

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

Tema: “Evaluación de alternativas de biofertilización para el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum L.*) cv. superchola, con el empleo de microorganismos en Andisoles, en la Provincia del Carchi, Cantón Huaca”.

Trabajo de titulación previa la obtención del
Título de Ingeniero en Agropecuaria

AUTOR(A): Quespaz Flores Jordan Fabricio

TUTOR(A): Ing. Mora Quilismal Segundo Ramiro MSc.

Tulcán, 2022

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certificamos que el estudiante Quespaz Flores Jordan Fabricio con el número de cédula 0401927835 ha elaborado el trabajo de titulación: “Evaluación de alternativas de biofertilización para el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum* L.) cv. Superchola, con el empleo de microorganismos en Andisoles, en la Provincia del Carchi, Cantón Huaca”.

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



f.....

Ing.: Segundo Ramiro Mora Quilismal MSc.

TUTOR

Tulcán, octubre de 2022

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en la Carrera de Agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Quespaz Flores Jordan Fabricio con cédula de identidad número 0401927835 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



f.....

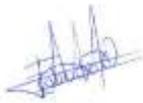
Quespaz Flores Jordan Fabricio

AUTOR

Tulcán, octubre de 2022

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Quespaz Flores Jordan Fabricio declaro ser autor/a de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Evaluación de alternativas de biofertilización para el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum L.*) cv. Superchola, con el empleo de microorganismos en Andisoles, en la Provincia del Carchi, Cantón Huaca”. con el empleo de microorganismos en Andisoles.” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.



f.....

Quespaz Flores Jordan Fabricio

AUTOR

Tulcán, octubre de 2022

AGRADECIMIENTO

A Dios, quien guió en mi camino y etapa de mi vida estudiantil y sobre todo en la formación profesional.

Con mucho cariño agradezco a mis dos seres queridos, mis padres quienes me apoyaron en todo momento, brindándome sus enseñanzas, sus experiencias y consejos.

A mi hermano quien me dio ese soporte en cada momento que tuve dificultades.

Gracias a las personas quienes me ayudaron a formarme en mi vida profesional en especial a mi Tutor el Ing. Ramiro Mora quien con su paciencia me impartió sus enseñanzas.

DEDICATORIA

Finalizando esta meta de mi vida de arduo trabajo que se ha propuesto con esta investigación, con mucho cariño quiero dedicar:

A mis queridos padres (Sergio y Jady), a mis abuelitos (Cesar y Teresa), brindándome ese cariño incondicional, amor y aliento que me daban para cumplir esta meta, gracias por siempre creer en mí, gracias por ese apoyo, por enseñarme el camino del bien, por eso consejos de sabiduría, gracias por hacerme una persona de bien.

A mis tías y tíos, por su experiencia de vida, me brindaron consejos sabios, comprender la vida y cumplir con esta meta.

A mi hermano Paulo, que con su apoyo y ayuda en este trabajo hemos demostrado con la lucha, esfuerzo y dedicación si se puede llegar tan lejos.

ÍNDICE

RESUMEN	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	14
I. PROBLEMA	16
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	17
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	17
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	18
1.4.1. Objetivo General	18
1.4.2. Objetivos Específicos	18
1.4.3. Preguntas de Investigación	18
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	19
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	19
2.2. MARCO TEÓRICO	21
2.2.1.Cultivo de la papa.....	21
2.2.1.1 Origen de la papa.....	21
2.2.1.2 Clasificación Taxonómica.....	21
2.2.1.3 Las Etapas Fenológicas de la papa.	21
2.2.1.4 Requerimientos Edafoclimáticos	22
2.2.1.5 Importancia del Cultivo	23
2.2.1.6 Valor Nutricional de la papa	23
2.2.1.7 Requerimientos nutricionales de la papa	24
2.2.1.8 Variedades cultivadas en el Carchi	25
2.2.1.9 La variedad de Super Chola.....	25
2.2.2 Los Aspectos agronómicos.....	26

2.2.3 Labores Culturales.....	29
2.2.4 Principales plagas y enfermedades	31
2.2.5 Las Alternativas de Biofertilización	32
2.2.5.1 Micorrizas Autóctonas	32
2.2.5.2 Micorrizas Comerciales (Safer Micorrizas)	34
2.2.5.3 El vermicompost.....	34
2.2.5.3.1 Propiedades Nutricionales	35
2.2.5.4 Fertilizante NPK	35
2.2.5.4.1 Estructura del NPK.....	36
2.2.5.5 Los suelos Andisoles	36
III. METODOLOGÍA.....	38
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	38
3.1.1. Enfoque.....	38
3.2. HIPÓTESIS	38
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	39
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS.....	43
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	51
4.1. RESULTADOS.....	51
4.1.1 Porcentaje de emergencia de las plantas a los 35 dds.....	51
4.1.2 Altura de la planta (cm) a los 40, 60, 80 días post siembra	52
4.1.3 Diámetro del tallo (cm).....	53
4.1.4 El número de tallos (u).....	54
4.1.5 Número de tubérculos por planta (u).	56
4.1.6 Calibre de tubérculos (1ra, 2da, 3ra), tubérculos por planta.	57
4.1.7 Peso de los tubérculos en categorías (1ra, 2da, 3ra), por planta en kg.....	59
4.1.9 Análisis económico costo/beneficio	61
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	63

5.1. CONCLUSIONES.....	63
5.2. RECOMENDACIONES	63
IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
V. ANEXOS	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 . La parcela Neta	44
Figura 2. Porcentaje de Germinación a los 35 dds.	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de la papa.....	21
Tabla 2. Valores Nutricionales de la papa.....	24
Tabla 3. Plagas y Enfermedades.	31
Tabla 4. Conteo de las esporas e identificación de microorganismos de micorrizas autóctonas.....	34
Tabla 5. Propiedades nutricionales del Vermicompost.....	35
Tabla 6. Composición del Fertilizante Químicos (NPK).....	36
Tabla 7. Definición y Operacionalización de variables.	39
Tabla 8. Características del ensayo	43
Tabla 9. Tratamientos del Ensayo Experimental.	44
Tabla 10. Tratamientos designados por parcela.	45
Tabla 11. Representación Análisis Varianza.....	50
Tabla 12. ADEVA de la altura de la planta (cm), a los 40, 60, 80 dds.....	52
Tabla 13. Prueba de Tukey para altura de la planta (cm) a los 40,60 dds.	53
Tabla 14. ADEVA del diámetro del tallo (cm) 40, 60, 80 dds.	53
Tabla 15. Prueba de Tukey del Diámetro de Tallo (cm) a los 80 dds.....	54
Tabla 16. ADEVA del número de tallos (u) 40, 60, 80, dds.	55
Tabla 17. Prueba de Tukey para el numero de tallos a los 80 dds.....	56
Tabla 18. ADEVA de la variable número de tubérculos por planta (u)	56
Tabla 19. Prueba de Tukey de la variable número de tubérculos por planta (u) a los 180 dds.	57
Tabla 20. ADEVA de la variable calibre (1ra, 2da, 3ra), tubérculos por planta a los 180 dds.	58
Tabla 21. Análisis de la prueba de tukey de la variable calibre (1ra, 2da, 3ra), tubérculos por planta.....	59

Tabla 22. ADEVA para la variable de peso de tubérculos en categoría (1ra, 2da, 3ra) en kg por planta.....	59
Tabla 23. Análisis de la prueba de Tukey con la variable de peso de tubérculos en categorías (1ra, 2da, 3ra), por planta en kg.	60
Tabla 24. Análisis varianza de la variable peso total tubérculos.	60
Tabla 25. Análisis prueba de Tukey de la variable peso total tubérculo.....	61
Tabla 26. La relación de costo-beneficio por cada tratamiento, precio promedio de 14 dólares el quintal.	62

