

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

Tema: “Alternativas de biofertilización para el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) cv. Superchola, con el empleo de microorganismos en el cantón Huaca provincia del Carchi.”

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingeniera en Agropecuaria

AUTORA: Chulde Santander Mishell Anahí

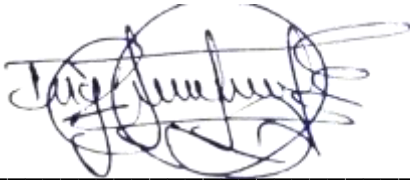
TUTOR: Ing. Mora Quilismal Segundo Ramiro MSc.

Tulcán, 2022

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que la estudiante Chulde Santander Mishell Anahí, con el número de cédula 100477959-9 respectivamente ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: “Alternativas de biofertilización para el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum L.*) cv. Superchola, con el empleo de microorganismos en el cantón Huaca provincia del Carchi”.

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.



Ing. Mora Quilismal Segundo Ramiro MSc.

TUTOR

Tulcán, septiembre de 2022

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniera en la Carrera de agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Chulde Santander Mishell Anahí con cédula de identidad número 100477959-9 respectivamente declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



Chulde Santander Mishell Anahí

AUTORA

Tulcán, septiembre de 2022

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo Chulde Santander Mishell Anahí declaro ser autora de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: “Alternativas de biofertilización para el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) cv. Superchola, con el empleo de microorganismos en el cantón Huaca provincia del Carchi” y se exime expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Chulde Santander Mishell Anahí

AUTORA

Tulcán, septiembre de 2022

AGRADECIMIENTO

A Dios, por guiarme por el buen camino.

A mis padres, hermanos y familiares por su ayuda durante mi formación profesional.

A mi esposo, quien me impulsa para cada día salir adelante juntos.

A mis compañeras Ely, Stefy y Gaby, por su bonita amistad.

Al Ing. Ramiro Mora MSc, tutor de mi investigación quien estuvo allí para despejar mis dudas durante el transcurso de la investigación.

DEDICATORIA

A mis padres, Armando Chulde y Ruth Santander que me brindaron soporte para seguir adelante con mis estudios.

A mis hermanos y familia que con su impulso moral y emocional logré conseguir mis metas.

A mi esposo David y mis suegros por sus palabras de aliento.

A mis queridas amigas Judy y Paz, quienes estuvieron ahí siempre que lo necesitaba.

A todos los docentes de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, quienes compartieron sus conocimientos para formarme como una profesional.

ÍNDICE

RESUMEN	11
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	13
I. PROBLEMA	15
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.3. JUSTIFICACIÓN	16
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	17
1.4.1. Objetivo General	17
1.4.2. Objetivos Específicos	17
1.4.3. Preguntas de Investigación	17
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	18
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	18
2.2. MARCO TEÓRICO	19
2.2.1. CULTIVO DE LA PAPA	19
2.2.1.1. Origen	19
2.2.1.2. Clasificación taxonómica	19
2.2.1.3. Morfología	19
2.2.1.4. Etapas fenológicas del cultivo de papa	20
2.2.1.5. Requerimientos climáticos.....	21
2.2.1.6. Importancia	22
2.2.1.7. Manejo del cultivo	22
2.2.1.8. Variedad superchola	23
2.2.1.9. Valor nutricional SP	23
2.2.1.10. Requerimientos del cultivo de papa.....	23
2.2.1.11. Principales plagas y enfermedades	24

2.2.1.12. Biofertilizantes	25
2.2.1.13. Microorganismos solubilizadores de fosforo	26
2.2.1.14. Vermicompost.....	26
2.2.1.15. Micorrizas autóctonas.....	27
2.2.1.16. Micorrizas comerciales (Safer Micorrizas)	28
2.2.1.17. Bacterias solubilizadoras de fósforo (BSF)	29
2.2.1.18. Fertilización química NPK.....	30
2.2.1.19. Suelos andisoles	31
2.2.1.20. Comercialización de la papa en Carchi.....	31
III. METODOLOGÍA.....	32
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	32
3.1.1. Enfoque.....	32
3.1.2. Tipo de Investigación.....	32
3.2. HIPÓTESIS	33
3.2.1. Hipótesis Afirmativa (Ha)	33
3.2.2. Hipótesis Nula (Ho)	33
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	34
3.4. Métodos utilizados	36
3.4.1. Localización del experimento	36
3.4.2. Superficie del ensayo	36
3.4.3. Descripción y caracterización del experimento	36
3.4.4. Características del ensayo	36
3.4.5. Tratamientos	37
3.4.6. Distribución de los tratamientos.....	37
3.4.7. Población y muestra	38
3.4.8. Variables evaluadas	38
3.4.9. Análisis Estadístico.....	39

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
4.1. RESULTADOS.....	40
4.1.1. Porcentaje promedio de plantas emergidas 35 días post siembra.....	40
4.1.2. Altura de la planta en cm a los 40, 60 y 80 dds	41
4.1.3. Diámetro de tallo	42
4.1.4. Número de tallos	43
4.1.5. Número de tubérculos categoría primera	44
4.1.6. Número de tubérculos categoría segunda.....	45
4.1.7. Número de tubérculos categoría tercera	46
4.1.8. Número total de tubérculos	47
4.1.9. Peso en cosecha categoría primera	48
4.1.10. Peso en cosecha categoría segunda	49
4.1.11. Peso en cosecha categoría tercera	50
4.1.12. Peso total en cosecha	51
4.1.13. Relación costo-beneficio	52
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
5.1. CONCLUSIONES	53
5.2. RECOMENDACIONES	53
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
VII. ANEXOS.....	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación del cultivo de la papa	19
Tabla 2. Recomendación de fertilización para el cultivo de papa.....	24
Tabla 3. Composición del vermicompost	27
Tabla 4. Recuento de esporas e identificación de microorganismos.....	28
Tabla 5. Composición de Safer Micorrizas	29
Tabla 6. Composición de fosfotíc.....	30
Tabla 7. Composición de nitrógeno, fósforo y potasio	31
Tabla 8. Operacionalización de variables	34
Tabla 9. Características del ensayo.....	37
Tabla 10. Tratamientos.....	37
Tabla 11. Representación del análisis de varianza	39
Tabla 12. Análisis de varianza de la emergencia de la planta en % a los 30 dds	40
Tabla 13. Prueba de Tukey para la variable emergencia de la planta en % a los 30 dds	40
Tabla 14. Análisis de varianza para la variable altura en cm de la planta en cm	41
Tabla 15. Prueba de Tukey para la variable altura de la planta en cm a los 40, 60 y 80 dds	42
Tabla 16. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallos	42
Tabla 17. Prueba de Tukey para la variable de diámetro de tallos en cm a los 40, 60 y 80 dds	43
Tabla 18. Análisis de varianza para la variable número de tallos.....	43
Tabla 19. Prueba de Tukey para la variable de número de tallos a los 40, 60 y 80 dds	44
Tabla 20. Análisis de varianza del número de tubérculos categoría primera	44
Tabla 21. Prueba de Tukey para la variable de número de tubérculos de primera categoría a los 180 dds	45
Tabla 22. Análisis de varianza del número de tubérculos categoría segunda.....	45
Tabla 23. Prueba de Tukey para la variable de número de tubérculos de segunda categoría a los 180 dds	46
Tabla 24. Análisis de varianza del número de tubérculos categoría tercera	46
Tabla 25. Prueba de Tukey para la variable de número de tubérculos de tercera categoría a los 180 dds	47
Tabla 26. Análisis de varianza del número total de tubérculos	47

Tabla 27. Prueba de Tukey para la variable de número total de tubérculos a los 180 dds	48
Tabla 28. Análisis de varianza del peso en cosecha categoría primera	48
Tabla 29. Prueba de Tukey de la variable de peso en cosecha de primera categoría	49
Tabla 30. Análisis de varianza del peso en cosecha categoría segunda	49
Tabla 31. Prueba de Tukey de la variable de peso en cosecha de segunda categoría	50
Tabla 32. Análisis de varianza del peso en cosecha categoría tercera	50
Tabla 33. Prueba de Tukey de la variable de peso en cosecha de tercera categoría	51
Tabla 34. Análisis de varianza del peso total en cosecha	51
Tabla 35. Prueba de Tukey para la variable peso total en cosecha de la categoría: primera, segunda y tercera	52
Tabla 36. Relación costo-beneficio de cada tratamiento	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Distribución de los tratamientos	38
-------------------------------------------------	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC	60
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas	61
Anexo 3 Costos de producción	63
Anexo 4 Costos de los tratamientos	64
Anexo 5 Análisis de suelo	65
Anexo 6 Preparación del terreno y elaboración de surcos	66
Anexo 7 Colocación de letreros	66
Anexo 8 Aplicación de vermicompost y micorrizas.	66
Anexo 9 Selección de semilla y siembra	67
Anexo 10 Labores culturales (deshierbe y aporque)	67
Anexo 11 Recolección de datos	67
Anexo 12 Cosecha y clasificación de tubérculos.....	68
Anexo 13 Pesaje de tubérculos.....	68

RESUMEN

Esta investigación se la llevó a cabo en el año 2021 en el Centro Experimental "San Francisco" con el objetivo de evaluar las alternativas de biofertilización para el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) cv. Superchola, con el empleo de microorganismos en el cantón Huaca provincia del Carchi, los insumos que se utilizó fueron: vermicompost, micorrizas autóctonas, (micorrizas comerciales + 25%NPK), bacterias solubilizadores de fósforo y un testigo 100% químico. En el experimento se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 5 tratamientos y 4 repeticiones. Las variables evaluadas en esta investigación fueron: emergencia de la planta (%), número de tallos (u), diámetro de tallos (cm), altura de la planta (cm), número de tubérculos (u) y peso de los tubérculos (kg) clasificados por categoría. Para el análisis estadístico se utilizó el programa Statistix 8.0 para el análisis de varianza $p < 0.05$ y la prueba de Tukey al 5%. Conforme a la realización de esta investigación se identificó que el tratamiento T1 (Vermicompost) en el cultivo de papa presentó el rendimiento más alto con 38.94 t ha^{-1} . Se demuestra que el uso de vermicompost es una alternativa factible para así mejorar y estimular el desarrollo de la planta, convirtiéndose así este tratamiento en una opción sustentable para mejorar las propiedades biológicas del suelo.

Palabras claves: biofertilización, microorganismos solubilizadores de fósforo, vermicompost, micorrizas.

ABSTRACT

This research was carried out in 2021 at "San Francisco" Experimental Center to evaluate biofertilization alternatives for the cultivation of potato (*Solanum tuberosum* L.) cv. Superchola, through the use of microorganisms in the Huaca canton, Carchi province. The supplies considered for this research were: vermicompost, autochthonous mycorrhizae (commercial mycorrhizae + 25% NPK), phosphorus-solubilizing bacteria, and a 100% chemical control. In the experiment, a Completely Randomized Block Design (CRBD) with 5 treatments and 4 repetitions was used. The variables evaluated in this research were: plant emergence (%), number of stems (u), stem diameter (cm), plant height (cm), number of tubers (u), and weight of tubers (kg) classified by category. For the statistical analysis the Statistix 8.0 program was run; for the variance analysis, $p < 0.05$, and the Tukey test at 5%. As this research was carried out, it was identified that the T1 treatment (Vermicompost) presented the highest yield with 38.94 t ha^{-1} in the potato crop. In conclusion, the use of vermicompost is a feasible alternative to improve and stimulate the development of the plant, therefore, this treatment turns into a sustainable option to improve the biological properties of the soil.

Key words: biofertilization, phosphorous-solubilizing microorganisms, vermicompost, mycorrhizae.

