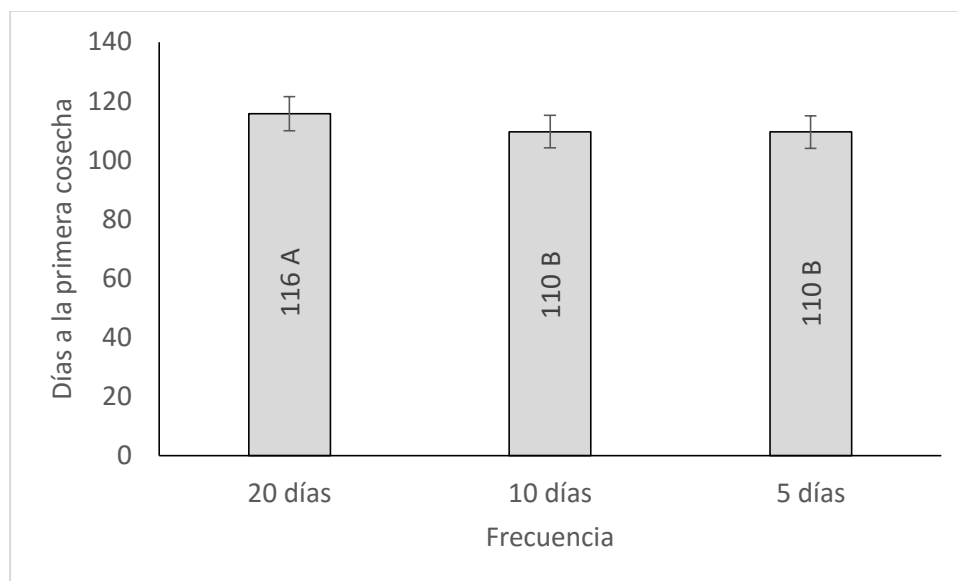
Estos resultados fueron mejores a los obtenidos por (Muñoz, 2017) que en su investigación evaluó distanciamientos de siembra en donde cosechó habanero rojo a los 125 días posteriores al trasplante. Lo que se le atribuye a que el lactofermento a más de poseer nutrientes en su composición, actúa como un bioestimulante gracias a los microorganismos benéficos que posee.

A continuación, se presenta la prueba de Tukey del número de días a la primera cosecha para la fuente de variación Frecuencia.

Figura 9

Prueba de Tukey para la variable número de días a la primera cosecha, en la fuente de variación

Frecuencia.

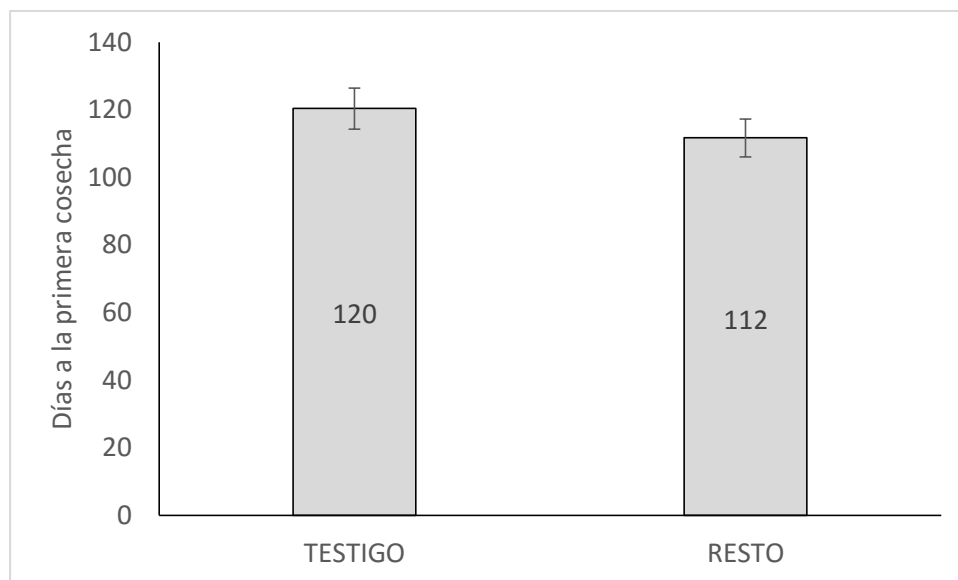


En la figura 9 se aprecia la prueba de Tukey para la variable número de días a la primera cosecha en donde indica que los mejores resultados se dan aplicando los tratamientos cada 5 y 10 días obteniendo 110 días a la primera cosecha comparado con la frecuencia de 20 días que atrasa la primera cosecha hasta los 116 días.