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.Certificado o Acta del Perfil de Investigación	71
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas	72
Anexo 3.Costo de producción del cultivo de papa.....	74
Anexo 4. Análisis del Suelo.	76
Anexo 5. Área del ensayo.	77
Anexo 6.Preparación del área de los tratamientos	77
Anexo 7.Siembra, Surcado y Desinfección	78
Anexo 8.Labores de retape y aporque del cultivo.	78
Anexo 9.Toma de datos de las variables estudiadas.	79
Anexo 10.Controles Fitosanitarios.....	79
Anexo 11.La cosecha a los 6 meses (180 días).....	79

RESUMEN

En el Centro Experimental “San Francisco” ubicado en el Cantón Huaca, Provincia del Carchi, fue realizada la investigación “Evaluación de alternativas de biofertilización para el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum L.*) cv. Superchola, con el empleo de microorganismos en Andisoles”, se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, un total de 20 Unidades Experimentales, cada una está compuesta por 30 plantas con una población de 600 plantas. Para la toma de datos se localizó las 6 plantas centrales con una muestra de 120 plantas. Las alternativas de biofertilización que se implantó en el cultivo fueron: Micorrizas Autóctonas, Micorrizas Comerciales, Vermicompost, también se integró la combinación de Micorrizas Comerciales + 50% de NPK, y su correspondiente testigo de 100% de NPK. Las variables que se evaluó son: La germinación (%), altura de la planta (cm), diámetro del tallo (cm), número de tallos (u), tubérculos por planta (u), calibre (1ra, 2da, 3ra), peso de los tubérculos por planta por calibre (kg) y análisis costo/beneficio (USD). El análisis estadístico se lo realizó mediante el programa Statistix 8, bajo el balance de las medias que se adquirió la prueba de Tukey al 95%. Los análisis que se obtuvieron entre los tratamientos es el T0 (Químico) es uno de los mejores, su producción es de 50,41 t h⁻¹, como también, en las variables: calibre de tubérculos, rendimiento y peso de tubérculos por calibre. El análisis costo/beneficio tenemos al tratamiento T0 (Químico) y el T3 (Vermicompost) se obtuvo resultados positivos en rendimiento y rentabilidad con un valor de ganancia de 1,40 y 1,0 dólar por cada dólar invertido respectivamente. Posteriormente podemos decir que las alternativas de biofertilización es una práctica viable para este cultivo realizando aumentos de producción y bajando los costos de producción.

Palabras claves: Micorrizas Autóctonas, Vermicompost, Safer Micorriza, Biofertilización, Andisoles.

ABSTRACT

At "San Francisco" Experimental Center located in the Huaca Canton, Carchi Province, the investigation: "Evaluation of biofertilization alternatives for the cultivation of potatoes (*Solanum Tuberosum* L.) cv. Superchola, with the use of microorganisms in Andisols" was carried out. A Completely Randomized Block Design (CRBD) with five treatments and four repetitions was used, giving a total of 20 Experimental Units; each unit is made up of 30 plants with a population of 600 plants. Regarding data collection, the six central plants are located with a sample of 120 plants. The biofertilization alternatives that were implanted in the crop were: Native Mycorrhizae, Commercial Mycorrhizae, Vermicompost. The combination of Commercial Mycorrhizae + 50% NPK, and its corresponding 100% NPK control, was also integrated. The variables evaluated are Germination (%), plant height (cm), stem diameter (cm), number of stems (u), tubers per plant (u), caliber (1st, 2nd, 3rd), the weight of tubers per plant by caliber (kg) and cost/benefit analysis (USD). Statistical analysis was performed using the Statistix 8 program, under the balance of the means that the Tukey test acquired at 95%. The analysis that was obtained between the treatments is the T0 (100% NPK) is one of the best; its production is 50.41 t h⁻¹, as well as in the variables: tuber caliber, yield, and tuber weight per caliber. In the cost/benefit analysis we have treatment T0 (100% NPK) and T3 (Vermicompost). Positive results were obtained in performance and profitability with a profit value of 1.40 and 1.0 dollars for each dollar invested. Subsequently, we can say that biofertilization alternatives are a viable practice for this crop, increasing production and lowering production costs.

Key words: Native Mycorrhizae, Vermicompost, Safer Mycorrhizae, Biofertilization, Andisols.

INTRODUCCIÓN

La papa tiene como nombre científico *solanum tuberosum L.* Este cultivo se da su origen en la cordillera de los andes, sufriendo grandes transformaciones en la planta con el cruce con otras genéticas que luego de eso se presentó grandes variedades (Zuñiga et al., 2017), el cultivo de papa es uno de los más importantes de la economía ecuatoriana sobre todo de las partes agrícolas que en si son 80000 productores, este tubérculo es muy importante para la alimentación de la población en general, se estima para 16000000 personas (Castillo et al., 2017). La producción de este tubérculo está destinada a la venta local (mercado interno) donde el 81% por ciento es expendido para el consumo fresco y lo demás es para las industrias de procesamiento. (Mastrocola et al., 2016).

Los suelos de la provincia del Carchi en su mayoría son de origen volcánico llamados Andisoles, su característica principal es la de fijar el fósforo, es el resultado de la fracción de humus, forma metales complejos como el aluminio, esto impide a la posibilidad de coprecipitación del aluminio con el silicio que imposibilita la formación alófana e imogolita (Puetate, 2019).

El Fósforo es uno de los macronutrientes muy importante en la nutrición de la papa, este influye en la calidad y rendimiento, pero con la aplicación al suelo inhibe a la resistencia de enfermedades, una mayor captación de agua, acelera el proceso de madurez, desarrollo de tubérculos, impulso al crecimiento de raíces y resisten a las baja temperaturas (Chulde, 2019).

De manera que va en evolución este cultivo se ha visto afectado por la presencia de grandes cantidades de plagas y enfermedades que como resultados se ve afectado su producción, atravesando grandes problemáticas en la economía de los agricultores, por otro lado, se evidencia también el uso excesivo de los químicos que a lo largo del tiempo va afectando la vida natural de los ecosistemas (Zuñiga et al., 2017).

La fertilización orgánica es una práctica que se la debe de adquirir por los resultados presentados como es las mejorías en el crecimiento y desarrollo de las plantas, aumenta su tamaño, peso y cantidades altas de tubérculos, pero por otro lado dan una vitalidad y devuelven su naturalidad a los suelos con efectos positivos como son: promueven y regulan el crecimiento de microorganismos benéficos y aumenta la

permeabilidad de la membrana celular de la raíz que le ayuda a la absorción de agua y nutrientes (Moreta, 2021).

Es importante analizar las alternativas de biofertilización en el cultivo de papa en los sectores que corresponde a los suelos andisoles, esto va proyectado a las mejoras del manejo de esta planta para ayudarle a absorber el P retenido y sobre todo lograr la disminución del uso excesivo de los fertilizantes químicos y conservar su ecosistema.

I. PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La siembra de este cultivo se lo desarrolla en suelos de origen volcánico que tienen de nombre Andisoles que están situados en las cadenas montañosas de América y comprende la zona andina, la problemática que atraviesan estos suelos es la fijación del fósforo hasta un 75-80% y también un alto contenido de aluminio activo. El fósforo P es un elemento muy importante para la nutrición de la planta debido a que su mayor fijación comprende desde las partes altas que son superiores a los 2000 m.s.n.m. En la provincia del Carchi la retención del fósforo destaca al 90% que como efecto negativo es la mala nutrición de la planta (Flores, 2019).