INTRODUCCIÓN

Existe una gran variedad genética de papa (*Solanum tuberosum L.*), la cual se encuentra ubicada en las tierras altas de los Andes de América del Sur, se descubrió tubérculos a los cuales los indígenas los denominaron como “papas”, el primer descubrimiento se dio en la parte alta del Valle del Cuzco, Perú y posterior a ello en Quito, Ecuador. En cuanto a la domesticación de la papa se la realizó en los alrededores del Lago Titicaca, existe cierta evidencia arqueológica la cual demuestra que varias culturas antiguas como son la: Inca, Tiahuanaco, Nazca y Mochica cultivaron papa. (Vizcaíno, 2017)

Las especies que son conocidas dentro del género *Solanum* son aproximadamente 2.000, de las cuales entre 160 y 180 forman tubérculos, sin embargo, únicamente ocho de estas especies son comestibles. En el año de 1994 el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) realizó una colección de papas que ya son cultivadas en el Ecuador y logro encontrar más de 400 tipos diferentes entre especies indígenas y phureja. Pero en nuestro país se siembran 30 cultivares de los cuales las variedades INIAP-Gabriela y Superchola son las que representan más de la mitad del área sembrada en territorio ecuatoriano. (Vizcaíno, 2017)

La superficie total del cultivo de papa cosechada a nivel nacional en el año 2020 fue de 19.7 miles de hectáreas, el cultivo se encuentra principalmente en la región sierra en las siguientes provincias: Carchi, Chimborazo y Tungurahua entre estas logran sumar el 56.7% de la superficie total que fue cosechada y la provincia que alcanzó una mayor producción en ese año fue la provincia del Carchi contando con una producción nacional del 46.0% (INEC, 2021)

Durante el paso de los años la papa para los pequeños productores agrícolas sigue siendo un cultivo el cual lo consideran como tradicional, la provincia del Carchi se caracteriza debido a que es una zona agrícola, ya que el 47% de su población económicamente activa se dedica a las actividades que tienen que ver con el área agrícola, siendo así esta su fuente principal de ingresos económicos para cientos de familias de la zona del Carchi. (Montenegro, 2013)

La papa (*Solanum tuberosum L.*), es uno de los cultivos con mayor importancia en la región interandina, llegando a constituir así una de las fuentes con mayor índice

nutricional esto se debe a su contenido de carbohidratos y de proteínas el cual es incluso más alto que los cereales, raíces, entre otros. De igual manera es de gran importancia económica e incluso ha llegado a ser el cultivo que más extensiones de tierra a ocupado en nuestro territorio. (Suquilanda, 2007)

I. PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los agricultores, realizan el uso inadecuado de los agroquímicos en todos los cultivos de la zona, el desconocimiento y manejo técnico en la producción de papa ha hecho que se degraden los suelos, se contamine el ambiente y se encarezca las producciones con bajos rendimientos. (Recalde et al., 2019)

La inclusión de nuevas alternativas de producción a base de microorganismos benéficos en el cultivo de papa en la provincia del Carchi es muy baja debido a que los agricultores mantienen ciertos criterios tradicionales acerca de la fertilización química y el manejo del cultivo. (Almeida, 2014)

Los suelos andinos del Ecuador especialmente en la provincia del Carchi, en su mayoría Andisoles y con topografía irregular, presentan problemas en las producciones agrícolas por tener la característica de retener fósforo, disminuyendo los rendimientos en las producciones de papa y con altos costos. (Pumisacho & Sherwood, 2002)

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Los suelos andisoles del Carchi, poseen una gran cantidad de fijación de fósforo a pesar de la existencia de biofertilizantes solubilizadores de fósforo, pero no se ha logrado tener éxito debido a la falta de conocimiento por parte de los agricultores que la mayoría desconoce de nuevas alternativas.

1.3. JUSTIFICACIÓN

En la provincia del Carchi, con el empleo de microorganismos solubilizadores de fósforo para los suelos Andisoles harán disponible este nutriente para mejorar las producciones de papa y así poder adquirir un mejor rendimiento en el cultivo, una reducción en los costos y por ende plantear nuevas alternativas de fertilización para dicho cultivo. (Almeida, 2014)

Los agricultores, productores del cultivo de papa, realizando un uso apropiado de los agroquímicos con nuevas alternativas de microorganismos, mediante un previo conocimiento y manejo técnico adecuado en la producción de papa, se evita la degradación del suelo, la contaminación del ambiente y por ende se incrementaría el rendimiento en la producción.

Mediante la inclusión de nuevas alternativas de producción a base de microorganismos benéficos tales como vermicompost, micorrizas autóctonas, micorrizas comerciales, bacterias solubilizadoras de fósforo, en el cultivo de papa en la provincia del Carchi, los agricultores pueden manejar de una manera tecnificada la producción y que esta se haga sostenible.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Evaluar alternativas de biofertilización para el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) cv. Superchola, con el empleo de microorganismos en el cantón Huaca provincia del Carchi

1.4.2. Objetivos Específicos

- Evaluar el efecto de los biofertilizantes en combinación con la fertilización fosfórica sobre el desarrollo y producción del cultivo de la papa cv. Superchola.
- Determinar el efecto de combinaciones de fertilización con microorganismos solubilizadores de fósforo sobre el desarrollo y el rendimiento agrícola del cultivo de la papa cv. Superchola.
- Valorar el efecto económico de nuevas alternativas de producción en comparación con la fertilización mineral.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Cuál fue el efecto de la combinación de los biofertilizantes con la fertilización fosfórica?
- ¿Qué efectos producirán en el cultivo de papa Superchola el uso de microorganismos solubilizadores de fósforo?
- ¿Existirá alguna variante en cuanto al aspecto económico entre los tratamientos evaluados?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

(Puetate, 2019), en la UPEC investigó: “Alternativas de fertilización para el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) con el empleo de micorrizas, microorganismos solubilizadores de fósforo y biol de producción local en El Ejido, Montúfar, Carchi”, menciona que según los estudios realizados en la investigación las nuevas alternativas de biofertilización pueden constituir opciones viables en el cultivo de papa variedad Superchola, ya que estos promueven un mejor desarrollo foliar, solubilización y aprovechamiento de minerales, convirtiéndose así en una opción sustentable y determinó que el tratamiento tres (T3) con 100% NPK + Safer-micorriza presentó el rendimiento más alto con 45,16 t ha⁻¹.

(Mora, 2018), en la UPEC, investigó: “Alternativas de bio-fertilización sobre indicadores morfológicos y productivos de *Solanum tuberosum* L. en Andisoles del Carchi Ecuador”, en la cual menciona que la utilización de alternativas de bio-fertilización son posibles en suelos andisoles, demostrando que el mejor tratamiento, fue la combinación de fertilización mineral más Fosfotíc (BSF) con 595,32 gr/planta, contribuyendo a la inoculación de dichos microorganismos para el suelo, mejorando el rendimiento en condiciones controladas bajo invernadero.

(Almeida, 2014), en la UPEC investigó: “Efecto de formulaciones biológicas (micorrizas y activadores biológicos) y formulación química (omega 3, 6, 9 más extracto de algas marinas y silicio) en el aprovechamiento del fósforo no soluble del suelo, por parte del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) Variedad Superchola”, manifestando que la aplicación de formulaciones biológicas (micorrizas y activadores biológicos) tiene un efecto positivo en cuanto al rendimiento de tubérculos y la absorción de nutrientes. Se concluye que el T2 (activadores biológicos) con valores de 55,625 kg/ha⁻¹ logró ser el mejor.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. CULTIVO DE LA PAPA

2.2.1.1. Origen

El origen de la papa data desde el año 8000 a.C., cerca del lago Titicaca, ubicado a 3800 metros, en el cual existen alrededor de 200 especies de papas silvestres y es ahí donde los agricultores llegaron a producir una especie de papa con el fin de que sea resistente a las heladas. (FAO, 2018)

2.2.1.2. Clasificación taxonómica

Tabla 1. Clasificación del cultivo de la papa

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Género	Solanum L
Especie	Tuberosum

Fuente: (Vizcaino, 2017)

2.2.1.3. Morfología

- Tubérculo: es la porción apical del tallo que crece, almacena la reserva y la utiliza como semilla para la reproducción.
- Raíces: el sistema radicular de la papa es fibroso y ramificado, y estas son las responsables de la absorción del agua para la planta.
- Tallo: los tallos principales son los que nacen de los brotes de los tubérculos, los tallos considerados como secundarios nacen de las yemas subterráneas de los tallos principales y poseen estolones denominados tallos subterráneos.
- Hojas: posee hojas compuestas y pinnadas, las primeras hojas poseen un aspecto simple y estas son alternas, las hojas de una planta ya adulta son compuestas e imparipinada.

- Flores: estas crecen en ramos, son terminales y bisexuales, sus colores varían desde el color blanco al color morado y estas son las encargadas de la reproducción sexual.
- Frutos: cuando se encuentra ya maduro es una baya de forma redonda u ovalada, su color va desde un verde amarillo hasta violeta y su tamaño es de alrededor de 5cm de diámetro. (Taimal, 2019)

2.2.1.4. Etapas fenológicas del cultivo de papa

El cultivo de papa pasa por varias fases o etapas las cuales van desde el almacenaje del tubérculo hasta la instancia de la cosecha, durante dicho periodo vegetativo es necesario contar con buenas acciones de manejo. Las etapas fenológicas están divididas en fase vegetativa, fase reproductiva y la maduración.

Fase vegetativa I

- V0 Brotación de semilla
Los tubérculos se hallan en estado de dormancia y posterior a ello empezará la emergencia de las yemas de los tubérculos esto dura de 2 a 3 meses, luego la papa ya estará lista para ser sembrada, los tubérculos denominados como listos deberán tener por lo menos 3 brotes cortos y fuertes y deberán tener una longitud de 0.5 a 1 cm.
- V1 Emergencia
En las semillas asexuales o tubérculos los brotes pueden emerger a partir desde los 10 a 30 días esto ya dependerá de la variedad y de 8 a 10 días si la semilla es sexual. Para su desarrollo en el campo se debe contar con las condiciones óptimas de temperatura y humedad en el suelo. (Román & Hurtado, 2002)
- V2 Desarrollo
Durante los 50 y 90 días ya existe la presencia del desarrollo foliar y raíces de manera simultánea, durante este periodo lo recomendable es fertilizar y también realizar el rascadillo.
- V3 Inicio de floración y tuberización
La floración nos indica que la semilla ya empieza a desarrollar los estolones o la tuberización, esta etapa se da a los tres meses y medio y llega a su fin a los

cuatro meses y es muy importante la existencia de la humedad adecuada porque la planta ya entra a la producción y es recomendable realizar controles fitosanitarios. (Pumisacho & Velásquez, 2009)

Fase reproductiva II

- R4 Fin de floración y tuberización

Todos los botones florales ya han reventado, la floración finaliza entre los 90 y 120 días esto ya dependerá según la variedad de papa, en la tuberización los estolones han formado tubérculos y por ello ya da paso al engrose, este periodo oscila entre los 137 a 151 días. (Pumisacho & Velásquez, 2009)

- R5 Engrose

Los tubérculos se desarrollan hasta alcanzar su mayor tamaño, además, acumula nutrientes, agua y carbohidratos esto producto de la fotosíntesis, cuya etapa va desde los 127 a 151 días. (López, 2011)

Fase de maduración

- R6 Maduración y cosecha

El cambio periódico de color de las hojas se debe a la disminución de la actividad fotosintética, se secan y mueren, mientras que el contenido de la materia seca de los tubérculos alcanza su mayor acumulación. (Bouzo, 2009)

2.2.1.5. Requerimientos climáticos

Para el cultivo de la papa, el mayor reto es la temperatura, ya que si esta llega a ser inferior a 10 °C y superior a 30 °C afectara de una manera irreversible en el desarrollo del cultivo, la temperatura óptima para una mejor producción es desde los 17 a 23 °C, mientras que la temperatura del suelo apropiada para el desarrollo debe ser de 10 a 16 °C durante la noche y de 16 a 22 °C en el día. Las bajas temperaturas de los suelos durante el crecimiento vegetativo del cultivo disminuyen el crecimiento y el desarrollo de raíces, además de la asimilación de nutrientes especialmente el fósforo. (INTAGRI, 2017)