A continuación, se presenta la prueba de Tukey del número de días a la primera cosecha para la fuente de variación Testigo vs Resto.

Figura 10

Prueba de Tukey para la variable número de días a la primera cosecha, en la fuente de variación Testigo vs Resto.



En la figura 10 se observa la diferencia estadística del número de días a la primera cosecha entre el testigo y el resto de tratamientos, donde indica que al aplicar el resto de tratamientos se obtiene la primera cosecha a los 112 días, mientras que al no aplicar estos tratamientos la primera cosecha se extiende hasta los 120 días.

Según (Vera R. , 2011) la primera cosecha de ají habanero se realiza a los 120 días en promedio. Lo cual coincide con el testigo de esta investigación, mientras que al aplicar el lactofermento en el resto de tratamientos la cosecha se acelera a 112 días en promedio. Cabe recalcar que al haber aplicado oxiclورو de cobre antes de la floración esta se retrasó, aun así la cosecha fue precoz demostrando la eficacia de los tratamientos aplicados.

Peso del fruto

Tabla 18

*Análisis de varianza de la variable peso del fruto al evaluar el efecto de la fertilización foliar con un lactofermento enriquecido en minerales (NPK) sobre el cultivo de ají (*Capsicum annuum* L.) en el trópico húmedo.*

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculada	p-valor
Bloque	0,08	2	0,04	0,3	0,7461 ns
Tratamiento	30,87	12	2,57	19,92	<0,0001 **
Dosis	11,36	3	3,79	29,15	0,0000 **
Frecuencia	7,28	2	3,64	28	0,0000 **
Dosis x Frecuencia	0,82	6	0,14	1,08	0,4037 ns
TESTIGO vs RESTO	11,41	1	11,41	88,37	<0,0001 **
Error	3,1	24	0,13		
Total	34,04	38			
Coefficiente de variación	4,92				

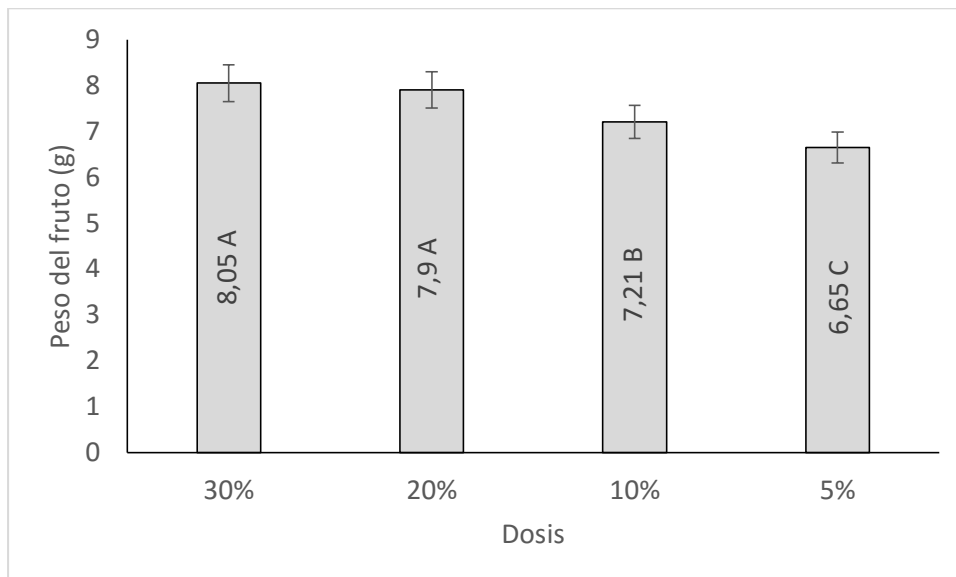
La tabla 18 muestra que en la variable peso del fruto existe diferencia estadística a un nivel de 5% de significancia en las fuentes de variación Tratamiento con un p-valor de <0,0001, Dosis con un p-valor de 0,0000, Frecuencia con un p-valor de 0,0000 y Testigo vs Resto con un p-valor de <0,0001, por lo que se acepta la hipótesis alternativa. Mientras que las fuentes de variación Bloque y Dosis x Frecuencia no mostraron diferencia estadísticamente significativa.