El cultivo de papa tiene un factor muy importante de afectación que es su bajo rendimiento, los valores investigados son respectivamente bajos, estos están estimados con valores de 17,5 TM en el Carchi y 7 TM por hectáreas a nivel nacional, pero en los países como Colombia y Perú tiene una cantidad de 25 TM por hectárea, esto se da por la escasa disponibilidad del fósforo por lo tanto la plantas absorben en bajas cantidades este elemento (Chulde, 2019).

El uso indiscriminado de los fertilizantes químicos ha aumentado los costos de producción en este cultivo, esto hace que el agricultor tenga un riesgo mucho mayor en la inversión, por tal motivo se evaluará las alternativas de biofertilización para poder bajar sus costos de producción (Mora et al. 2018).

Los Agricultores tienen desconocimiento sobre la agricultura orgánica en especial de las alternativas de biofertilización, esto hace que las labores culturales de esta planta son de manera tradicional, y también no existe un fortalecimiento de semillas de calidad.(Romo, 2016). El agricultor también abusa del monocultivo de la papa que como consecuencia realiza un desgaste del suelo y disminuye su carga microbiana (Chulde, 2019).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Los suelos Andisoles de la provincia del Carchi presentan una mayor fijación del fósforo de tal modo que existe bajos rendimientos de este cultivo y se realiza el uso excesivo de los agroquímicos que como consecuencia eleva los costos de producción y esto se da por el desconocimiento de las alternativas de producción por parte de los agricultores.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Las alternativas de biofertilización a base Micorrizas Autóctonas, Micorrizas Comerciales (Safer micorrizas), vermicompost y la combinación de las Micorrizas Comerciales (Safer micorrizas) + el 50% de NPK influirá en la productividad del cultivo ya que estos insumos orgánicos se aplicarán al suelo para ayudar a la solubilización del fósforo y así la planta lo asimile de mejor manera, dicho proceso ayuda al llenado, aumento del tubérculo y sobre todo reducirá los costos de producción (Chulde, 2019).

El cultivo de papa es uno de los más importantes de la Sierra ecuatoriana, se lo produce con mayor frecuencia debido a que es un tubérculo que ocupa la dieta diaria de la alimentación y sobre todo una parte fundamental de la sociedad para el sustento económico. Con las alternativas se aumentarán las producciones de este cultivo con la finalidad de que el agricultor obtenga ganancias y una buena rentabilidad (Puetate, 2019).

Con las alternativas de biofertilización se disminuirá el uso indiscriminado de fertilizantes químicos, pero en especial de los fertilizantes fosforados, que como resultado no habrá un desgaste de los suelos, sus costos de inversión disminuirán y una mejor calidad del tubérculo, por tal razón los suelos del Carchi mejorarán su fertilidad (Narváez, 2016).

Debemos tomar en cuenta que el agricultor tiene desconocimiento de las alternativas de producción. Con esta investigación se podrá brindarles una capacitación dando a conocer que los compuestos orgánicos se lo pueden administrar para una producción mucho mayor, debido a que sus beneficios son varios, pero los más importantes son: el menor costo de producción y mejora lo rendimiento, sobre todo ayuda a la conservación de la naturaleza y mantiene un ambiente sostenible.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

- ❖ Evaluar las alternativas de biofertilización para el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum* L.) cv. Superchola, con el empleo de microorganismos en Andisoles, en la Provincia del Carchi, Cantón Huaca”.

1.4.2. Objetivos Específicos

- ❖ Evaluar el efecto de las alternativas de biofertilización en los aspectos fenológico y productivos.
- ❖ Identificar los mejores tratamientos en rendimiento del cultivo.
- ❖ Analizar el costo/beneficio de los tratamientos en estudio.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ❖ ¿Cuál sería el mejor tratamiento para adaptarlo?
- ❖ ¿Cómo influyen los tratamientos en el cultivo de papa?
- ❖ ¿Qué cantidades de aumento en la producción se obtienen?
- ❖ ¿Cuáles serán los efectos del costo/beneficio de esta implementación?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Según Chulde, (2019) con la investigación realizada en la Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC) con el tema de “Alternativas de fertilización para el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum L.*) con el empleo de Microorganismos solubilizadores de fósforo, Micorrizas y Extracto de Algas”. Se ha demostrado que a través de las micorrizas y en general de la biofertilización da un mejoramiento a la calidad y producción de papa, tienen procedimientos positivos al momento de la absorción de nutrientes y en especial la asimilación del P. Los análisis realizados al tratamiento T4 (100% NK + 75%P + Fosfotic + Safer Micorrizas) se generó un resultado auténtico en cuanto al rendimiento considerable es de 20,88 t/h⁻¹ y se puede constatar que las alternativas si presentan rendimientos favorables para al agricultor.

Puetate, (2019) con la investigación de “Alternativas de fertilización para el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum L.*) con el empleo de micorrizas, microorganismos solubilizadores de fósforo y biol de producción local en El Ejido, Montufar, Carchi”. En cuanto a los estudios de las micorrizas que nos presentan, son tan beneficiosas para el suelo y sobre todo una de las características más importantes es el proceso de la simbiosis entre planta-micorriza, esto le ayuda a mejorar los niveles de nutrición en la planta. Luna et al. (2020), por tal motivo nos presenta los resultados de sus tratamientos demostrándose que si benefician a la planta como es en el caso del T1(100%NPK) y T3(100%NPK+Safer Micorrizas) nos dice que se obtuvo mayor poder de germinación, esto permite que en cuestión del suelo y de la planta, con la presencia de estos microorganismos brindan una mejor asimilación de nutrientes. En cuanto a la variable del número de tubérculos nos presenta que el T3 (100%NPK+Safer Micorrizas) en uno de los mejores promedios con una cantidad de 30.9 tubérculos por planta.

Mora et al. (2019), nos menciona con el Artículo de investigación del tema: “Combinación de dos biofertilizantes y fertilización química en la producción de *Solanum tuberosum cv. Superchola* en Andisoles ecuatorianos”. Su método de tratamiento es sobresaliente con buenos resultados, como en el caso del T7 que consiste en 100% NK + 75% P + Fosfotic + Micorrizas, dando como resultado una

variación del número promedio de tubérculos con una cantidad de 19,42 tubérculos por planta, y por lo tanto la más alta entre los otros tratamientos.

Narváez, (2016), investigó la Evaluación de microorganismos solubilizadores de fósforo, micorrizas y compost, en la productividad del cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*), bajo condiciones semi controladas, Carchi – Ecuador, nos presenta el resultado del mejor tratamiento T7(tierra + compost + fosfotico + micorrizas) a comparación con los demás, nos da un rendimiento de tubérculos por planta es de 816,48 gramos, como conclusión que las micorrizas con combinación de otro componentes si traen beneficios al rendimiento y si funcionan las alternativas.

Sandoval et al. (2015) Así mismos con la investigación “Efectos de la aplicación de un vermicompost en las propiedades químicas de un suelo salino-sódico del semiárido venezolano”, nos ayudan a descubrir que si se ha obtenido resultados positivos como es en el caso del vermicompost que en los suelos salinos se ha evidenciado una baja cantidad de salino-sódico y otra finalidad también nos menciona que baja el pH a un valor óptimo para las plantas que al inicio fue de 8,06 y al final presentó un valor de 6,80. También nos menciona que con la práctica de la fertilización orgánica o en combinación se dice que bajan los costos de producción que ayudaría a reducir los gastos al agricultor.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Cultivo de la papa

2.2.1.1 Origen de la papa

El cultivo de papa (*Solanum Tuberosum L.*) es el tubérculo que salió de los Andes, desde sus inicios lo cultivaban en Chile, Perú, Bolivia. Pero Perú fue donde dio origen a este tubérculo en esta parte del mundo se dio los primeros pasos de este cultivo. En la actualidad es un cultivo de importancia a nivel mundial, es el cuarto alimento que más consumen las personas y únicamente es superado por el trigo (Castro et al., 2019).