2.2.1.6. Importancia

El cultivo de papa se encuentra entre una de las principales actividades agrícolas del país, la semilla de papa Superchola en el Ecuador en el año 2015 demostró un rendimiento promedio de 16.13 t/ha a nivel nacional, en la cual la provincia del Carchi alcanzo rendimientos superiores a la media nacional de 27.30 t/ha en ese ciclo. (Taimal, 2019)

2.2.1.7. Manejo del cultivo

- Análisis de suelo: se tomaron 20 muestras mediante el método de zigzag en diferentes partes del área experimental, para ser analizadas en el laboratorio “Labonort”, como se puede apreciar en el anexo 5.
- Elección y preparación del suelo: el terreno en donde se va a cultivar deberá estar bien aireado, mullido y sin la presencia de terrones, para así favorecer en la emergencia y a su vez en el desarrollo radicular, de igual manera deberá estar libre de plagas y se recomienda que se abone el suelo con abono orgánico debido a que mejora las condiciones físicas del suelo y por ende para el desarrollo de los tubérculos.
- Preparación del suelo: se debe realizar una labor profunda esta no debe ser menor a 25 cm, mediante aradas, rastras cruzadas y de ser posible incorporando materia orgánica.
- Siembra: se lo realiza a una distancia entre planta a planta de 0.50 m y de surco a surco a 1m y la semilla se la deberá tapar con una capa de tierra esta deberá ser de 5 a 10cm.
- Drenaje: esto ya dependerá del suelo, se deberá trazar zanjas para drenar el exceso de agua que pueda ocasionar daño al cultivo en la etapa de desarrollo y formación de los tubérculos.
- Aporque: esta técnica consiste en acumular tierra en la base del tallo de la planta para evitar que la planta tienda a virarse, el medio aporque se lo debe realizar a los 60 días después de la siembra y el aporque a los 90 días después de la siembra.
- Cosecha: se lo realiza a los 180 días después de la siembra, cuando la planta se encuentre en estado de senescencia presentando un color amarillento en la

planta y que su tallo sea quebradizo y observando que la piel de la papa no se desprenda. (Quiroz, 2019)

2.2.1.8. Variedad superchola

Quien generó esta variedad fue el señor Germán Batidas en la ciudad de San Gabriel provincia del Carchi, el clima para esta variedad es templado-frío y que cuente con una altitud de 2750 a 2950 msnm. Las características son que su cosecha es a los 180 días, su crecimiento es semierecta, tallo color verde con pigmentación purpura, hojas de color verde intenso y floración moderada. Es susceptible a la lancha (*Phytophthora infestans*), medianamente resistente a la roya (*Puccinia pittieriana*) y tolerante al nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*). Como recomendaciones se menciona que se debe hacer uso de semilla de alta calidad sanitaria y fisiológica. (Cáceres & Gonzáles, 2015)

2.2.1.9. Valor nutricional SP

La papa posee micronutriente, cuenta con cierta cantidad de hierro, pero se debe tener en cuenta que el gran contenido de vitamina C es la que fomenta la absorción de dicho mineral, este tubérculo posee vitaminas como: B1, B3 y B6 entre otros minerales como lo son el potasio, magnesio y fósforo, también cuenta con folato, riboflavina y ácido pantoténico. (Super, 2017)

2.2.1.10. Requerimientos del cultivo de papa

Los requerimientos de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) dentro del cultivo de papa son necesarias en grandes cantidades. El nitrógeno (N) es un nutriente importante para el cultivo este se relaciona con las variables componentes del rendimiento como el número de tallos, peso de los tubérculos y en la biomasa aérea de la planta. Si se da la sobre fertilización nitrogenada se llegara a producir vástagos de gran tamaño de color verde oscuro y de una apariencia saludable, sin embargo, contaría con raíces ausentes y tubérculos de un tamaño pequeño. (Pumisacho & Sherwood, 2002)

El fósforo (P) es un elemento requerido en la producción de papa, se relaciona con la transferencia de energía, es un elemento importante durante el periodo del desarrollo de la planta y de igual manera en la tuberización. Sus funciones se asocian a la

síntesis de hidratos de carbono e intervienen en la maduración y el tamaño de los tubérculos. La escasez del fósforo (P) impide que los tubérculos lleguen a su madurez fisiológica y pueden presentar manchas pardo rojizas en el interior del tubérculo ocasionando así una baja densidad de tubérculos. El potasio (K) es requerido en altas cantidades y comúnmente se encuentra concentrado en las hojas y en los tubérculos, es un elemento de gran importancia durante todo el metabolismo de la planta, desempeña el papel esencial de la traslocación de azúcares y almidón hacia los tubérculos y así dando como resultado una mejoría en las cualidades culinarias y de igual manera este incide en el tamaño y la producción del tubérculo. (Koch et al., 2019)

Tabla 2. Recomendación de fertilización para el cultivo de papa

Análisis de suelo	N	P₂O₅	K₂O	S
	(kg ha ⁻¹)			
Bajo	150 – 200	300 – 400	100 – 150	20 – 30
Medio	100 – 150	200 – 300	60 – 100	10 – 20
Alto	050 – 100	100 – 200	30 – 60	0 – 10

Fuente: (Valverde & Alvarado, 2009)

2.2.1.11. Principales plagas y enfermedades

Sin tener un control fitosanitario adecuado se podría acabar con el cultivo de papa en muy poco tiempo y a su vez disminuir el rendimiento.

Plagas

- **Gusano blanco (*Premnotrypes vorax*):** esta es una de las plagas consideradas como una de las más importantes en nuestro país tiene mayor incidencia en la parte alta de la sierra, cuando esta plaga provoca un ataque de gravedad se puede perder todo el cultivo, las hembras ovipositan en el interior de los tallos. (Torres, Gallegos, et al., 2011)
- **Polilla de la papa o polilla de siempre (*Phthorimaea operculella*):** las larvas llegan a perforar las hojas, peciolos y los tallos lo que produce un debilitamiento de la planta y llegan a crear galerías en las hojas y a su vez perforan los brotes.(Bayer, 2019)
- **Mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*):** afecta principalmente al follaje por lo cual produce perdidas en el rendimiento del cultivo, por lo cual los agricultores de la provincia del Carchi dan a conocer que la mosca minadora

es una plaga de suma importancia para el cultivo de papa, en la etapa que mayor daño causan es en la maduración. (INIAP, 2005)

Enfermedades

- **Lancha, tizón tardío (*Phytophthora infestans*):** es una de las enfermedades que más daño causa en la papa, en sus hojas presenta manchas de color marrón oscuro en ciertos casos rodeados de un halo de color amarillo esto se da por lo general en las puntas y en los bordes de las hojas y también puede llegar a generar pérdidas inevitables en la producción. (Andrade-Piedra et al., 2005)
- **Tizón temprano (*Alternaria solani*):** esta enfermedad se desarrolla de una forma rápida sucede con mayor frecuencia en condiciones húmedas, sequía e incluso cuando hay la presencia de rocío. Esta enfermedad se presenta más en la etapa final del cultivo, su principal síntoma es las manchas circulares que son de un color marrón oscuro esto en las hojas.
- **Rizoctonia, costa negra (*Rhizoctonia solani*):** esta va en aumento en suelos con mayor humedad y fríos, afecta principalmente a los brotes de la semilla de la papa estos presentan lesiones en la base los cuales son de color marrón y cuando los ataques ya son demasiado excesivos se da la falta de nascencia. Si las plantas llegan a ser adultas presentan formación de tubérculos aéreos en la base de las hojas y estas se enrollan hacia arriba y se tornan de un color púrpura o también de color amarillento y en cuanto a los tubérculos que se vieron afectados por esta enfermedad se aprecia costras de color negro las cuales fácilmente pueden ser confundidas con tierra. (Trujillo & Perera, 2019)
- **Roya (*Puccinia*):** atacan principalmente a las hojas y tallo en el caso que no se la pueda controlar a tiempo puede llegar a causar daño en los tubérculos, esta enfermedad se propaga por el viento, mediante la diseminación de las esporas ya sea mediante la ropa del operador que se encuentre a cargo del cultivo o mediante los implementos que se utilizan en la labranza. (Vega & Juan, 1975)

2.2.1.12. Biofertilizantes

Los biofertilizantes son insumos a base de microorganismos benéficos principalmente bacterias y hongos que se encuentran en la naturaleza y éstos llegan a acrecentar el

suministro de nutrientes debido al trabajo que ejecuta en los ciclos biogeoquímicos tales como la fijación del nitrógeno atmosférico, mineralización de compuestos orgánicos, solubilización del fósforo entre otros. (Grageda, Díaz, Peña, & Vera, 2012)

Las ventajas que presentan los biofertilizantes son producciones a menor costo, protección del ambiente, también se da el aumento de la fertilidad y la biodiversidad del suelo. Los biofertilizantes son usados ampliamente en la agricultura orgánica y es recomendable poder aplicarlos en cultivos intensivos dentro del sistema tradicional, por el uso que se les da a estos se lo podría dividir en cuatro grandes grupos que son: fijadores de nitrógeno, solubilización de fósforo, captadores de fósforo y promotores de crecimiento vegetal, Mediante el empleo de biofertilizantes en el suelo podemos aumentar la disponibilidad de nutrientes para la planta. (Virgen & Molina, 2013)

2.2.1.13. Microorganismos solubilizadores de fosforo

Son los microorganismos que ejecutan el paso del fósforo de manera orgánica a inorgánica, formas insolubles a solubles, la transformación de fosfatos insolubles a que sean disponibles para las plantas se obtiene mediante procesos de: quelación que se forman quelatos de Ca, Mg y Fe y mediante los microorganismos que están presentes en el suelo este logra estabilizar el fósforo mineral y así lo hace soluble, reducción de hierro el Fe^{3+} se lo reduce a Fe^{2+} así este es más soluble por lo cual el fosfato de hierro se desestabiliza y se libera difosfato el cual ya es una forma disponible para las plantas y finalmente la producción de ácidos orgánicos los microorganismos producen y a su vez liberan algunos de estos compuestos los cuales reaccionan con aniones fosfato fijados para permitir su solubilización. (Virgen & Molina, 2013)

2.2.1.14. Vermicompost

El vermicompost es también conocido como humus de lombriz, es el resultado de la descomposición de la materia orgánica mediante una técnica denominada vermicompostaje, la cual consiste en un proceso de bio-oxidación y la estabilización de la materia orgánica mediante el empleo de lombrices de tierra y microorganismos, durante ese proceso la tierra llega a tornarse de un color más oscuro, con un olor agradable y suave al tacto. Una de las ventajas que presenta el vermicompost es que es un proceso menos laborioso debido a que las lombrices ayudan a mezclar,

fragmentar y airear los desechos orgánicos y presenta como desventaja el costo adicional que presenta la adquisición de lombrices para el proceso. (Fertibox, 2020)

El vermicompost atraviesa por un proceso de transformación de la materia orgánica en humus empleando para ello a la lombriz roja californiana *Eisenia foetida*, este proceso se lo realiza en camas en las cuales se ponen residuos orgánicos como un sustrato para las lombrices. Las materias orgánicas son transformadas mediante esta especie, cuando ingesta y excreta es un compost rico en nutrientes y en microorganismos, las camas deben contar con condiciones que sean óptimas para que sea más asimilable para las plantas los elementos minerales tales como el calcio, fósforo, potasio, magnesio y microelementos. (Garro, 2016)

Tabla 3. Composición del vermicompost

Vermicompost	
Conductividad eléctrica	dS/m=2.6
Acidez	pH=8.5
Relación C/N	25:1
Materia orgánica	35%
Nitrógeno	1.3%
Fósforo	0.36%
Potasio	3.6%
Dosis	220 g/planta

Fuente: (Agromundo, 2018)

2.2.1.15. Micorrizas autóctonas

Las micorrizas actúan como captadores de fósforo, estas penetran o se unen a las raíces para que así estas brinden los alimentos necesarios y así cumplan su ciclo de vida, se alimentan de exudados de las raíces ricas en azúcares, la incidencia de las micorrizas en el medio ayuda al sistema radical debido a que ayudan a la planta a tener una mejor absorción de nutrientes y agua también como defensa en contra de los patógenos. (Virgen & Molina, 2013)