El coeficiente de variación de 4,92% demuestran la confiabilidad de los datos.

A continuación, se presenta la prueba de Tukey del peso del fruto para la fuente de variación Dosis.

Figura 11

Prueba de Tukey para la variable peso del fruto, en la fuente de variación Dosis.



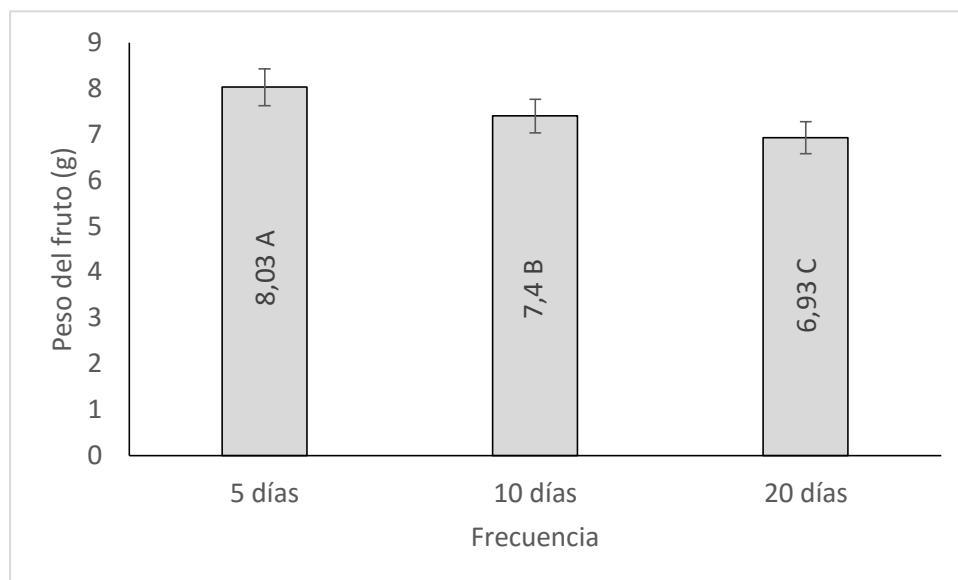
En la figura 11 se aprecia la prueba de Tukey para la variable peso del fruto en donde indica que la mejor respuesta se obtiene al aplicar dosis al 30% y 20% con peso de fruta de 8,05 g y 7,9 g respectivamente, comparado con las dosis al 10% y 5% con peso de fruta más bajo, de 7,21 g y 6,65 g respectivamente.

(Marcial, 2016) al evaluar tres fechas de siembra fertilizando con 10 aplicaciones de fertirriego, menciona que en las primeras cosechas obtuvo frutos de primera calidad (mayor a 10 g) y de segunda calidad (7,5 a 9,9 g). Resultados que se asemejan a esta investigación en las dosis al 20% y 30% con peso de fruta de 8,05 g y 7,9 g respectivamente que corresponden al rango de segunda calidad, mientras que las dosis al 5% y 10% mostraron frutos de tercera calidad.

A continuación, se presenta la prueba de Tukey del peso de fruto para la fuente de variación Frecuencia.

Figura 12

Prueba de Tukey para la variable peso de fruto, en la fuente de variación Frecuencia.