2.2.1.2 Clasificación Taxonómica

Tabla 1. Taxonomía de la papa.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Familia	Solanaceae
Género	Solanum
Subgénero	Potatoe
Sección	Petota
Serie	Tuberosa

Fuente: (Márquez et al., 2020)

2.2.1.3 Las Etapas Fenológicas de la papa.

Brotación o Emergencia:

Este proceso da su inicio después de que el suelo sea preparado correctamente y colocado la semilla en los surcos, para esta etapa se debe de administrar semillas de calidad libres de cualquier contaminación, luego de haber realizado este proceso la semilla sufrirá cambios bioquímicos que procederá a generar una nueva planta. Tiene un tiempo entre los 15 a 30 días.

Etapas de crecimiento

En esta etapa como primer comienzo se da la fotosíntesis para un normal desarrollo de la planta, esto forma las hojas, tallos, flores y ramas, pero en la parte baja de la planta que está debajo del suelo procede a la formación de estolones.

Nódulo de inicio

El proceso de crecimiento de la planta continua, esto comprende su parte aérea, pero en la parte subterránea la planta comienza a formar los primeros tubérculos que se producen en los estolones. Se da a los 60-90 días.

Rellenado de tubérculos

En algunas variedades va existir el inicio de la floración y la parte subterránea existe mayor actividad de absorción de carbohidratos y nutrientes por parte de los tubérculos.

Etapas de madurez

En esta última etapa la planta comienza a descender o marchitarse, empieza su proceso de madurez. La papa alcanza su mayor madurez (Castillo et al., 2018).

2.2.1.4 Requerimientos Edafoclimáticos

Este cultivo debe estar presente desde los 2400 hasta los 3800 m.s.n.m.

Temperatura: es de 8°C a 18°C esta es la más adecuada para esta planta, si existe presencia de temperaturas de fríos extremos la planta presenta tubérculos pequeños y si es demasiado superior al rango los tubérculos no presentan una formación adecuada.

Humedad: debe de ser relativamente moderada, es importante tomar en cuenta este factor para obtener un excelente cultivo.

Suelo: el suelo óptimo para este cultivo debe de ser rico en materia orgánica, con tierra suelta, y su rango óptimo de pH es 5.5 – 6.

La luz: para obtener una buena tuberización los fotoperiodos cortos son favorables y para lograr un buen crecimiento, los largos fotoperiodos son esenciales para este proceso.

Viento: la velocidad del viento debe de ser menor a los 20km/h ya que causan reducción en su rendimiento y daños.

Agua: por ciclo de producción está entre los 600 a 1000 mililitros (Zuñiga et al., 2017).

2.2.1.5 Importancia del Cultivo

Es uno de los cultivos alimentarios más importantes a nivel mundial. En términos de rendimiento e importancia nutricional, la papa ocupa el cuarto lugar después del arroz, el trigo y el maíz. La producción mundial anual es de aproximadamente 377 millones de toneladas, cubriendo Alrededor de 19 millones de hectáreas con un rendimiento promedio de 19,5 tha-1 (Márquez et al., 2018).

Este cultivo es muy importante en ciertas temporadas ya sea para la utilización de industrias o consumo de la población, esto es atravesado por la historia andina y su forma común dicha este tubérculo es el alimento para la gente o la madre del crecimiento (Narváez, 2016).

2.2.1.6 Valor Nutricional de la papa

Es el alimento de la dieta diaria de la humanidad, debido a que sus componentes que aportan energía, es un alimento ideal para la digestión como es la acidez estomacal, problemas intestinales o hepáticos. Este tubérculo también actúa como un alcalinizante que favorece al organismo en la expulsión de toxinas y la mineralización del organismo, por otro lado, su enriquecimiento de potasio que tiene este tubérculo ayuda a eliminar los líquidos en el caso de que las personas que tengan obesidad y está lo causa por la retención de líquidos, este tubérculo se lo debe de almacenar en lugares frescos y secos, que no estén expuestos a la luz (Mamani, 2016).

Tabla 2. Valores Nutricionales de la papa.

Análisis	Unidad	Ministerio de salud (papa)
Calorías	Kcal	80.0
Calcio	mg/100g	9
Fosforo	mg/100g	47.0
Hierro	mg	0.5
Caroteno	u	10.02
Tiamina	mg	0.09
Riboflavina	mg	0.09
Niacina	mg	1.67
Ácido ascórbico	mg	14.0
Potasio	mg	570
Vitamina B ₆	mg	0.25
Humedad	%	75,0
Proteína	%	2.5
Grasa	%	0.1
Fibra cruda	%	0.6
Ceniza	%	-
Carbohidratos	%	18,0

Fuente: (Mamani, 2016)

2.2.1.7 Requerimientos nutricionales de la papa

El cultivo de papa requiere muchos nutrientes, principalmente nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) durante todo el ciclo, es una de las hortalizas más rentables con altos costos de producción, lo que resulta un uso excesivo de insumos (plaguicidas, agua y fertilizantes) (Sifuentes et al., 2013).

Este cultivo absorbe en gran cantidad los nutrientes lo que requiere de una cantidad de 300 kg de N, 100 kg de P₂O₅ y 500 kg de K₂O esto es por hectárea que nos da como producción total de 56 toneladas por hectárea (Fabara & Punina, 2014).

2.2.1.8 Variedades cultivadas en el Carchi

En la provincia del Carchi se estima un área total de cultivo sembrado de 7.566 hectáreas y 7.241 de cosecha en producción anual es de 152.741 toneladas, la variedad que más se cultiva en esta parte del Ecuador es la superchola que ocupa el 50% de siembra y el otro 50% ocupan las variedades Capiro, única, Cecilia (Vélez, 2018).

En general tenemos las variedades que sobresalen que son nativas del Ecuador, pero en si son mejoradas para lograr una calidad de semillas, estas son la Fripapa, Secilia, Victoria, Gabriela, Estela y las nativas son: Puca Shungo, Yana shungo, super chola, estas fueron mejoradas por el INIAP.

Este tubérculo tiene diferentes variedades que es muy importante mencionarlas a continuación: Puña, Uvilla, Superchola, Chola, Libertan, Chaucha, Alpargata, Carrizo, Bolona, Coneja, Yema de Huevo, Leona Negra, Pata de perro, Papa pera, Jubaleña, entre otras, estas variedades papas son altamente apreciadas por los agricultores indígenas y científicos ya sea por sus propiedades organolépticas como sus propiedades agrícolas (Calderón, 2022).

2.2.1.9 La variedad de Super Chola

Genética de la variedad super chola

Esta variedad tiene una gran importancia en las zonas agrícolas ya que son el sustento de varias familias, (Fuehala, 2020) la genética de la papa superchola viene generada por señor German Bastidas que fue residente de la ciudad de San Gabriel-Provincia del Carchi. su proceso de cruzamiento fue entre (*Curipamba negra x solanum demissum*) x (clon resistente con pulpa amarilla x chola seleccionada), Fue entregada a los agricultores en 1984, en su mayor parte cada familia agricultora de la zona del Carchi recibió esta variedad (Pumisacho & Sherwood, 2002)

Las Características morfológicas

Es un tubérculo de un porte mediano con la piel rosada lisa, su pulpa es amarilla pálida, en su contorno tiene ojos superficiales (Solano, 2018).

Hojas y follaje: son de desarrollo rápido en si su mata es de color verde muy intenso, tiene también una pigmentación purpura (Mafla, 2019).