Las endomicorrizas o también denominadas micorrizas arbusculares se definen por mantener asociaciones de beneficio el cual es mutuo entre los hongos (Phylum Glomeromycota) y el 80% de las raíces de plantas terrestres incluyendo a los cultivos

de mayor importancia (Adavi & Kalantari, 2014). Además, se debe tener en cuenta que las micorrizas arbusculares colonizan los tejidos radicales esto sucede durante el periodo de crecimiento activo de la planta. (SOSA RODRÍGUEZ et al., 2006)

En todos los ecosistemas, primordialmente en los áridos y semiáridos, la sequía es un periodo crítico en el cual las plantas experimentan una clase de estrés de competencia por el agua, por lo cual se ven obligadas a ajustar sus procesos fisiológicos para contrarrestar el estrés por el que están pasando. Existen especies micorrízicas nativas de regiones áridas y semiáridas que son una fuente potencial de inóculos para los cultivos comerciales en áreas agrícolas que cuenten con problemas de salinidad y carencia de agua, debido a que existen diferentes especies de hongos es recomendable analizar cada asociación para así saber si existe algún beneficio real en dicha interacción. (Harris-Valle et al., 2009)

Tabla 4. Recuento de esporas e identificación de microorganismos

	Microrganismos	Recuento
Hongos micorrízicos	Glomus sp.	6 x 10 ⁵ esporas/g
	Gigaspora sp.	4 x 10 ⁴ esporas/g
Baterías	Bacillus sp.	2 x 10 ² UFC/g
Hongos y levaduras	Rhizopus sp.	3 x 10 ² UFC/g
Fitopatógenos	---	---

Fuente: (Agrobiólogos, 2019)

2.2.1.16. Micorrizas comerciales (Safer Micorrizas)

El biofertilizante Safer-Micorrizas es un producto comercial con base de micorrizas arbusculares que han demostrado sus beneficios en cuanto al desarrollo radicular y productivo de las plantas. Contiene esporas, micelio y propágulos (raicillas colonizadas, micelio libre y esporas), las cuales facilitan el desarrollo y crecimiento de la planta al momento de establecer una simbiosis. Esto beneficia a los cultivos debido a que la absorción de nutrientes es más eficiente, tolerante a condiciones de estrés como la salinidad, toma de agua y protege también a las raíces contra el ataque de los hongos fitopatógenos radicales y nematodos. (Agrobiólogos, 2019)

La dosis adecuada recomendables en el cultivo de papa es de 10 g/sitio esto al instante de la siembra o del trasplante en campo, esto es un producto 100% natural a

base de hongos endomicorrizales que forman relaciones simbióticas con las raíces de las plantas, por lo cual, no provocan daños perjudiciales a otros seres vivos. (Agrobiológicos, n.d.)

Tabla 5. Composición de Safer Micorrizas

Safer Micorrizas	
Especies	Glomus fasciculatum, mosseae, manihotis, Scutellospora heterogama, Acaulospora rugosa y Entrophospora
Sustrato	Suelo libres de patógenos y muy bien desinfectado
pH	6.0-6.5
Porcentaje de humedad	14-18.6

Fuente: (Agrobiólogos, 2019)

2.2.1.17. Bacterias solubilizadoras de fósforo (BSF)

Las bacterias solubilizadoras de fósforo al cumplir su función llegan a favorecer el crecimiento vegetal (Vassilev et al., 2006). Varios microorganismos del suelo tienen la capacidad de transformar el (P) insoluble en formas asimilables para las plantas, entre ellos se encuentran las bacterias solubilizadoras de fósforo (BSF) las cuales constituyen una excelente alternativa para poder reducir la cantidad de fertilizantes aplicados en el cultivo, mediante la utilización de géneros bacterianos con mayor potencialidad de uso tales como *Pseudomonas* y *Bacillus* junto a aislados prometedores de *Azospirillum* y *Herbaspirillum* permitirán disminuir a un largo plazo el uso de productos químicos en el área agrícola, el éxito de los inoculantes bacterianos ya dependerá de la selección de las cepas autóctonas eficaces por su tipo de suelo, la capacidad de colonizar la rizófera y de poder mantener la actividad biológica. (Restrepo et al., 2017)

Los fosfatos insolubles son transformados por bacterias a formas solubles mediante la acción de varios mecanismos directos o a su vez indirectos. Entre los que se destacan están: a) la acción de ácidos orgánicos producidos por microorganismos, b) quelación de los elementos responsables de la insolubilidad de los fosfatos presentes y c) la asimilación directa de los fosfatos insolubles mediante organismos que lo acumulan en sus células y estos posteriormente los liberan. (Tandon & Roy, 2004)

Tabla 6. Composición de fosfotic

Fosfotic	
Compuesto por	Azotobacter vinelandi, Bacillus cereus, Bacillus licheniformis y Pseudomonas fluorescens.
Extracto de algas	20%
Ácidos Húmicos y Fúlvicos	20%
Hormonas naturales	10%
Dosis	5ml/litro

Fuente: (Ecuaplantas, s.f.)

2.2.1.18. Fertilización química NPK

Los elementos como lo son el Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K) ostentan un evidente efecto en la producción y se obtiene una respuesta positiva en la aplicación simultanea de estos elementos para lograr alcanzar un excelente desarrollo radicular y aéreo en su etapa de establecimiento (Pérez et al., 2008). El cultivo de papa tiene una alta demanda de disponibilidad de fósforo en el suelo, de igual manera en la época de crecimiento vegetativo requiere de nitrógeno y ya para el desarrollo y buena calidad de tubérculos se requiere de potasio debido a su activa participación en el transporte de los fotosintatos de las hojas. (Alvarado et al., 2009)

La fertilización en el cultivo de papa es una práctica es muy generalizada y a su vez variada en cuanto a las dosis, fuentes y las épocas de aplicación, en los suelos agrícolas se encuentran en la capacidad de proveer de los nutrimentos que sean requeridos por las plantas. Sin embargo, cuyas propiedades físicas, químicas, y biológicas logran que esta capacidad sea variable y varias veces es también limitada, las plantas necesitan de niveles nutricionales adecuados y que sean balanceados, por lo cual, es necesario suministrar fertilizantes. (Torres, Valverde, et al., 2011). El abono o fertilizantes NPK está formado por tres macronutrientes primarios los cuales son nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), dicho fertilizante puede ser sólido o líquido, es el más completo hablando nutricionalmente debido a que se aporta al cultivo a la planta en el mismo momento de aplicación de los tres macronutrientes. (Tarazona, 2019)

Tabla 7. Composición de nitrógeno, fósforo y potasio

	Retape 12-30-16	Aporque 13-00-30
Nitrógeno (N)	12%	13%
Fósforo (P ₂ O ₅)	30%	0%
Potasio (K ₂ O)	16%	30%
Magnesio (Mg)	1.6%	3%
Azufre (S)	1.9%	3.8%
Calcio (Ca)	1.4%	1.5%
Zinc (Zn)	0.3%	0.2%
Boro (B)	0.1%	0.3%

Fuente: (Agromundo, 2018)

2.2.1.19. Suelos andisoles

Los suelos Andisoles están desarrollados sobre materiales piroclásticos depositados por erupciones volcánicas cuya característica es la variedad de material parental debido a la naturaleza de los materiales expulsados en las erupciones. El origen de estos suelos se debe al rápido enfriamiento de los materiales expulsados que no permite la cristalización de los minerales con un alto grado de ordenación y como resultado se obtiene un material vítreo o vidrio volcánico amorfo. (Ramón et al., 2011)

Los Andisoles abarcan más de 124 millones de hectáreas, aproximadamente el 0.84% de la superficie de la tierra, a pesar de que este porcentaje no sea tan representativo es un recurso valioso e importante para los suelos agrícolas. En cuanto al patrón de distribución de los Andisoles sigue un sentido paralelo al Círculo de Fuego del Pacífico en el cual se concentran las zonas de actividad volcánica y tectónica a lo largo de la costa occidental de todo el continente americano y cerca del 60% de los Andisoles se sitúan en los países tropicales. (Sánchez Espinosa & Rubiano Sanabria, 2015)

2.2.1.20. Comercialización de la papa en Carchi

La comercialización de la papa en estado fresco se la realiza mediante un amplio número de intermediarios, esto se da entre el productor y el consumidor, sin embargo, esto ya dependerá de la escala de producción que tenga la finca y la zona en donde se encuentre. (Meneses, 2019)

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

El enfoque de la investigación a desarrollarse es de carácter cuali-cuantitativo:

Es cualitativo debido a que de forma visual se apreció el rendimiento por las tres categorías de rendimiento de cada tratamiento.

De igual manera es cuantitativo debido a que se tomó en cuenta las siguientes variables: emergencia de la planta en porcentaje, número de tallos, altura de la planta en centímetros y diámetro del tallo en centímetros, también el análisis económico costo/beneficio con la finalidad de poder verificar las alternativas de fertilización empleadas.

3.1.2. Tipo de Investigación

- **Campo**
La investigación se desarrolló en el cantón Huaca provincia del Carchi, a campo abierto.
- **Experimental**
Se hizo uso de un diseño experimental de Bloques Completamente al Azar (DBCA), para poder diferenciar los tratamientos que se aplicó mediante la prueba de Tukey al 5%.
- **Bibliográfica**
La información necesaria se obtuvo de libros, artículos científicos, informes realizados a nivel nacional e internacional, esta información recolectada ayudo para desarrollar la investigación.

3.2. HIPÓTESIS

3.2.1. Hipótesis Afirmativa (Ha)

Ha: Las alternativas de fertilización para el cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) cv. Superchola con el empleo de microorganismos en el cantón Huaca, aumenta el índice de producción.

3.2.2. Hipótesis Nula (Ho)

Ho: Las alternativas de fertilización para el cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) cv. Superchola con el empleo de microorganismos en el cantón Huaca, no aumenta el índice de producción.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 8. Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Técnicas
Variable independiente:	Micorrizas autóctonas	En la siembra, se colocó 10 gr/semilla	Inoculación manual suelo y semilla.
	Biofertilización	Micorrizas comerciales	Inoculación manual suelo y semilla
Fertilización química.	Fosfotíc	Se aplicó 25 cc/5L en las plantas en la siembra, retape, y aporque.	Fumigación
	Vermicompost	Se aplicó a la siembra 220 gr/semilla	Inoculación manual suelo.
	Fertilización química	En el (Testigo): al retape a los 20 días y deshierbe a los 50 días se aplicó 35.3gr/planta	Colocación manual por sitio
		En las (Micorrizas comerciales + 25% NPK) al retape y deshierbe se aplicó 10gr/planta+ 8.83gr/planta	
Variable dependiente:	Emergencia de plantas	A los 30 días se contó de manera manual las plantas emergidas para así determinar el porcentaje de emergencia.	Observación, conteo manual y registro
	Cultivo de papa	Se ejecutó a los 40, 60 y 80 días hasta la floración, identificando el tallo más alto y señalándolo con una cinta y mediante un flexómetro se procedió a medir desde la base del suelo hasta la yema apical en centímetros.	Observación, medición manual y registro
	Diámetro de tallo	Usando un calibrador se midió el diámetro del tallo a 2 cm del suelo, se realizó a los	Observación, medición manual y registro

Número de tallos	40, 60 y 80 días hasta la floración. Se realizó el conteo del número tallos de manera manual a los 40,60 y 80 días hasta la floración.	Observación, manual y registro
Clasificación de tubérculos	Se clasificó los tubérculos por calibre de (1ra, 2da, 3ra)	Observación y clasificación manual
Número de tubérculos por planta	Se contó los tubérculos por tratamiento y planta	Observación, manual y registro
Peso de tubérculos por planta	Ya clasificados se realizó el pesaje de acuerdo al calibre expresado en kilogramos	Observación, manual y registro
Análisis económico	Posterior a la cosecha y venta del producto se realizó el costo de producción por hectárea, calculando la utilidad neta de cada tratamiento y obteniendo el C/B.	C/B

3.4. Métodos utilizados

3.4.1. Localización del experimento

La investigación se la realizó en el cantón Huaca provincia de Carchi, Ecuador, esta es una zona andina con una alta producción de papa, con latitud de 0.634237, longitud de -77.724769, extensión de 76.32 km², con una temperatura promedio de 12°C y ubicada a una altura de 2820 m.s.n.m. (GADM San Pedro de Huaca, 2013)

3.4.2. Superficie del ensayo

El área del ensayo fue de 525 m², las dimensiones son de 21 metros de ancho x 25 metros de largo. El total de unidades experimentales fueron 20 cada una con una dimensión de (3m X 5m) 15 m².