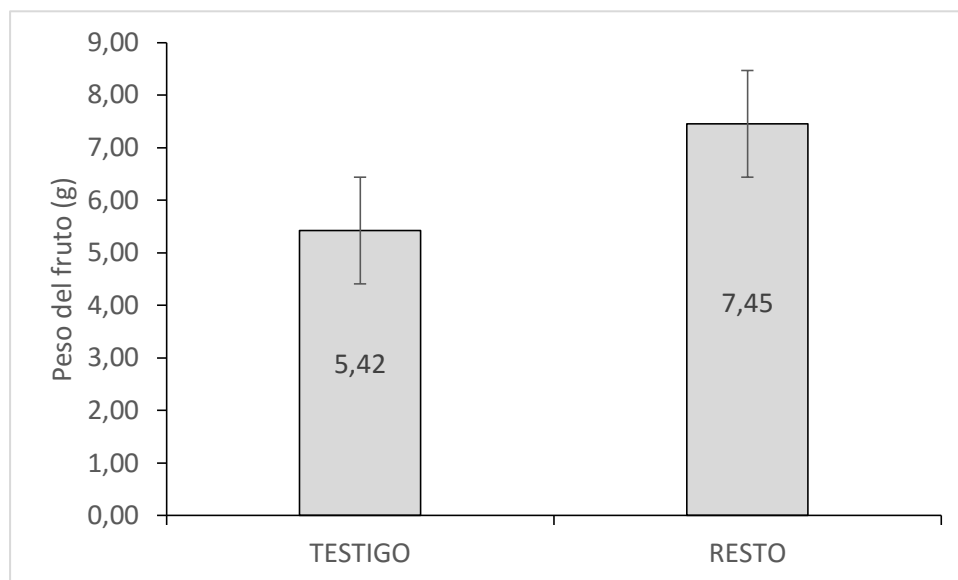


En la figura 12 se aprecia la prueba de Tukey para la variable peso de fruto en donde indica que el mejor resultado se presenta al aplicar el producto cada 5 días obteniendo un promedio de 8,03 g/fruto, seguido de la frecuencia de 10 días obteniendo 7,4 g/fruto y por último la frecuencia cada 20 días con la que se obtuvo 6,93 g/fruto.

A continuación, se presenta la prueba de Tukey del peso de fruto para la fuente de variación Testigo vs Resto.

Figura 13

Prueba de Tukey para la variable peso de fruto, en la fuente de variación Testigo vs Resto.



En la figura 13 se observa la diferencia estadística del peso del fruto entre el testigo y el resto de tratamientos, donde indica que se obtiene una mejor respuesta aplicando el resto de tratamientos con un promedio de 7,45 g/fruto, comparado con el testigo que presentó 5,42 g/fruto.

Al aplicar los tratamientos se obtiene un peso similar al que obtuvo (Rangel, 2016) donde muestra en promedio 7,63 g por fruto al evaluar espaciamientos de siembra y fertilizando con fertirriego. Caso contrario sucede con el testigo de esta investigación que brindó un peso promedio menor.

Análisis económico

Tabla 19

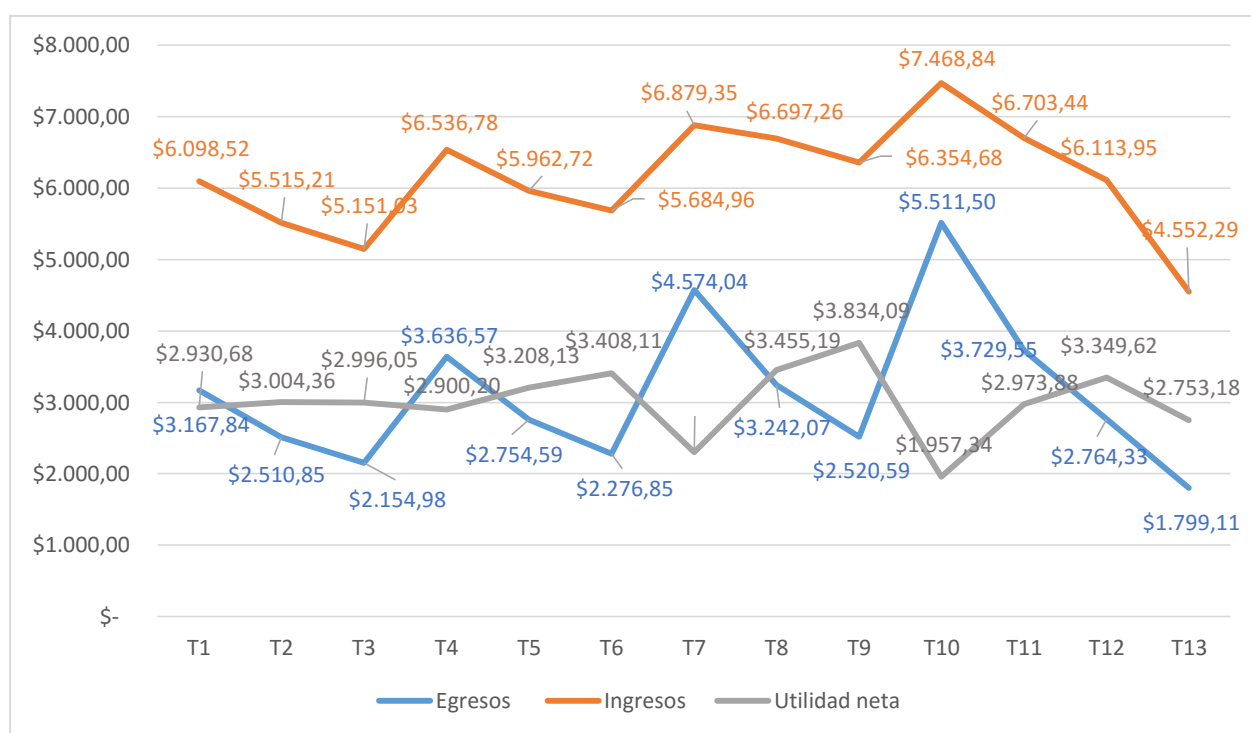
Análisis económico de los tratamientos proyectados a 1 ha de ají con 16 666 plantas.