Tallo: Los tallos de estas plantas son pigmentados, son muy numerosos sus tallos, su altura promedio es de entre 0.70 a 1m.

Sus flores: son de color morado y son numerosas.

Raíz: esta se forma a partir de la semilla de tubérculo, no tiene una raíz principal y es tan fibrosa.

Tubérculos: Tienen una forma ovalada con la piel rosa, su pulpa es amarillo, y tiene ojos superficiales al contorno (Fueftala, 2020).

Altura: 2800 – 3400 m.s.n.m. (Mamani, 2016).

2.2.2 Los Aspectos agronómicos

Preparación del suelo

El cultivo de papa es uno de los cultivos con gran importancia económica, por lo tanto, se debe de realizar una preparación de suelo rigurosa que como requerimiento para este cultivo debe de ser un suelo profundo y lo más importante que tenga un buen drenaje tales como los suelos franco arenoso y francos, pero cabe recalcar que se debe tomar en cuenta que deben ser ricos en materia orgánica y en especial muy fértiles. La preparación del suelo son los diferentes pasos hasta llegar a una tierra suelta, por tal motivo al momento de realizar las pruebas físicas como es la de coger un poco de tierra en la mano y apretar si observamos que queda pegada no está apto para sembrar y si queda la tierra suelta es apto ya para sembrar comenzando desde el surcado, en ciertos casos se debe de tomar en cuenta la desinfección del suelo para evitar el ataque de las plagas y enfermedades (Fabara & Punina, 2014).

Arada

Por lo general este cultivo requiere una buena profundidad lo que debe de ser su labor de arado de unos 30 a 35cm de profundidad, pero es importante mencionar que esta labor se la debe de realizar días antes de la siembra para que los restos vegetales

tengan una óptima descomposición y sobre todo cuando esté el cultivo ya establecido las malezas no le afecten.

Nivelación o Rastrada

Esta es una práctica necesaria para el suelo que hace que las partículas de gran tamaño con el pasar de esta herramienta hace que las destruya y al suelo lo convierte más suelto hasta que lograr un suelo mullido, esto se lo realiza a una profundidad de 2cm.

Drenaje

Esta parte depende de la contextura del suelo si en caso de existir encharcamiento de agua se debe de proceder al realizar zanjas para que filtren el exceso de agua para contrarrestar las enfermedades que causarían al cultivo.

Surcado

El surcado se debe de realizar un día antes de la siembra, esto ayuda a preservar la humedad del suelo, otro aspecto importante es tener en cuenta que el equipo que esté realizando el surcado debe de hacerlo pacientemente(despacio), esto evita el deslizamiento de tierra en el caso de pendientes (Torres et al., 2011).

Preparación de la Semilla

Este método tiene una gran importancia en el cultivo, puesto a que, con una selección, y preparación de semilla lograríamos asegurar una buena cosecha. Se debe iniciar con semilla de alta calidad libre de enfermedades, plagas y sobre todo de los virus.

La preparación se la debe de realizar con la aplicación de los diferentes productos químicos que se encuentran en los almacenes de agroquímicos como son: nematicidas, bactericidas e insecticidas, esta forma también ayuda a desinfectar el suelo. Tener en cuenta que al momento de manipular la semilla se debe de observar que tengan brotes (Ortiz & Arteaga, 2021).

Siembra

La semilla se coloca en medio del surco, su distancia entre tubérculo depende de su uso ya sea para semillas o comercialización que está en un rango de 25 a 50 cm. La cantidad de tubérculos depende del tamaño de la semilla, pero en general se siembra una papa (Fabara & Punina, 2014).

Fertilización

Para asegurar una gran cantidad de producción en el cultivo de papa se debe de conllevar a la práctica de la fertilización en los casos de que el suelo sea pobre en nutrientes, por tal razón la fertilidad del suelo ayuda a mejorar la cantidad y calidad (Morales et al., 2012).

Fertilización Química

La fertilización química es uno de los papeles importantes en el cultivo de papa, debido a que cumplen grandes funciones con el aporte de nutrientes que realizan la fácil disponibilidad de estos requerimientos nutricionales de la planta, también se menciona una cualidad importante que ayudan a la retención del agua y es usado especialmente por la planta. Cabe mencionar que este tipo de fertilización ayuda a retener los componentes de nutrientes minerales impidiendo que se pierdan por cualquier factor (Campos, 2014).

Esta tecnología es muy utilizada para los diferentes especialidades y finalidades de este cultivo, pero la más importante en mejorar es la de aumentar significativamente los rendimientos.

Las grandes cantidades que demandan de nutrientes este cultivo son: el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) (Coro, 2015).

Nitrógeno(N): ayuda al mayor desarrollo de las plantas.

Fósforo(P): origina el mayor desarrollo de las raíces y fortalecimiento del tubérculo.

Potasio(K): este nutriente ayuda al mejoramiento de la calidad del tubérculo (Campos, 2014).

En el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum L.*), en los últimos años que se ha venido evidenciado de que en ese transcurso ha ido aumentando el exceso de insumos químicos, debido a esta problemática la planta hace una dependencia de estos productos para poder tener una buena producción, hace que esta práctica de manejo del cultivo aumenta en cifras altas sus costos de producción e impactos en el medio ambiente como es la contaminación y grandes desequilibrios en los agroecosistemas (Gonzales, 2021).

La finalidad de esta fertilización en el cultivo da como recompensa a la falta de cualquier nutriente que le falte a la planta para que pueda mejorar sus características físicas, químicas y biológicas, otro factor más importante también es la de aumentar en cantidades considerables para los productores la producción que da como beneficio un aumento económico y se rentable.

Este cultivo requiere de mayores cantidades son los macronutrientes que son el Nitrógeno(N), Fósforo(P), Potasio (K), son los elementos que requiere mayores cantidades en la planta (Parra, 2013).

Control de malezas

Este tipo de malezas o malas hierbas deben ser rápidamente eliminadas del interior o contorno del cultivo debió a que este tipo de plantas compiten por los nutrientes, espacio y agua que afectan a la planta del cultivo, cabe recalcar que cualquier tipo de malezas son las hospederas de cualquier enfermedad y plagas que causan daños graves al cultivo (Inostroza et al., 2017).

2.2.3 Labores Culturales

Deshierba

Consiste en aflojar la tierra y eliminar el exceso de las malezas para que el cultivo tenga la libertad de absorber sus nutrientes y también la libertad de crecimiento o su óptimo desarrollo, esta práctica se la hace entre los 70 a 90 días luego de la siembra.

Aporque

La práctica en el cultivo tiene varios objetivos que dan un mejoramiento al cultivo ya sean en varios aspectos, estos son: enervar el suelo, eliminar las malezas, dar sostenimiento a la planta, dar un recubrimiento a la planta en la parte de la raíz para su mejor desarrollo de los tubérculos (Estrada, 2013).

Labor Fitosanitarios

Las labores fitosanitarias son muy importantes en el cultivo papa para poder asegurar las producciones altas. En la provincia del Carchi se menciona que las plagas que más perjudican a este cultivo es la mosca minadora, la polilla y el gusano blanco, pero por otro lado las enfermedades fungosas con más periodicidad es la lanchara que hace que a menudo en temporadas lluviosas se debe de hacer las aplicaciones de

fungicidas, en otro aspecto la plaga con más severidad de ataque al cultivo es el gusano blanco (*Premnotrypes bórax*), está afecta al tubérculo que al momento de hospedarse ellas se alimentan de la papa realizando así galería o canales pequeños, esto hace que se reduzca la calidad comercial del producto (Flores, 2019).