3.4.3. Descripción y caracterización del experimento

La investigación se la realizó campo abierto, en el cual se hizo uso del diseño de bloques completamente al azar (DBCA), contando con cinco tratamientos y cuatro repeticiones en cada parcela experimental se contó con 30 plantas y se tomó 6 plantas centrales para ser evaluadas.

3.4.4. Características del ensayo

Las características que se darán en el ensayo se presentan en la tabla 9.

Tabla 9. Características del ensayo

Datos del experimento	Dimensiones
Número de tratamientos	5
Número de repeticiones	4
Área total del ensayo	525 m ²
Número de unidades experimentales	20
Área de la unidad experimental	15 m ²
Parcela neta	3 m ²
Distancia entre surcos	1 m ²
Distancia entre plantas	0,50 m
Distancia entre parcelas	1 m
Total de plantas por unidad	30
Total de plantas dl experimento	600

3.4.5. Tratamientos

Esta investigación estuvo conformada por 5 tratamientos que a continuación se describen en la tabla 10.

Tabla 10. Tratamientos

N°	Tratamientos	Descripción	Instancia
T0	Testigo 100% NPK	35.3 gr/planta	Retape y aporque
T1	Vermicompost	220gr/semilla	Siembra
T2	Micorrizas autóctonas	10 gr/semilla	Siembra
T3	(Micorrizas comerciales + 25% NPK)	10 gr/semilla + 8.83 gr/planta	Siembra
T4	Bacterias solubilizadoras de fosforo BSF (Fosfotic)	5cc/1L/planta	Siembra, retape y aporque

3.4.6. Distribución de los tratamientos

Se empleó el método (DBCA), cuya distribución se representa a continuación en la figura 1.

R1	T1R1	T4R1	T2R1	T3R1	T0R1
R2	T0R2	T3R2	T1R2	T4R2	T2R2
R3	T3R3	T2R3	T0R3	T1R3	T4R3
R4	T2R4	T1R4	T4R4	T0R4	T3R4

Figura 1 Distribución de los tratamientos

3.4.7. Población y muestra

Para la población se contó con 20 parcelas experimentales en un área de 300 m² con un total de 600 plantas.

La muestra se constituyó por 20 parcelas netas en un área de 60 m² con un total de 120 plantas.

3.4.8. Variables evaluadas

- **Porcentaje de emergencia de plantas (%):** se observó la germinación de las plantas de cada parcela a los 30 días posteriores a la siembra.
- **Altura de la planta (cm):** a los 40, 60 y 80 días después de la siembra, se realizó la toma de estos datos haciendo uso de una cinta para identificar el tallo más grueso y alto para medir la altura desde la base hasta el ápice de la planta con la ayuda de un flexómetro.
- **Número de tallos:** a los 40, 60 y 80 días después de la siembra, se realizó el conteo manual y se procedió a tomar apuntes en una libreta.
- **Diámetro de tallos (cm):** a los 40, 60 y 80 días después de la siembra, haciendo uso de un calibrador o pie de rey se identificó el mejor tallo midiendo a 2 cm del suelo para proceder con la toma de datos.
- **Rendimiento y peso de tubérculos por planta:** esto se lo realizó a los 180 días después de la siembra se realizó el conteo y pesaje de los tubérculos obtenidos de cada planta de todos los tratamientos haciendo uso de una balanza electrónica, fundas, costales, marcador, esfero y una libreta.
- **Análisis económico:** después de la cosecha se procedió con el costo de producción de cada tratamiento, se tomó en cuenta los egresos e ingresos

durante la investigación, los datos que se obtuvieron fueron representados en hectárea para así poder determinar que tratamiento tiene mejor rentabilidad.

3.4.9. Análisis Estadístico

En esta investigación se analizó las variables evaluadas mediante el programa Statistk 8.0, en el cual se empleó el análisis de varianza y la prueba de Tukey al 5% para medias.

Tabla 11. Representación del análisis de varianza

Fuentes de variación	Fórmula	Grados de libertad
Total	$Tr-1$	19
Tratamientos	$T-1$	4
Repeticiones	$r-1$	3
Error	$(T-1)(r-1)$	12

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Porcentaje promedio de plantas emergidas 35 días post siembra.

En la emergencia se realizó la toma de los datos logrando determinar que no existen diferencias significativas notables entre los tratamientos.

Tabla 12. Análisis de varianza de la emergencia de la planta en % a los 35 dds

Fuente	SC	GL	CM	F	P
Bloque	344.02	3	114.673		
Tratamiento	253.30	4	63.324	1.06	0.41 ns
Error	719.88	12	59.990		
Total	2162.59	19			
Media					87.16
CV (%)					8.89

Leyenda: GL= grados de libertad; SC= suma de cuadrados; CM= cuadrado medio; F= frecuencia; P= Grado de significancia; ns= no significativo; CV= Coeficiente de variación.

Los tratamientos no presentan diferencia significativa, sin embargo, es el T3 (Micorrizas Comerciales + 25% NPK) con 91.66 quien se encuentra en primer lugar y el T0 (Testigo 100%NPK) con 83.33 es el que menor incidencia obtuvo, concordando con (Chulde, 2019), que en su porcentaje de emergencia no presentan diferencias significativas pero su mejor tratamiento fue el T7 (100%NPK+extracto de algas) con un 95%.

Tabla 13. Prueba de Tukey al 5% para emergencia de la planta en % a los 35 dds

Tratamiento	35 dds	G.H
T3	91.66	A
T1	90.83	A
T4	86.66	A
T2	83.33	A
T0	83.33	A

Leyenda: dds= días después de la siembra; G.H= grupos homogéneos; T0= Testigo 100%NPK; T1= Vermicompost; T2= Micorrizas Autóctonas; T3= (Micorrizas Comerciales + 25%NPK); T4= Bacterias Solubilizadoras de Fósforo

4.1.2. Altura de la planta en cm a los 40, 60 y 80 dds

En la tabla 14, se logra observar el análisis de varianza de la altura de la planta, a los 40,60 días posteriores a la siembra, un valor de $p < 0,05$, nos indica que existieron diferencias estadísticas que fueron significativas a diferencia de los 80 días que no existe una variación de rangos entre tratamientos.

Tabla 14. Análisis de varianza para la variable altura en cm de la planta en cm

		40 dds	60 dds	80 dds
F.V.	G.L.	p-valor	p-valor	p-valor
Rep/Bloq	3			
Tratamiento	4	0.01**	0.03**	0.07ns
Error	112			
Total	119			
Media		16.71	32.55	47.88
C.V. (%)		47.17	45.50	44.78

Leyenda: FV= Fuente de variación; GL= Grados de libertad; p-valor= Grado de significancia; **= Significativo; ns = no significativo; C.V.= Coeficiente de Variación; dds = días después de la siembra.

Al obtener ya las diferencias estadísticas a los 40, 60 y 80 días, se realizó una prueba de comparación de Tukey al 5% (tabla 15) en las que se obtuvo:

A los 40 dds siendo T1 (Vermicompost) los que obtuvieron mayor desarrollo, con un promedio de 21.25 cm de altura, a la toma de datos de los 60 y 80 dds se observó que el T1 (Vermicompost) tuvo un gran avance en comparación a los demás tratamientos teniendo como resultado de las dos últimas tomas de datos los promedios de 39.50 y 56.87 respectivamente verificando así que mediante la aplicación de vermicompost se logró obtener buenos resultados en cuanto a la altura de la planta y el que menor significancia tuvo fue el T4 (Bacterias solubilizadoras de fósforo) con 40.66 a los 80 días después de la siembra, lo que se corrobora con (Luna-vega et al., 2016), quien menciona que mediante la utilización de abonos orgánicos en el suelo brinda más nutrientes a la planta.

Tabla 15. Prueba de Tukey al 5% para altura de la planta en cm a los 40, 60 y 80 dds

40 dds			60 dds			80 dds		
Tratamiento	Media	G.H.	Tratamiento	Media	G.H.	Tratamiento	Media	G.H.
T1	21.25	A	T1	39.50	A	T1	56.87	A
T3	17.41	AB	T2	34.37	AB	T3	50.20	A
T2	17.04	AB	T3	34	AB	T2	49.04	A
T0	14.27	B	T4	27.83	AB	T0	42.58	A
T4	13.58	B	T0	27.08	B	T4	40.66	A

Leyenda: dds= días después de la siembra, G.H.; Grupos Homogéneos; T0= Testigo 100%NPK, T1= Vermicompost, T2= Micorrizas Autóctonas, T3= (Micorrizas Comerciales + 25%NPK), T4= Bacterias Solubilizadoras de Fósforo

4.1.3. Diámetro de tallo

En la tabla 16, se logra apreciar el análisis de varianza que existió diferencia significativa a los 40 días después de la siembra, sin embargo, a los 60 y 80 días no presentaron diferencia significativa entre los tratamientos.

Tabla 16. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallos

		40 dds	60 dds	80 dds
F.V.	G.L.	p-valor	p-valor	p-valor
Rep/Bloq	3			
Tratamiento	4	0.01**	0.30 ns	0.09ns
Error	112			
Total	119			
Media		0.33	0.65	0.94
C.V. (%)		62.75	48.86	45.64

Leyenda: FV= Fuente de variación; GL= Grados de libertad; p-valor= Grado de significancia; **= Significativo; ns = no significativo; C.V.= Coeficiente de Variación; dds = días después de la siembra.

Una vez ya obtenidas las diferencias estadísticas a los 40, 60 y 80 días, se realizó una prueba de comparación de Tukey al 5% (Tabla 17) en las que se obtuvo.

A los 40 y 60 dds se obtuvo mejores resultados con el T0 obteniendo un promedio de 0,41 y 0,73 y al final en los 80 dds se obtuvo un cambio teniendo como mejor tratamiento al T3 con un promedio de 1,08 llegando a la conclusión que el uso de micorrizas comerciales más el 25% de NPK da un buen resultado para el diámetro del tallo de la planta y el de menor realce fue el T1 (Vermicompost) con 0.76 a los 80 dds,

junto con (Narváez, 2016), quien recalca que en cuanto a la toma de datos del diámetro del tallo no presento diferencias significativas en cuanto al diámetro de tallos por planta, pero su mejor tratamiento fue el T6 (tierra+compost+micorrizas).

Tabla 17. Prueba de Tukey al 5% para diámetro de tallos en cm a los 40, 60 y 80 dds

40 dds			60 dds			80 dds		
Tratamiento	Media	G.H.	Tratamiento	Media	G.H.	Tratamiento	Media	G.H.
T0	0.42	A	T0	0.73	A	T3	1.08	A
T3	0.39	A	T3	0.73	A	T0	1.02	A
T2	0.33	AB	T2	0.65	A	T2	0.97	A
T4	0.30	AB	T4	0.62	A	T4	0.88	A
T1	0.21	B	T1	0.56	A	T1	0.76	A

Leyenda: dds= días después de la siembra, G.H.; Grupos Homogéneos; T0= Testigo 100%NPK, T1= Vermicompost, T2= Micorrizas Autóctonas, T3= (Micorrizas Comerciales + 25%NPK), T4= Bacterias Solubilizadoras de Fósforo

4.1.4. Número de tallos

En la tabla 18, se logra apreciar el análisis de varianza que no existió diferencia significativa a los 40, 60 y 80 días después de la siembra entre los tratamientos.