Descripción	Tratamientos												
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13
Plántulas (16 666)	\$ 499,98	\$ 499,98	\$ 499,98	\$ 499,98	\$ 499,98	\$ 499,98	\$ 499,98	\$ 499,98	\$ 499,98	\$ 499,98	\$ 499,98	\$ 499,98	\$ 499,98
Lactofermento	\$ 468,73	\$ 243,74	\$ 121,87	\$ 937,46	\$ 487,48	\$ 243,74	\$ 1.874,93	\$ 974,96	\$ 487,48	\$ 2.812,39	\$ 1.462,44	\$ 731,22	\$ -
Recursos físicos	\$ 903,13	\$ 903,13	\$ 903,13	\$ 903,13	\$ 903,13	\$ 903,13	\$ 903,13	\$ 903,13	\$ 903,13	\$ 903,13	\$ 903,13	\$ 903,13	\$ 903,13
Recursos humanos	\$ 1.296,00	\$ 864,00	\$ 630,00	\$ 1.296,00	\$ 864,00	\$ 630,00	\$ 1.296,00	\$ 864,00	\$ 630,00	\$ 1.296,00	\$ 864,00	\$ 630,00	\$ 396,00
Total egresos/ha	\$ 3.167,84	\$ 2.510,85	\$ 2.154,98	\$ 3.636,57	\$ 2.754,59	\$ 2.276,85	\$ 4.574,04	\$ 3.242,07	\$ 2.520,59	\$ 5.511,50	\$ 3.729,55	\$ 2.764,33	\$ 1.799,11
Fruta para venta en 6 meses de cosecha (kg)	12197,0	11030,4	10302,1	13073,6	11925,4	11369,9	13758,7	13394,5	12709,4	14937,7	13406,9	12227,9	9104,6
Total ingresos	\$ 6.098,52	\$ 5.515,21	\$ 5.151,03	\$ 6.536,78	\$ 5.962,72	\$ 5.684,96	\$ 6.879,35	\$ 6.697,26	\$ 6.354,68	\$ 7.468,84	\$ 6.703,44	\$ 6.113,95	\$ 4.552,29
Utilidad neta	\$ 2.930,68	\$ 3.004,36	\$ 2.996,05	\$ 2.900,20	\$ 3.208,13	\$ 3.408,11	\$ 2.305,32	\$ 3.455,19	\$ 3.834,09	\$ 1.957,34	\$ 2.973,88	\$ 3.349,62	\$ 2.753,18
Relación beneficio/costo	1,9	2,2	2,4	1,8	2,2	2,5	1,5	2,1	2,5	1,4	1,8	2,2	2,5

En la tabla 19 se observa el análisis económico de los tratamientos aplicados, en donde indica que los egresos de los tratamientos varían entre \$ 1.799,11 que fue el testigo, y \$ 5.511,50 que se utilizó en el T10, de igual manera los ingresos varían entre \$ 4.552,29 en el testigo y \$ 7.468,84 en el T10. Para el cálculo de ingresos totales se hizo una estimación de producción durante 6 meses de cosecha. Cabe recalcar que para el cálculo de recursos humanos se trabajó con un valor de \$ 18 el jornal.