En la actualidad se presentan infinidad de químicos para contrarrestar cualquier tipo de plagas o enfermedades para ayudar a producir este tipo de cultivo, cabe recalcar que se debe de dar un buen manejo de estos productos ya que perjudican a la vida silvestre y la naturaleza con contaminaciones severas en si tener el apoyo de una especializado con estos productos (Parra & Murcia, 2020).

Cosecha

El tiempo óptimo de cosecha es cuando el cultivo de papa ha alcanzado su madurez fisiológica y su madurez comercial del tubérculo, estas características se presentan en la planta a partir de su follaje que está en un color amarillento y procede a secarse, otro aspecto importante que se evidencia es cuando la cáscara del tubérculo ya no se desprende fácilmente y se mantiene intacto (Terán, 2013).

El método de cosecha más empleado es con el proceso de cavar que se lo realiza con un gancho o comúnmente azadón.(Terán, 2013) Pero por otro lado se emplean otros métodos como es con yunta o manualmente y mecanizado que cualquiera de estos métodos son eficiente para la recolección rápida de los tubérculos en sí son los más requeridos al momento de la cosecha (Flores, 2019).

Almacenamiento

Los métodos tradicionales que se practica a nivel del Ecuador en el tema del almacenamiento de papa, se evidencia que existen problemas en el tubérculo ya sea por diferentes afectaciones como es la pudrición, deshidratación y malformaciones, cabe recalcar que los tubérculos que han sido cosechados son más propensos a alterar su estado natural por cualquier patógeno, por lo tanto, su almacenamiento correcto debe estar en una rango de temperatura que oscila entre los 4 a 7°C con una prolongación de 5 meses y una humedad relativa del 90%, también debemos de tomar en cuenta que el lugar donde va a estar almacenada este con un acorde ventilación (Morillo, 2018).

Tomar en cuenta que el almacenamiento de la papa debe establecerse con la vida máxima dependiendo de su historial de su cosechado y producción para salvaguardar su calidad y madurez óptima (Pérez, 2014).

2.2.4 Principales plagas y enfermedades

Tabla 3. Plagas y Enfermedades.

Plagas		
Nombre Común	Nombre Científico	Descripción
Gusano Blanco	<i>Premnotrypes bórax</i>	Adultos: de un cuerpo de color gris que miden 7mm de largo y 4mm de ancho. Larvas: de color cremosos y su cabeza es de color café miden de 11 a 14 mm de largo. Huevos: son cilindros ligeramente ovalados de color blanco cremosos.
Pulguilla	<i>Epitrix spp</i>	Se presentan en épocas secas, pero en ciertos casos en épocas lluviosas y en suelos arenosos. Son de la familia Chrysomelidae, de orden coleóptera.
Trips	<i>Frankliniella tuberosi</i>	Están en épocas secas, alternadas por lluvias esporádicas y en suelos arenosos, también se debe eliminar las malezas.
Mosca Minadora	<i>Liriomyza spp.</i>	Están en climas cálidos con temperaturas de 21 a 31 °C y en zonas secas.
Paratrioza	<i>Bactericera cockerelli</i>	Esta plaga es una de las más nuevas en este cultivo que perjudico en gran mayor parte de los cultivos en las zonas

paperas, esta plaga al momento de inyectar para alimentarse del floema libera una toxina que daña a la planta.

Hongos

Nombre Común	Nombre Científico	Agente Causal
Lancha negra, tizón tardío o gota.	<i>Phytophthora Infestans</i>	Oomiceto - <i>Phytophthora Infestans</i>
Royal	<i>Puccinia pittieriana</i>	El Hongo: <i>Puccinia pittieriana</i> .
Rizoctoniasis, costra negra o media blanca.	<i>Rhizoctonia solani</i>	El Hongo: <i>Rhizoctonia solani</i>
Pudrición seca	<i>Fusarium spp</i>	El Hongo: <i>Fusarium spp</i>
Sarna Polvorienta	<i>Spongospora subterránea</i>	El Hongo: <i>Spongospora subterránea</i>

Fuente: (Rodríguez, 2018), (Raura, 2021)

2.2.5 Las Alternativas de Biofertilización

2.2.5.1 Micorrizas Autóctonas

Las micorrizas autóctonas están situadas en el suelo, estos hongos son parte de él que en su mayoría habitan en toda la naturaleza. Las micorrizas existen desde mucho tiempo atrás, su descubrimiento fue hace más de 100 años y que desde ese tiempo realizan la simbiosis entre planta y estos hongos. (Núñez et al., 2020), las micorrizas son los hongos que más beneficios traen al suelo por medio de la simbiosis micorrícica según las investigaciones realizadas son los procesos más antiguos y muy extendidas por el mundo, e incluso estas micorrizas están presentes en los suelos degradados, áridos o ya que sean alterados por la actividad humana (Carosio, 2017). Las micorrizas tienen una compatibilidad simbiótica de un 80% con las plantas terrestres que corresponde a una gran formación de las micorrizas arbusculares (Ramos & Quintana, 2017).

Las micorrizas tienen una clasificación de tres tipos que son: ectomicorrizas, endomicorrizas y ectomicorrizas. La de más importancia en la agricultura son las

endomycorrizas, estas son las que se trascienden a través de las raíces y alcanzan a la célula siempre al interior de ella.

Las endomicorrizas se las encuentra de diferentes estructuras:

Las hifas: estas son extendidas por la superficie de la raíz, esto hace que aumente la absorción de los líquidos y nutrientes.

Las vesículas: son las protuberancias que están cubiertas por la membrana plasmática, pero en si algunas especies puede que no estén presentes.

Los arbuscúlos: son intracelulares y ramificadas, estas son localizadas en las células que está cerca al cilindro vascular y esto hace que transfiera nutrientes desde el suelo hasta el hospedero (Carosio, 2017).

Su función

La forma de interactuar las micorrizas con cualquier tipo de planta es ayudándoles y permitiéndoles absorber los nutrientes y sobre todo les ayuda a resistir al estrés hídrico e impide la entrada de los patógenos y estos resultados se presentan con el estado fisiológico de la planta. Una planta que eventualmente tenga micorrizas tiene la ventaja de desarrollarse en tierras infértiles (Núñez et al., 2020).

Estos organismos tienen una gran importancia en la vida de la naturaleza debido a que están presentes en una serie de procesos especialmente en el reciclamiento de la materia orgánica que conlleva a la conservación y formación del suelo, cabe recalcar que también ayudan al equilibrio del ecosistema natural (Wagner et al., 2021).

Tabla 4. Conteo de las esporas e identificación de microorganismos de micorrizas autóctonas

	Microorganismos	Recuento
Hongos Micorrízicos	Glomus sp.	6 x 10 ⁵ esporas/g
	Gigaspora sp.	4 x 10 ⁴ esporas/g
Bacterias	Bacillus sp.	2 x 10 ² UFC/g
Hongos y levaduras	Rhizopus sp.	3 x 10 ² UFC/g
Fitopatógenos	----	---

Fuentes:(Agromundo, 2018)

2.2.5.2 Micorrizas Comerciales (Safer Micorrizas)

Son micorrizas arbusculares están constituidas por: micelio, esporas y propágulos, (Puetate, 2019) son incorporadas al suelo, bioestimuladores radiculares que a través de la raíz y el hongo tienen beneficios mutuos que aumenta la productividad que a través de este uso ayudan a bajar el índice indiscriminado de los químicos que da progreso a una agricultura amigable y sostenible con el ambiente. Este tipo de hongos y conjuntamente el accionar con la planta tienen un gran beneficio mutuamente que entre si se ayudan en la vida natural.