Tabla 18. Análisis de varianza para la variable número de tallos

		40 dds	60 dds	80 dds
F.V.	G.L.	p-valor	p-valor	p-valor
Rep/Bloq	3			
Tratamiento	4	0.18ns	0.22ns	0.22ns
Error	111			
Total	118			
Media		1.75	2.73	2.73
C.V. (%)		48.47	43.81	43.81

Leyenda: FV= Fuente de variación; GL= Grados de libertad; p-valor= Grado de significancia; **= Significativo; ns = no significativo; C.V.= Coeficiente de Variación; dds = días después de la siembra.

En este caso no se presentó una varianza, sin embargo, se obtuvo que el tratamiento T1 (Vermicompost) obtuvo un mejor resultado sobre los demás tratamientos prevaleciendo durante los 40,60 y 80 días con 2.12, 3.20 y 3.20, el de menor significancia fue el tratamiento T4 (BSF) con 2.41 a los 80 dds, dicha toma de datos concuerda con (Pruna, 2015), ya que en su investigación a los 60 días después de la

siembra no presenta diferencias significativas y menciona que el número de tallos por planta depende de los tallos que emergen y sobreviven.

Tabla 19. Prueba de Tukey al 5% para número de tallos a los 40, 60 y 80 dds

40 dds			60 dds			80 dds	
Tratamiento	Media	G.H.	Tratamiento	Media	G.H.	Media	G.H.
T1	2.12	A	T1	3.20	A	3.20	A
T2	1.75	A	T2	2.75	A	2.75	A
T0	1.70	A	T3	2.70	A	2.70	A
T3	1.66	A	T0	2.58	A	2.58	A
T4	1.54	A	T4	2.41	A	2.41	A

Leyenda: dds= días después de la siembra, G.H.; Grupos Homogéneos; T0= Testigo 100%NPK, T1= Vermicompost, T2= Micorrizas Autóctonas, T3= (Micorrizas Comerciales + 25%NPK), T4= Bacterias Solubilizadoras de Fósforo

4.1.5. Número de tubérculos categoría primera

En la tabla 20, se logra apreciar el análisis de varianza que existió diferencia significativa a los 180 días después de la siembra entre los tratamientos.

Tabla 20. Análisis de varianza del número de tubérculos categoría primera

Fuente	SC	GL	CM	F	P
Bloque	122.82	3	40.942		
Tratamiento	563.88	4	140.971	10.70	0.00**
Error	1475.88	112	13.178		
CV (%)	58.63				
Total	2162.59	119			

Leyenda: GL= grados de libertad, SC= suma de cuadrados, CM= cuadrado medio, F= frecuencia, P= Grado de significancia, **= significativo, CV= Coeficiente de variación.

En la tabla 21, a los 180 días después de la siembra observó variación en los rangos obtenidos, el mejor tratamiento fue el T0 (Testigo 100%NPK) con 9.46, seguido del T1 (Vermicompost) con 7.33 y el tratamiento con menor incidencia fue el T3 (Micorrizas comerciales+25%NPK) con 3.20.

Tabla 21. Prueba de Tukey al 5% para número de tubérculos de primera categoría a los 180 dds

Tratamientos	180 dds Media	G.H.
T0	9.46	A
T1	7.33	AB
T2	6.38	B
T4	4.58	BC
T3	3.20	C

Leyenda: dds= días después de la siembra, G.H.; Grupos Homogéneos; T0= Testigo 100%NPK, T1= Vermicompost, T2= Micorrizas Autóctonas, T3= (Micorrizas Comerciales + 25%NPK), T4= Bacterias Solubilizadoras de Fósforo

4.1.6. Número de tubérculos categoría segunda

En la tabla 22, se logra apreciar el análisis de varianza que existió diferencia significativa a los 180 días después de la siembra entre los tratamientos.

Tabla 22. Análisis de varianza del número de tubérculos categoría segunda

Fuente	SC	GL	CM	F	P
Bloque	100.09	3	33.364		
Tratamiento	432.37	4	108.092	6.52	0.00**
Error	1855.53	112	16.567		
CV (%)	77.65				
Total	2387.99	119			

Leyenda: GL: grados de libertad, SC: suma de cuadrados, CM: cuadrado medio, F: frecuencia, P: grado de significancia, **: altamente significativo.

En la tabla 23, a los 180 días después de la siembra se observó una mínima variación en los rangos obtenidos, el mejor tratamiento fue el T0 (Testigo 100%NPK) con 9, seguido del T3 y T1 ambos con 4.58 y el tratamiento con menor incidencia fue el T2 (Micorrizas autóctonas) con 3.88.

Tabla 23. Prueba de Tukey al 5% para número de tubérculos de segunda categoría a los 180 dds

Tratamientos	180 dds Media	G.H.
T0	9	A
T3	4.58	B
T1	4.58	B
T4	4.17	B
T2	3.88	B

Leyenda: dds= días después de la siembra, G.H.; Grupos Homogéneos; T0= Testigo 100%NPK, T1= Vermicompost, T2= Micorrizas Autóctonas, T3= (Micorrizas Comerciales + 25%NPK), T4= Bacterias Solubilizadoras de Fósforo

4.1.7. Número de tubérculos categoría tercera

En la tabla 24, se logra apreciar el análisis de varianza que existió diferencia significativa a los 180 días después de la siembra entre los tratamientos.

Tabla 24. Análisis de varianza del número de tubérculos categoría tercera

Fuente	SC	GL	CM	F	P
Bloque	203.16	3	67.719		
Tratamiento	434.78	4	108.696	2.35	0.05**
Error	5181.05	112	46.259		
CV (%)	102.15				
Total	5818.99	119			

Leyenda: GL: grados de libertad, Sc: suma de cuadrados, Cm: cuadrado medio, F cociente de dos varianzas, P: probabilidad.

En la tabla 25, a los 180 días después de la siembra se observó variación en los rangos obtenidos, el mejor tratamiento fue el T0 (Testigo 100%NPK) con 9.42, seguido del T3 (Micorrizas comerciales + 25%NPK) con 8.08 y el tratamiento con la menor incidencia fue el T1 (Vermicompost) con 3.96.

Tabla 25. Prueba de Tukey al 5% para número de tubérculos de tercera categoría a los 180 dds

Tratamientos	180 dds Media	G.H.
T0	9.42	A
T3	8.08	AB
T4	6.13	AB
T2	5.71	AB
T1	3.96	B

Leyenda: dds= días después de la siembra, G.H.; Grupos Homogéneos; T0= Testigo 100%NPK, T1= Vermicompost, T2= Micorrizas Autóctonas, T3= (Micorrizas Comerciales + 25%NPK), T4= Bacterias Solubilizadoras de Fósforo

4.1.8. Número total de tubérculos

En la tabla 26, se logra apreciar el análisis de varianza que existió diferencia significativa a los 180 días después de la siembra entre los tratamientos.

Tabla 26. Análisis de varianza del número total de tubérculos

Fuente	SC	GL	CM	F	P
Bloque	670.2	3	0.77721		
Tratamiento	2911.0	4	2.79786	5.18	0.00**
Error	15736.4	112	0.56564		
CV (%)	65.67				
Total	19317.7	119			

Leyenda: GL: grados de libertad, Sc: suma de cuadrados, Cm: cuadrado medio, F cociente de dos varianzas, P: probabilidad.

En la tabla 27, se muestra el número total de tubérculos de cada tratamiento a los 180 días después de la siembra y se puede observar que el tratamiento T0 (Testigo 100%NPK) con 27.88, seguido del T3 (Micorrizas comerciales + 25%NPK) y el T2 (Micorrizas autóctonas) estos dos cuentan con 15.88 y el que menor incidencia obtuvo fue el T4 (Bacterias solubilizadoras de fósforo) con 14.92, lo cual coincide con (Coro, 2015), quien evaluó 6 alternativas de fertilización química siendo su mejor tratamiento T2 (Fertipapa siembra plus+fertipapa aporque).

Tabla 27. Prueba de Tukey al 5% para número total de tubérculos a los 180 dds

Tratamientos	180 dds Media	G.H.
T0	27.88	A
T3	15.88	B
T2	15.88	B
T1	15.71	B
T4	14.92	B

Leyenda: dds= días después de la siembra, G.H.; Grupos Homogéneos; T0= Testigo 100%NPK, T1= Vermicompost, T2= Micorrizas Autóctonas, T3= (Micorrizas Comerciales + 25%NPK), T4= Bacterias Solubilizadoras de Fósforo

4.1.9. Peso en cosecha categoría primera

En la tabla 28, se logra apreciar el análisis de varianza que existió diferencia significativa a los 180 días después de la siembra entre los tratamientos.

Tabla 28. Análisis de varianza del peso en cosecha categoría primera

Fuente	SC	GL	CM	F	P
Bloque	2.3316	3	0.77721		
Tratamiento	11.1914	4	2.79786	4.95	0.00**
Error	63.3515	112	0.56564		
CV (%)	62.38				
Total	76.8746	119			

Leyenda: GL: grados de libertad, Sc: suma de cuadrados, Cm: cuadrado medio, F cociente de dos varianzas, P: probabilidad.

En la tabla 29, a los 180 días después de la siembra se observó que el mejor tratamiento fue el T0 (Testigo 100%NPK) con 1.66, seguido del T1 (Vermicompost) con 1.43 y el tratamiento con menor incidencia fue el T3 (Micorrizas comerciales + 25%NPK) con 0.79.

Tabla 29. Prueba de Tukey al 5% para peso en cosecha de primera categoría

Tratamientos	180 dds Media	G.H.
T0	1.66	A
T1	1.43	AB
T2	1.09	ABC
T4	1.05	BC
T3	0.79	C

Leyenda: dds= días después de la siembra, G.H.; Grupos Homogéneos; T0= Testigo 100%NPK, T1= Vermicompost, T2= Micorrizas Autóctonas, T3= (Micorrizas Comerciales + 25%NPK), T4= Bacterias Solubilizadoras de Fósforo

4.1.10. Peso en cosecha categoría segunda

En la tabla 30, se logra apreciar el análisis de varianza que existió diferencia significativa a los 180 días después de la siembra entre los tratamientos.

Tabla 30. Análisis de varianza del peso en cosecha categoría segunda

Fuente	SC	GL	CM	F	P
Bloque	0.9014	3	0.30048		
Tratamiento	1.7377	4	0.43444	4.20	0.00**
Error	11.5725	112	0.10333		
CV (%)	74.04				
Total	14.2117	119			

Leyenda: GL: grados de libertad, Sc: suma de cuadrados, Cm: cuadrado medio, F cociente de dos varianzas, P: probabilidad.

En la tabla 31, a los 180 días después de la siembra se observó que el tratamiento T0 (Testigo 100%NPK) con 0.61 fue el mejor, seguido del T4 (Bacterias solubilizadoras de fósforo) con 0.50 y el tratamiento con menor incidencia fue el T2 (Micorrizas autóctonas) con 0.26.

Tabla 31. Prueba de Tukey *al* 5% para peso en cosecha de segunda categoría

Tratamientos	180 dds Media	G.H.
T0	0.61	A
T4	0.50	AB
T3	0.46	AB
T1	0.34	B
T2	0.26	B

Leyenda: dds= días después de la siembra, G.H.; Grupos Homogéneos; T0= Testigo 100%NPK, T1= Vermicompost, T2= Micorrizas Autóctonas, T3= (Micorrizas Comerciales + 25%NPK), T4= Bacterias Solubilizadoras de Fósforo

4.1.11. Peso en cosecha categoría tercera

En la tabla 32, se logra apreciar el análisis de varianza que no existió diferencia significativa a los 180 días después de la siembra entre los tratamientos.

Tabla 32. Análisis de varianza del peso en cosecha categoría tercera

Fuente	SC	GL	CM	F	P
Bloque	0.20318	3	0.06773		
Tratamiento	0.18101	4	0.04525	1.18	0.32ns
Error	4.31097	112	0.03849		
CV (%)	101.61				
Total	4.69516	119			

Leyenda: GL: grados de libertad, Sc: suma de cuadrados, Cm: cuadrado medio, F cociente de dos varianzas, P: probabilidad.