Figura 14

Costos, ingresos y utilidad neta de los tratamientos aplicados.



En la figura 14 se observa que el tratamiento más rentable es el T9 con una utilidad neta de \$3.834,09 por hectárea y una relación beneficio/costo de 2,5, seguido por el T6 y T13 con utilidad neta de \$ 3.408,11 y \$ 2.753,18 respectivamente siendo la relación beneficio/costo igual que en el T9 con 2,5. Mientras que el tratamiento menos rentable es el T10 con una utilidad neta de \$ 1.957,34 por hectárea y una relación beneficio/costo de 1,4.

Capítulo V

Conclusiones

- El uso de lactofermentos enriquecidos con minerales como N P K influyen en la altura de planta, el número de días a la floración, número de días a la cosecha y peso del fruto del ají habanero.
- La dosis al 30% de lactofermento genera plantas de mayor tamaño y vigor con promedios de 83,78 cm a los 90 días, esto a más de acelerar el ciclo productivo del cultivo permite cosechar desde los 107 días, obteniéndose frutos de 8,05 gramos de peso.
- La frecuencia de aplicación del lactofermento influye en todas las variables evaluadas, brindan mejor resultado con las aplicaciones cada 5 días se obtiene plantas de 82,33 cm de altura a los 90 días, la mayor cantidad de fruta durante los 2 primeros meses de cosecha fueron el T10 y T7 con 29,04 y 26,75 kg respectivamente.
- En el análisis económico el tratamiento más rentable es el T9 ya que permite obtener \$ 2,5 dólares por cada dólar invertido en la producción de ají habanero en el trópico húmedo. Aunque la utilidad neta del T6 y T13 sea inferior a la del T9, estos también presentaron una relación beneficio/costo de \$ 2,5. Contradictoriamente el T10 que presentó la mejor respuesta agronómica en el cultivo, es el menos rentable debido a que necesitó de mayor inversión.
- En los tratamientos con dosis bajas (5% y 10%) y mayor frecuencia (20 días) se presentó rajadura de frutos al entrar en estado madurez fisiológica en una parte de la producción, esto se atribuye a la debilidad que presentaron estas plantas a los golpes de agua de la época lluviosa en el trópico húmedo y el desbalance de cationes que producen un déficit de calcio en las paredes celulares denominado Cracking. El 5% de frutas que presentaron esta fisiopatía fueron infestados por hongos y bacterias causantes de pudrición.

Recomendaciones

- Utilizar la dosis al 20% cada 20 días para garantizar una producción rentable de ají habanero.
- Al realizar otras investigaciones en este cultivo hay que considerar la calidad de la semilla para llevar a campo plántulas de calidad y uniformes.
- Establecer un plan de aplicaciones de fungicidas preventivos para evitar que las enfermedades interfieran en los resultados, la aplicación de insecticidas debe ser muy localizada y sin el uso de insecticidas neonicotinoides para no afectar la vida de polinizadores.
- Realizar esta investigación bajo invernadero y con la adición del sistema de fertirriego para evaluar también la respuesta de los microorganismos presentes en estos suelos a la acción de los biofermentos.