En la tabla 33, a los 180 días después de la siembra se observó que no existió una diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo, el mejor tratamiento fue el T0 (Testigo 100%NPK) con 0.25, seguido del T3 (Micorrizas comerciales + 25%NPK) con 0.22 y el tratamiento con menor incidencia fue el T3 (Micorrizas autóctonas) con 0.14.

Tabla 33. Prueba de Tukey al 5% para peso en cosecha de tercera categoría

Tratamientos	180 dds Media	G.H.
T0	0.25	A
T3	0.22	A
T4	0.18	A
T1	0.17	A
T2	0.14	A

Leyenda: dds= días después de la siembra, G.H.; Grupos Homogéneos; T0= Testigo 100%NPK, T1= Vermicompost, T2= Micorrizas Autóctonas, T3= (Micorrizas Comerciales + 25%NPK), T4= Bacterias Solubilizadoras de Fósforo

4.1.12. Peso total en cosecha

En la tabla 34, se logra apreciar el análisis de varianza que existió diferencia significativa a los 180 días después de la siembra entre los tratamientos.

Tabla 34. Análisis de varianza del peso total en cosecha

Fuente	SC	GL	CM	F	P
Bloque	4.974	3	1.65805		
Tratamiento	17.864	4	4.46608	4.03	0.00**
Error	124.110	112	1.10813		
CV (%)	57.49				
Total	146.949	119			

Leyenda: GL: grados de libertad, Sc: suma de cuadrados, Cm: cuadrado medio, F cociente de dos varianzas, P: probabilidad.

En la tabla 35, se muestra el peso total de tubérculos de cada tratamiento a los 180 días después de la siembra y se puede observar que el tratamiento T0 (Testigo 100%NPK) con 2.52, concordando con (Puetate, 2019) que uno de sus tratamientos más sobresalientes fueron el T1 (100%NPK) junto con el T3 (100%NPK+ Micorrizas comerciales) y en cuanto a mis datos quien sigue al tratamiento testigo es T1 (Vermicompost) con 1.94 y el que menor incidencia obtuvo fue el T3 (Micorrizas comerciales + 25%NPK) con 1.47.

Tabla 35. Prueba de Tukey al 5% para peso total en cosecha de la categoría: primera, segunda y tercera

Tratamientos	180 dds Media	G.H.
T0	2.52	A
T1	1.94	AB
T4	1.72	AB
T2	1.49	B
T3	1.47	B

Leyenda: dds= días después de la siembra, G.H.; Grupos Homogéneos; T0= Testigo 100%NPK, T1= Vermicompost, T2= Micorrizas Autóctonas, T3= (Micorrizas Comerciales + 25%NPK), T4= Bacterias Solubilizadoras de Fósforo

4.1.13. Relación costo-beneficio

En la tabla 36, se aprecia el análisis económico, en el cual se detallan: costo total por tratamiento los cuales están relacionados a toneladas por hectárea ($t\ ha^{-1}$), con el precio promedio de la venta de las tres categorías.

Tabla 36. Relación costo-beneficio de cada tratamiento

Tratamientos	Costo total USD por tratamiento	Producción ($t\ ha^{-1}$)	Precio promedio USD t^{-1}	Venta Total USD	Utilidad USD	Costo/ Beneficio
T0	6193,39	50,41	280	14115	7921,41	1,28
T1	5587,59	38,94	280	10903	5315,61	0,95
T2	5027,99	29,80	280	8344	3316,01	0,66
T3	5358,09	29,41	280	8235	2876,71	0,54
T4	5243,09	34,50	280	9660	4416,91	0,84

Leyenda: T0= Testigo 100%NPK, T1= Vermicompost, T2= Micorrizas autóctonas, T3= Micorrizas comerciales + 25%NPK, T4= Bacterias solubilizadoras de fósforo.

En la relación costo beneficio observamos que en todos los tratamientos se aprecia ganancias económicas, teniendo como mejor tratamiento al T0 (Testigo 100%NPK) obteniendo una rentabilidad de 1,28 dólares, seguido del T1 (Vermicompost) con una rentabilidad de 0,95 dólares con una menor inversión. El tratamiento que genere menor producción y por ende menor ganancia fue el T3 (Micorrizas comerciales + 25%NPK) con 0,54 dólares.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Al emplear nuevas alternativas tales como: vermicompost, micorrizas, y bacterias solubilizadoras de fósforo, si mejoran las producciones del cultivo de papa Superchola.
- El mejor tratamiento fue el T0 (Testigo 100%NPK) con una rentabilidad de 1,28 dólares y cabe recalcar que las nuevas alternativas también presentan rentabilidad económica.
- Sin embargo, en las alternativas el mejor tratamiento fue el T1 (Vermicompost) que generó una rentabilidad de 0,95 dólares por cada dólar invertido en la producción.

5.2. RECOMENDACIONES

- Dar a conocer a nuestros agricultores sobre las nuevas alternativas que pueden ser usadas en sus cultivos para obtener mejores resultados en sus producciones.
- Se recomienda emplear vermicompost en los suelos ya que ha quedado en constancia que es una alternativa que genera beneficios tanto para el agricultor como para el suelo.
- Es también de gran importancia continuar investigando acerca de nuevas alternativas en otras variedades de papa e incluso en otros cultivos.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adavi, Z., & Kalantari, T. (2014). Effect of mycorrhiza application on plant growth and yield in potato production under field conditions. *Iranian Journal of Plant Physiology*, 4(3), 1087–1093.
- Agrobiológicos. (n.d.). *SAFER MICORRIZAS M.A.*
- Agrobiólogos. (2019). *SAFER MICORRIZAS M.A* - Safer. <https://safer.com.co/producto/micorrizas/>
- Alvarado, A., Iturriaga, I., Jot T, S., Ureña, J., & Potuguez, E. (2009). Agronomía Costarricense. *Agronomía Costarricense*, 33(1), 45–61. www.cia.ucr.ac.cr
- Andrade-Piedra, J. L., Hijmans, R. J., Forbes, G. A., Fry, W. E., & Nelson, R. J. (2005). Simulation of potato late blight in the Andes. I: Modification and parameterization of the LATEBLIGHT model. *Phytopathology*, 95(10), 1191–1199. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-95-1191>
- Bayer. (2019). *Polilla de la Papa* | Crop Science. <https://cropscience.bayer.com.ar/content/polilla-de-la-papa>
- Bouzo, C. (2009). *Cultivo de Papa en Argentina*. <https://es.scribd.com/document/319813507/cultivo-de-papa-en-argentina-pdf>
- Cáceres, E., & Gonzáles, J. (2015). *Evaluación agronómica de papa, variedad superchola (Solanum tuberosum), con el uso de semilla prebásica, bajo dos modalidades de Fertilización Edáfica, complementada con Fertilización Foliar. Tabacundo. Pichincha [UCE]*. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/4550>
- Chulde, J. (2019, January 23). “*Alternativas de fertilización para el cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) con el empleo de Microorganismos solubilizadores de fósforo, Micorrizas y Extracto de algas en la Finca San Francisco Cantón Huaca.*” <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/763/1/347> Alternativas de fertilización para el cultivo de papa - Huaca.pdf
- Coro, A. (2015). *Evaluación de 6 tecnologías de fertilización química, en el rendimiento del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) [ESPOCH]*.

[http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4343/1/Evaluacion de 6 Tecnologias.docx.pdf](http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4343/1/Evaluacion%20de%20Tecnologias.docx.pdf)

Garro, J. (2016). *El suelo y los abonos orgánicos* (L. Ramírez & M. Mesén (eds.)). <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F04-10872.pdf>

Harris-Valle, C., Esqueda, M., Valenzuela-Soto, E. M., & Castellanos, A. E. (2009). Tolerancia al estrés hídrico en la interacción planta-hongo micorrízico arbuscular: metabolismo energético y fisiología. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 32(4), 265–271. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802009000400004&lng=es&nrm=iso&tlng=es

INEC. (2021). *Boletín Técnico Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua*. www.ecuadorencifras.gob.ec

INIAP. (2005). Manejo integrado de la mosca minadora de la papa (*Liriomyza huidobrensis*). *Informe Técnico Anual - INIAP (Ecuador)*. <https://doi.org/10.3/JQUERY-UI.JS>

Koch, M., Naumann, M., Pawelzik, E., Gransee, A., & Thiel, H. (2019). The Importance of Nutrient Management for Potato Production Part I: Plant Nutrition and Yield. *Potato Research* 2019 63:1, 63(1), 97–119. <https://doi.org/10.1007/S11540-019-09431-2>

López, H. (2011, December 20). *Seminario papa la ligua diciembre 2011*. <https://es.slideshare.net/viamese/seminario-papa-la-ligua-diciembre-2011>

Luna-vega, D., Luisa, M., Pimienta-barrios, E., & Evaluación de, E. (2016). Evaluación de composta, vermicomposta y excreta de bovino en la producción de maíz (*Zea mays* L.). *Artículo Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias Septiembre*, 3(8), 46–52.

Meneses, W. (2019). *Análisis sobre los procesos de producción y comercialización de la papa (Solanum tuberosum), variedad súper chola en el Cantón Tulcán, Provincia del Carchi*. UTB.

Montenegro, O. (2013). *Estudio de factibilidad para la creación de una microempresa*

campesina de producción y comercialización de semilla de papa en la parroquia de Julio Andrade, cantón Tulcán, provincia del Carchi.

- Mora, S., Cuaical, E., García, J., Revelo, V., Puetate, L., Aguila, E., & Ruiz, M. (2021). Biofertilización con bacterias solubilizadoras de fósforo y hongos micorrízicos arbusculares en el cultivo de la papa. *Korean Journal of Soil Science and Fertilizer*. <https://doi.org/10.7745/kjssf.2011.44.4.637>
- Narváez, F. (2016). “Evaluación de microorganismos solubilizadores de fósforo, micorrizas y compost, en la productividad del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), bajo condiciones semicontroladas, Carchi – Ecuador”.
- Pérez, L., Rodríguez, L., & Gómez, M. (2008). *Efecto del fraccionamiento de la fertilización con N, P, K y Mg y la aplicación de los micronutrientes B, Mn y Zn en el rendimiento y calidad de papa criolla (Solanum phureja) variedad Criolla Colombia.* https://redib.org/Record/oai_articulo645325-efecto-del-fraccionamiento-de-la-fertilización-con-n-p-k-y-mg-y-la-aplicación-de-los-micronutrientes-b-mn-y-zn-en-el-rendimiento-y-calidad-de-papa-criolla-solanum-phureja-variedad-criolla-colombia
- Pruna, E. (2015). “EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS DE FERTILIZACIÓN PARA LA PRODUCCION DE SEMILLA DE PAPA (*Solanum tuberosum*) “clon Carolina.” UTA.
- Puetate, L. (2019). UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES CARRERA DE DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO.
- Pumisacho, M., & Sherwood, S. (2002). *El cultivo de la papa en Ecuador* .
- Pumisacho, M., & Velásquez, J. (2009). *Manual del cultivo de papa para pequeños productores* .
- Quiroz, S. (2019). *Evaluación del uso de la herramienta “Sistema de apoyo a la decisión” para el manejo integrado de Phytophthora infestans en el cultivo de papa (Solanum tuberosum) Variedad Superchola en las comunidades de Casa Fría, El Moral, Taya, Chapues, Calle Larga del.* UPEC.