Capítulo VI

Bibliografía

- Arellano, S. (Junio de 2017). *El ají, patrimonio alimentario de América y la universalidad de su uso*.
Obtenido de https://dugi-doc.udg.edu/bitstream/handle/10256/14781/ArellanoGuerronSoniaLorena_Treball.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bermeo, M. (2015). *DETERMINACIÓN DEL PERÍODO CRÍTICO DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE AJÍ, EN EL CANTÓN BUENA FÉ, EN LA PARROQUIA PATRICIA PILAR*.
- Carmona, I. (Junio de 2013). *Situación global de especias y condimentos: una oportunidad para el ají procesado picante*. Obtenido de Agrimundo: <http://www.agrimundo.gob.cl/wp-content/uploads/REPORTE-FINAL-APROBADO.pdf>
- CIL. (2017). *BASES CONVOCATORIA AL RETODE INNOVACIÓN ABIERTA “ALTERNATIVAS UTILIZACIÓN DE SUERO DE LECHE*. Obtenido de <http://www.bancodeideas.gob.ec/files/archivo/BASES%20DESAFIO%20SUERO%20DE%20LECHE%20170620190617150043.pdf>
- Criollo, D. (2016). *Estudio de factibilidad para la creación de una microempresa de producción y comercialización de productos lácteos, ubicada en el cantón Mejía, provincia de Pichincha*. Quito.
- Criollo, H., Cortés, L., & Josa, L. (2005). *FERTILIZACIÓN FOLIAR CON MEA BOUTIQUE (Orín de cuy) EN EL CULTIVO DEL ROSAL (Rosasp.) EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA, REPÚBLICA DEL ECUADOR*. Pichincha - Ecuador.
- Díaz, R. (2016). *PLAN DE NEGOCIOS PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA DEDICADA A LA ELABORACION Y COMERCIALIZACIÓN EN QUITO DE LAS SALSAS DE AJÍ TÍPICAS DEL ECUADOR*. QUITO - ECUADOR.
- Dominguez, D. (29 de Octubre de 2018). *Como hacer Lactofermentos [FERTILIZANTES FERMENTADOS]*. Obtenido de <https://estoesagricultura.com/lactofermentos/#micro>

- FAO. (2019). *Portal lácteo*. Obtenido de <http://www.fao.org/dairy-production-products/production/es/>
- Fernández, V., Brown, P., & Sotiropoulos, T. (2015). *Fertilización Foliar: Principios Científicos y Prácticas de Campo*. Oakland - Estados Unidos.
- González, T., Casanova, C., Gutiérrez, L., Torres, L., Contreras, F., & Peraza, S. (2004). *Chiles cultivados en Yucatán*.
- Guapás, M. (2013). *RESPUESTA DE LA ESPINACA (Spinacea oleracea) A LA FERTILIZACIÓN FOLIAR COMPLEMENTARIA CON TRES BIOFERMENTOS. PUEMBO, PICHINCHA*. Quito.
- Guerrón, J. (2015). *RESPUESTA DEL SUELO Y DEL CULTIVO DE TOMATE HORTÍCOLA (Lycopersicon esculentum) A LA APLICACIÓN DE LACTOFERMENTOS ENRIQUECIDOS*. Cevallos.
- Hernández, M., & Vélez, J. (Mayo de 2015). *SUERO DE LECHE Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ALIMENTOS FUNCIONALES*. PUEBLA - MÉXICO.
- Lema, N. (2018). *El AJI, VARIEDADES, TECNICAS Y USOS APLICADOS A LA COCINA MODERNA ECUATORIANA*.
- Marcial, L. (Julio de 2016). *CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE CHILE HABANERO (Capsicum chinense Jacq.) BAJO TRES FECHAS DE SIEMBRA EN LA COMARCA LAGUNERA*.
- Martínez, A. (2015). *Requerimientos nutricionales del ají Capsicum annumL. y su relación con rendimiento bajo condiciones ambientales de Palmira, Valle del Cauca*. Palmira - Colombia.
- Mejía, F. (2013). *Aislamiento y Caracterización Físicoquímica de la Capsaicina de Tres Variedades de Ají*. Quito-Ecuador.
- Meléndez, G., & Molina, E. (2002). *Fertilización foliar: Principios y aplicaciones*. Costa Rica.
- Montes, N. (2019). *Kristalón verde*. Obtenido de <https://www.navarromontes.com/agricultura/301-kristalon-verde-181818.html>

- Moreno, A. (2015). *RESPUESTA DEL CULTIVO DE PIMIENTO (Capsicum annumL.) VAR. NATHALIE BAJO INVERNADERO A LA APLICACIÓN FOLIAR COMPLEMENTARIA CON TRES TIPOS DE LACTOFERMENTOS*. Quito.
- Muñoz, L. (2017). *Comportamiento agronómico de dos variedades de Ají (Capsicum annuum y Capsicum chinenses), sometido a tres distanciamientos de siembra, en la zona de Babahoyo*.
- Núñez, M. (2013). *EFFECTO DE TRES DOSIS DE ESTIÉRCOL DE BOVINO EN TRES ESPECIES DE AJÍ TABASCO (Capsicum frutescens) HABANERO (Capsicum chinense) Y JALAPEÑO (Capsicum annum), BAJO LAS CONDICIONES AGROCLIMATÍCAS DE LA PARROQUIA MATRIZ DEL CANTÓN LA MANÁ*. La Maná.
- Pacheco, F. (Septiembre de 2016). *LACTOFERMENTOS Una alternativa en la producción de abonos orgánicos líquidos fermentados*. Obtenido de <http://www.rapaluruaguay.org/organicos/articulos/Lactofermentos.pdf>
- Pazmiño, L. (2012). *EVALUACIÓN DEL FERTILIZANTE FOLIAR QUIMIFOL EN EL CULTIVO DE COL (Brassica oleracea var. Capitata) C.V. GLORIA*. Cevallos - Ecuador.
- Pino, M. D. (2018). *CULTIVO Y MANEJO DEL PIMIENTO (Capsicum annum L.)*. Buenos Aires - Argentina.
- PROAJÍ. (2010). *Uso de Buenas prácticas agrícolas para acceder a mercados de exportación*. Obtenido de <http://portal.uasb.edu.ec/UserFiles/385/File/AJI.pdf>
- Rangel, L. (Julio de 2016). *CRECIMIENTO DE CHILE HABANERO (Capsicum chinense Jacq.) BAJO DIFERENTE ESPACIAMIENTO ENTRE HILERAS EN LA COMARCA LAGUNERA*.
- Robalino, H. (2011). *EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD BIOLÓGICA Y NUTRICIONAL DEL BIOL EN DIFERENTES FORMULACIONES Y LA RESPUESTA A SU APLICACIÓN EN CULTIVOS DE ARROZ (Oriza sativa) Y MAÍZ (Zae mays), EN GUAYAS. GUAYAQUIL - ECUADOR*. Guayaquil - Ecuador.

- Solís, J. (2015). *RESPUESTA DEL SUELO Y DEL CULTIVO DE FRESA (Fragaria x ananassa) A LA APLICACIÓN DE LACTOFERMENTOS ENRIQUECIDOS EN EL SECTOR QUEROCHACA CANTÓN CEVALLOS*. Cevallos.
- Suquilanda, M. (22 de Octubre de 2018). *Lactofermentos, fitorreguladores en agricultura*. Obtenido de <http://www.ruralprimicias.com.ar/sitio/2018/10/22/lactofermentos-fitorreguladores-en-agricultura/>
- TELEAMAZONAS. (Mayo de 2019). *Producción de ají*. Obtenido de <http://www.teleamazonas.com/2019/05/produccion-de-aji/>
- Torres, H. (2014). *PROYECTO DE FACTIBILIDAD PARA EL CULTIVO DE AJÍ DE TABASCO EN LA PROVINCIA DE SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS*. Quito.
- Vélez, L. (2015). *RESPUESTA DEL AJÍ ESCABECHE (Capsicum baccatum L.) A CUATRO DOSIS DIFERENTES DE FERTILIZANTES EN LA GRANJA EXPERIMENTAL SANTA INÉS. MACHALA - ECUADOR*.
- Vera, C. (2015). *NIVELES DE FERTILIZACIÓN QUÍMICA EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE AJÍ (Capsicum frutescens)*. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/jspui/bitstream/43000/1475/1/T-UTEQ-0110.pdf>
- Vera, R. (2011). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA PRODUCCIÓN DE CINCO HECTAREAS DE AJÍ HABANERO (Capsicum Frutescens) EN SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS*.
- Villacís, J. (2014). *EVALUACIÓN DE CINCO DOSIS DE CONCENTRADO NATURAL DE ACCIÓN DESESTRESANTE CON MÁXIMO FUNCIONAMIENTO (ADMF) EN PIMIENTO (Capsicum annumL.)*. Guayaquil - Ecuador.
- Villarreal, B. (2017). *DESARROLLO EN PLANTA PILOTO DE UNA BEBIDA DE LACTO SUERO Y FRUTA NATURAL PARA ADULTOS MAYORES. MONTERREY - MÉXICO*.