- Ramón, M., Blanquer, G., & Manuel, J. (2011). *ANDISOLES Apellidos, nombre*.
- Recalde, V., Salazar, M., & Pamela, A. (2019). *Postura forzada que enfrentan los agricultores en la cosecha de papa*.
- Restrepo, S., Pineda, E., & Tíos, L. (2017). *Mecanismos de acción de hongos y bacterias empleados como biofertilizantes en suelos agrícolas: una revisión sistemática*. <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v18n2/0122-8706-ccta-18-02-00335.pdf>
- Román, M., & Hurtado, G. (2002, December). *Guía Técnica del cultivo de la papa*. <https://docplayer.es/5817796-Guia-tecnica-cultivo-de-la-papa.html>
- Sánchez Espinosa, J. A., & Rubiano Sanabria, Y. (2015). PROCESOS ESPECÍFICOS DE FORMACIÓN EN ANDISOLES, ALFISOLES Y ULTISOLES EN COLOMBIA. *Revista EIA, SPE2*, 85–97. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372015000300008&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- SOSA RODRÍGUEZ, T., SÁNCHEZ NIEVES, J., MORALES GUTIÉRREZ, E., & CRUZ CORTÉS, F. (2006). INTERACCIÓN MICORRIZAS ARBUSCULARES-*Trichoderma harzianum* (Moniliaceae) Y EFECTOS SOBRE EL CRECIMIENTO DE *Brachiaria decumbens* (Poaceae). *Acta Biológica Colombiana*, 11(1), 43–54. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-548X2006000100004&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Super, U. (2017, June 12). *Las papas, la nutrición y la alimentación*. <https://www.conpapa.org.mx/index.php/blog/item/8-las-papas-la-nutricion-y-la-alimentacion>
- Taimal, S. (2019). *Evaluación de la concentración de nutrientes en el cultivo de papa (Solamumn tuberosum L.) variedad superchola, bajo la aplicación de un biol mejorado, parroquia San Juan de Ilumán, Otavalo*. UTN.
- Tandon, & Roy. (2004). *Tierra y Agua | Tierra y Agua | Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación | FAO |*. <https://www.fao.org/land-water/en/>

- Torres, L., Gallegos, P., Catillo, C., & Asaquibay, C. (2011, April). *Manejo de gusano blanco – Inventario de Tecnologías e Información para el Cultivo de Papa en Ecuador*. <https://cipotato.org/papaenecuador/manejo-de-gusano-blanco/>
- Torres, L., Valverde, F., & Andrade, J. (2011, April). *Manejo de fertilizantes – Inventario de Tecnologías e Información para el Cultivo de Papa en Ecuador*. <https://cipotato.org/papaenecuador/manejo-de-fertilizantes/>
- Trujillo, E., & Perera, S. (2019). *Manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivos de papas*. https://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/papa_686_papas.pdf
- Valverde, F., & Alvarado, S. (2009). *Manejo del suelo y la fertilización en el cultivo de papa: experiencias del DMSA*. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2496/1/iniapsc343m.pdf>
- Vassilev, N., Vassileva, M., & Nikolaeva, I. (2006). Simultaneous P-solubilizing and biocontrol activity of microorganisms: potentials and future trends. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 71(2), 137–144. <https://doi.org/10.1007/S00253-006-0380-Z>
- Vega, V., & Juan, G. (1975). *Proteja sus papas de la “roya.”* <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/184>
- Virgen, G., & Molina, E. (2013). *Los Biofertilizantes en la Agricultura*. <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/biofertilizantes-en-agricultura>
- Vizcaíno, F. (2017). *Evaluación de tres tipos de sustratos en la producción de semilla básica de papa variedad súper chola (Solanum tuberosum L), condiciones de invernadero*. UTB.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE AGROPECUARIA

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN DE PREDEFENSA DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN DE:

NOMBRE: Chulde Santander Mishell Anahí **CÉDULA DE IDENTIDAD:** 1004779599
NIVEL/PARALELO: EGRESADO **PERIODO ACADÉMICO:** 2022 A

TEMA DE INVESTIGACIÓN: "Alternativas de biofertilización para el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) cv. Superchola, con el empleo de microorganismos en el cantón Huaca provincia del Carchi."

Tribunal designado por la dirección de esta Carrera, conformado por:

PRESIDENTE: MSC PAUL ORTIZ
LECTOR: MSC DAVID HERRERA
ASESOR: MSC RAMIRO MORA

De acuerdo al artículo 21: Una vez entregados los requisitos para la realización de la pre-defensa el Director de Carrera integrará el Tribunal de Pre-defensa del informe de investigación, fijando lugar, fecha y hora para la realización de este acto:

EDIFICIO DE AULAS: 4 **AULA:** 2

FECHA: jueves, 1 de septiembre de 2022

HORA: 0,66666667

Obteniendo las siguientes notas:

1) Sustentación de la predefensa: 5,95

2) Trabajo escrito 2,55

Nota final de PRE DEFENSA 8,50

Por lo tanto: **APRUEBA CON OBSERVACIONES** ; debiendo acatar el siguiente artículo:

Art. 24.- De los estudiantes que aprueban el Plan de Investigación con observaciones. - El estudiante tendrá el plazo de 10 días laborables para proceder a corregir su informe de investigación de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el jueves, 1 de septiembre de 2022

MSC PAUL ORTIZ
PRESIDENTE

MSC RAMIRO MORA
TUTOR

MSC DAVID HERRERA
LECTOR

Adj.: Observaciones y recomendaciones

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Misheñ Anahi Chulde Santander				
DATE: 5 de septiembre de 2022				
TOPIC: "Alternativas de biofertilización para el cultivo de la papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) cv. Superchola con el empleo de microorganismos en el cantón Huaca provincia del Carchi "				
MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic.	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events.	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	3 - 10: EXCELLENT 7 - 8,5: GOOD 5 - 6,5: AVERAGE 3 - 4,5: LIMITED		TOTAL 9	



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL
CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE
CENTER**

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Mishell Anahi Chulde Santander

Fecha de recepción del abstract: 5 de septiembre de 2022

Fecha de entrega del informe: 5 de septiembre de 2022

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



EDISON PEÑAFIEL ARCOS

Ing. Edison Peñafiel Arcos MSc
Coordinador del CIDEN

Anexo 3 Costos de producción

Costos de producción por hectárea				
Cultivo: Papa variedad Superchola		Sistema: Semitecnificado		
Provincia: Carchi		Cantón: Huaca		
Área: 10000 m2		Fecha: 2022		
Responsable: Mishell Chulde				
Concepto	Unidad	Cantidad	Valor	Total
1. COSTOS DIRECTOS				
Mano de Obra				
Surcado	Jornal	10	13	130,00
Siembra/fertilización	Jornal	10	13	130,00
Retape	Jornal	10	13	130,00
Aporque	Jornal	10	13	130,00
Deshierbe	Jornal	10	13	130,00
Fumigación	Jornal	20	13	260,00
Cosecha	Jornal	30	13	390,00
SEMILLA				
Variedad Superchola	qq	35	30	1050,00
Control de Plagas y Enfermedades				
Orgánicos				
Seaweed Extract	cc	3961,9	0,004	15,85
Bauvetic	gr	476,19	0,22	104,76
Trichotic	gr	476,19	0,18	85,71
New Bt	gr	2419,05	0,031	74,99
Timorex Gold	cc	2272,76	0,044	100,00
Neem X	gr	278,67	0,06	16,72
Insecticidas				
Deva Z	gr	908,95	0,035	31,81
Taison	gr	3636,19	0,015	54,54
Sensei	cc	3200	0,029	92,80
Brigade	cc	1363,62	0,028	38,18
Courage	cc	7600	0,014	105,64
Invicto	gr	5112,19	0,062	316,96
Fungicidas				
Kasumin	cc	4924,19	0,02	78,79
Diacono	cc	6080,38	0,034	206,73
Topgun	cc	990,86	0,07	69,36
Evito T	cc	2136,38	0,049	104,68
Poder	cc	1818,10	0,074	134,54
Scoba	cc	2051,43	0,024	49,23
Tundra	cc	1139,43	0,026	29,63
Curalancla	gr	14848,57	0,008	118,79

Soll	gr	13642,48	0,011	150,07
Proton	cc	2045,52	0,012	24,55
Fijador				
Spectro	cc	3539,43	0,009	31,85
Maquinaria /Equipos/Materiales				
Análisis de suelo	hr	1	50	50,00
Arada/ rastra	hr	6	25	150,00
Cosecha				
Empaques	u	733	0,3	165,60
Paja plástica	u	1	6	6,00
Transporte	qq	733	0,3	165,60
TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN 1ha				4923,39
Rendimiento (qq)				733,00
Precio unitario (\$/qq)				14,00
Ingreso Bruto total				10262,00
Utilidad neta				5338,61
Relación Costo/beneficio				1,08
Rentabilidad (%)				135,45
Costo de producción por unidad (\$/qq)				6,72

Anexo 4 Costos de los tratamientos

Tratamientos					
TO	Químico	706,67	Kg	1,41	996,40
T1	Vermicompost	4400,00	Kg	0,12	528,00
T2	Micorrizas autóctonas	200,00	Kg	0,40	80,00
T3	Micorrizas comerciales + 25%NPK	200 + 176,67	Kg	0,75	282,50
T4	Bacterias solubilizadoras de fósforo	125000,00	cc	0,019	237,50

Anexo 5 Análisis de suelo



L A B O N O R T

LABORATORIOS NORTE

Juan Hernández y Jaime Roldós (Entrada Mercado Mayorista) Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS																																							
DATOS DE PROPIETARIO					DATOS DE LA PROPIEDAD																																		
Nombre: UNIV. POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI					Provincia: Carchi																																		
Ciudad: Huaca					Cantón: Huaca																																		
Teléfono:					Parroquia: Huaca																																		
Fax:					Sitio: Centro Experimental San Francisco																																		
DATOS DEL LOTE					DATOS DE LABORATORIO																																		
Sitio: Centro Experimental San Francisco					Nro Reporte.: 10870																																		
Superficie:					Tipo de Análisis: Completo más textura																																		
Número de Campo: Muestra # 1					Muestra: Suelo, muestra 1																																		
Cultivo Actual:					Fecha de Ingreso: 2022-04-21																																		
A Cultivar:					Fecha de Reporte: 2022-04-27																																		
Nutriente			Valor		Unidad		INTERPRETACION																																
N			71.25		ppm																																		
P			13.94		ppm																																		
S			7.75		ppm																																		
K			0.22		meq/100 ml																																		
Ca			12.72		meq/100 ml																																		
Mg			0.79		meq/100 ml																																		
Zn			4.58		ppm																																		
Cu			1.24		ppm																																		
Fe			302.26		ppm																																		
Mn			26.71		ppm																																		
B			0.10		ppm																																		
pH			5.48																																				
Acidez Int. (Al+H)			meq/100 ml																																				
Al			meq/100 ml																																				
Na			meq/100 ml																																				
Ce			0.110		mS/cm																																		
MO			16.28		%																																		
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Ca</th> <th>Mg</th> <th>Ca+Mg</th> <th>(meq/100ml)</th> <th>%</th> <th>ppm</th> <th colspan="3">(%)</th> <th>Clase Textural</th> </tr> <tr> <th>Mg</th> <th>K</th> <th>K</th> <th>Sum Bases</th> <th>NTot</th> <th>Cl</th> <th>Arena</th> <th>Limo</th> <th>Arcilla</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>16.10</td> <td>3.59</td> <td>61.41</td> <td>13.73</td> <td></td> <td></td> <td>54.40</td> <td>35.00</td> <td>10.60</td> <td>Francia Arenoso</td> </tr> </tbody> </table>										Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	(%)			Clase Textural	Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla		16.10	3.59	61.41	13.73			54.40	35.00	10.60	Francia Arenoso
Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	(%)			Clase Textural																														
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla																															
16.10	3.59	61.41	13.73			54.40	35.00	10.60	Francia Arenoso																														
Dr. Quím. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio																																							



Anexo 6 Preparación del terreno y elaboración de surcos



Anexo 7 Colocación de letreros



Anexo 8 Aplicación de vermicompost y micorrizas.



Anexo 9 Selección de semilla y siembra



Anexo 10 Labores culturales (deshierbe y aporque)



Anexo 11 Recolección de datos



Anexo 12 Cosecha y clasificación de tubérculos



Anexo 13 Pesaje de tubérculos