Características de las Safer Micorrizas

Tienen diferentes especies como son: (*Glomus Fasciculatum*, *Entrophospora colombiana*, *Acaulospora rugosa*, *Glomus manihotis*, *Glomus mosseae*, *Scutellospora heterogama*.), con un pH de 5 a 6, una humedad gravimétrica de 15% máximo, un porcentaje de raíces colonizadas del 70% mínimo, una concentración de esporas de 300 esporas/gramo, su presentación comercial viene en bulto de 10 a 50 kilogramos (Chulde, 2019).

2.2.5.3 El vermicompost

El vermicompost es uno de los componentes nutricionales muy importante para las plantas, puesto a que el proceso que conlleva a la elaboración de este fertilizante orgánico es con la ayuda de las lombrices debido a que esta se alimenta con los restos vegetales y sus eses que eliminan son los componentes orgánicos en otras palabras

los restos orgánicos los transforman en una materia rica en nutrientes (Santana & Turpo, 2021).

Este material orgánico tiene un valioso potencial agrícola que como resultado ayuda a mejorar el suelo en cuanto a las propiedades fisicoquímicas y bioquímicas, en especial los suelos infértiles, otra ventaja que se menciona del vermicompost es que mejora la estructura del suelo, proceden al mejoramiento de retener el agua y a la mayor disponibilidad de nutrientes (Villegas & Laines, 2017).

2.2.5.3.1 Propiedades Nutricionales

Tabla 5. Propiedades nutricionales del Vermicompost.

Materia Orgánica	65-70%
Humedad	40-45%
Nitrógeno, N₂	1,5-2%
Fosforo como P₂O₅	2-2,5%
Sodio	0,2%
pH	6,8-7,2
Carbono Orgánico	14-30%
Calcio	2-8%
Potasio como K₂O	1-1,5%
Ácidos Húmicos	3,4-4%
Magnesio	1-2,5%
Cobre	0,05%

Fuente. (Villegas & Laines, 2017)

2.2.5.4 Fertilizante NPK

Los fertilizantes que están constituidos por NPK es el resultado de la fabricación de las grandes empresas, existen una serie de variedades de estos minerales que dependen de un proceso del fabricante, los fertilizantes están constituidos de diferentes tipos de partículas, como son: píldoras, cristales, granulados, polvo de grano grueso compactado o fino, perlados.

En su mayoría estos fertilizantes están compuestos de los nutrientes primarios con un porcentaje al 5% (N, P₂ O₅, K₂O). La mayoría de las plantas necesitan la adición de estos fertilizantes, de tal modo que cumplen una serie de actividades (Flores et al., 2020).

2.2.5.4.1 Estructura del NPK

Tabla 6. Composición del Fertilizante Químicos (NPK).

	Retape 12-30-16	Aporque 13-00-30
N	12%	13%
P₂O₅	30%	0%
K₂O	16%	30%
Mg	1,6%	3%
S	1,9%	3,8%
Ca	1,4%	1,5%
Zn	0,3%	0,2%
B	0,1%	0,3%

Fuente: (Agromundo, 2018).

Nitrógeno (N)

Este es un componente que requiere la planta para la ayuda de su crecimiento y también para los procesos de desarrollo de las plantas y un buen rendimiento. El proceso de absorción es mediante por el suelo que llega como nitrato (NO_3^-) o de anónimo (NH_4^+). Esto hace que la planta una vez que absorba, proceda con una función de transformación que resultan en amino ácidos y proteínas.

Fosforo (P)

Tiene un proceso de transferencia de energía que ayuda a cumplir el proceso de la fotosíntesis y otros procesos fisiológicos-químicos. Este reemplaza el 0,1 – 0,4 % del extracto de la planta seca. Por lo general este nutriente es escaso en los suelos.

Potasio (K)

Este nutriente tiene un sinnúmero de funciones, una de ellas es activar 60 enzimas, también ayuda a tolerar la sequía, salinidad, heladas y mejora la moderación hídrica, está reemplazado por un 4% del extracto de la planta seca (Rojas, 2018).

2.2.5.5 Los suelos Andisoles

Andisol es típicamente el suelo que cubre más de 124 millones de hectáreas de la tierra, o el 0,84% de la tierra. La cantidad total de estos suelos en la superficie de la Tierra es pequeña ya que todas las áreas son utilizadas para la agricultura y los grupos

de población (Sanchez & Rubiano, 2015). Por lo general los suelos andisoles tiene una característica de retener el fósforo (P) que da como resultado las bajas producciones en la agricultura (Bayuelo et al., 2019).

En el Ecuador los suelos altos de la sierra, son Andisoles que tiene un cubrimiento del 30% y una superficie de 8438650 hectáreas. Que resultan de un proceso de las cenizas volcánicas y su cualidad es la paralización del fósforo (Paucar et al., 2015).

La característica importante que se debe de tomar en cuenta para su análisis de los suelos es que el fósforo es inmovilizado hasta un 75 % que como resultados en los distintos agricultores los lleva al uso indiscriminado de los fertilizantes químicos para reponer este nutriente faltante (Mora et al., 2018).

Los andisoles tienen una gran diferencia al resto ya que estos proceden de los resultados de las erupciones volcánicas por tal razón es que nos son iguales a los Ultisoles, Vertisoles, Oxisoles, Mollisoles, Inceptisoles, Entisoles, Aridisoles, Alfisoles. La mayoría de los Andisoles es la formación que atravesado la meteorización y la metamorfosis de los vidrios volcánicos y los restos de los materiales piroclásticos (Flores, 2019).

En la actualidad estos suelos se han visto afectados por la erosión y la degradación que a largo del tiempo afectan y afectarán en la agricultura por tal razón se debe de adquirir nuevos manejos o procesos tecnológicos que ayuden a contrarrestar estas problemáticas como es el uso de las alternativas de biofertilización (Flores, 2019).

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

Cuantitativo: se recolectaron datos numéricos de la investigación de campo para la evaluación de la hipótesis con análisis estadístico y numérica.

Cualitativo: Se realizó la revisión de la planta de cómo iba su evolución para revisar su estado fisiológico y cómo se presenta su calidad, calibre y producción.

3.1.2. Tipo de Investigación

Experimental

Se realizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) y se utilizó la prueba de tukey al 5% para las diferencias entre tratamientos.

Campo

Esta investigación se la realizó en el Centro Experimental “San Francisco” de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi del Cantón Huaca.

Bibliográfica

Tomando en cuenta que para la realización de esta investigación se utilizó diferentes referencias o documento de una serie de autores como son: artículos científicos, revistas, libros, páginas web, blogs, entre otras. Son de dicha confianza para sustentar las variables investigadas.

3.2. HIPÓTESIS

Ha: Las alternativas de biofertilización, con el empleo de microorganismos en Andisoles mejora el rendimiento en el cultivo de papa.

Ho: Las alternativas de biofertilización, con el empleo de microorganismos en Andisoles no mejora el rendimiento en el cultivo de papa.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 7. Definición y Operacionalización de variables.

VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	TECNICAS	INSTRUMENTOS
Variable Independiente: Aplicación de biofertilizantes.	Micorrizas Autóctonas	A la siembra, se aplicó la dosis de 10gr alrededor de la semilla.	manual	Pesaje en balanza digital
	Micorrizas Comerciales (Safer Micorrizas)	A la siembra se aplicó dosis 10gr alrededor de la semilla.	Manual	Pesaje en balanza digital
	Vermicompost	A la siembra Se incorporo una dosis de 220gr por semilla.	Manual	Pesaje en balanza digital
	Micorrizas Comerciales + 50%NPK	Ala siembra se empleó una dosis 10gr alrededor de la semilla, y en el retape y aporque se aplicó el 50% de NPK con una dosis 17.65 gr/planta, retape (12-30-	Manual localizado	Pesaje en balanza digital

		26) y aporque (13-00-30).		
	Testigo 100%NPK	En el retape (12-30-26) y aporque (13-00-30) se aplicó la cantidad 35.3 gr/planta.	La aplicación Localizada.	Pesaje en balanza digital
	Número de plantas emergidas.	A los 35 días después de la siembra se realizó la observación de cuantas plantas emergieron.	Conteo manual y Registro.	Libretas de campo.
Variable Dependiente: Cultivo de papa (desarrollo y producción).	Número de tallos.	A los 40, 60, 80 dds se realizó el conteo de los tallos o brotes por planta.	Conteo manual y registro.	Libros de registro de campo.
	Altura de tallos	A los 40, 60, 80 dds se efectuó la medición en cm desde la base del tallo hasta el ápice de	Observación del tallo sobresaliente, medición manual.	Flexómetro, Libreta de registros.

	las hojas, del tallo seleccionado.		
Diámetro de tallos.	Se lo realizó, a los 40, 60, 80 días después de la siembra se midió en cm con calibrador (pie de rey), tomando en cuenta el tallo mejor desarrollado por la planta.	Medición manual.	Calibrador (pie de rey) y registro.
Número de Tubérculos por planta. (u)	En la cosecha se lleva a cabo el conteo de los tubérculos por planta.	Conteo manual	Herramientas de trabajo y registros.
Número y Calibre (1ra, 2da, 3ra)	En la cosecha se lleva a cabo la clasificación y conteo de tubérculos por calibre.	Clasificación manual y conteo manual.	Registros.
Peso de los tubérculos por planta total y por	En la cosecha se procederá pesar en kg/	Observación.	Balanza digital, Registro.

categorías (1ra, 2da, planta y de acuerdo a las
3ra) categorías.

Análisis económico
costo beneficio.

Después de la
comercialización de la
papa, se realizó el
análisis costo/beneficio
para mencionar que
tratamiento fue mejor.

Análisis Matemático.

Utilidad (USD) / Costo
Total por cada
tratamiento a ha =
Costo/Beneficio

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Características de la unidad experimental

Esta investigación se la realizó en un área de $525 m^2$, con un total de 20 parcelas, cada parcela cuenta con 5 surcos que consta de 6 plantas que da un total de 30 plantas por cada unidad experimental, la distancia de siembra que se empleó entre semilla es de 0,50cm y entre surco de 1 metro.

3.4.2. Descripción del ensayo.

Tabla 8. Características del ensayo

Número de tratamientos	Cinco (5)
Número de repeticiones	Cuatro (4)
Número de unidades experimentales	Veinte (20)
Área total del ensayo	$525 m^2$
Área de la parcela	$15 m^2$

3.4.3. Población y Muestra.

La población está constituida por los $300 m^2$ con un total de 600 plantas en 20 parcelas experimentales cada una formada de $15m^2$ con 30 plantas.

La muestra está constituida por la parcela neta de $3 m^2$ con 6 plantas, con un total de 120 plantas.

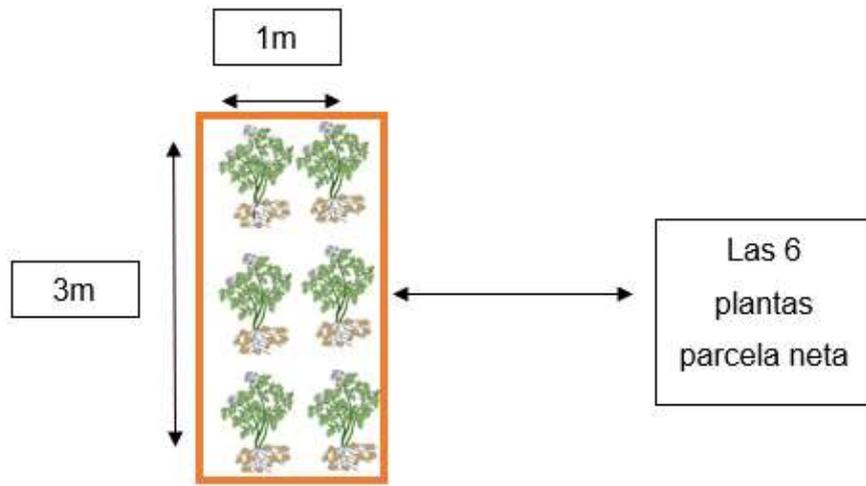


Figura 1 . La parcela Neta

3.4.4. Tratamientos.

Tabla 9. Tratamientos del Ensayo Experimental.

N.º	Tratamientos	Descripción
T1	Micorrizas Autóctonas	10gr/semilla
T2	Micorrizas Comerciales (Safer Micorrizas)	10gr/semilla
T3	Vermicompost	220gr/semilla (Medina, 2019)
T4	Micorrizas Comerciales + 50% NPK	10gr/semilla + 50% de NPK se aplicó el 17.65 gr/planta. Retape se aplicó 12-30-16 y Aporque el 13-30-00.
T0	100% NPK	100%NPK, 35.3 gr/planta, Retape se aplicó 12-30-16 y Aporque el 13-30-00.

Tabla 10. Tratamientos designados por parcela.

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

3.4.6. Variables Evaluadas

Variable dependiente: Cultivo de papa (*Solanum Tuberosum L.*).

a) Porcentaje de plantas emergidas (%).

Se realizó la observación minuciosamente de las plantas emergidas a los 35 días después de la siembra, llevando a cabo la variable del porcentaje de plantas emergidas, constatando así la germinación de las semillas con un conteo manual y registrando.

b) Número de tallos (u)

Este conteo de los tallos se lo desarrolló a las 40, 60, 80 días posterior a la siembra, en cada una de las parcelas, con las respectivas plantas seleccionadas para el muestreo, esto se lo realizó mediante la observación visual, conteo manual y registro.

c) Altura de tallos (cm)

Se lo realizó a los 40, 60, 80 días después de la siembra, tomando en cuenta los tallos más sobresalientes y vigorosos que se observen, se lo puede medir desde la base del tallo hasta el ápice de las hojas con una cinta métrica y su respectivo registro.

d) Diámetro de tallos (cm)

A los 40, 60, 80 días después de la siembra se procedió a la selección y clasificación del tallo con buen desarrollo que presentaban las plantas. Para la obtención de este

diámetro de tallo se utilizó un calibrador o pie de rey dejando unos 2 a 3cm del suelo hasta la parte media del tallo.

e) Número de tubérculos por planta (u)

Este proceso se lo realizó al momento de la cosecha que fue cumpliendo su vida fisiológica de la planta que es a los 6 meses de haber pasado diferentes procesos ya está lista para cosechar, posteriormente se procederá a cosechar las plantas seleccionadas que son 6 plantas, con la ayuda de una herramienta que es el azadón, una vez cosechado cada planta se procederá al conteo total de los tubérculos por planta.

f) Conteo de tubérculos por calibre del tubérculo (1ra, 2da, 3ra)

Una vez que ya se cosechó se debe pasar por este proceso de clasificación de tubérculos para poder identificar cual de la papa es de primera, segunda y tercera como lo demanda el mercado y se debe también hacer el conteo por clases correspondientes.

g) Peso de tubérculos por planta y categoría en kg

Luego del proceso anterior y una vez ya clasificados los tubérculos por planta y con sus respectivos tratamientos se procederá al pesaje del tubérculo con la ayuda de una balanza eléctrica y con la medida en kg.

h) Análisis económico costo/beneficio

Este proceso fue elaborado después de la comercialización de la papa, que se obtuvo precios de la gruesa, segunda, primera, sumado los valores procedemos a sacar un promedio que será el valor para realizar el costo/beneficio empleando una fórmula que es: $\text{Utilidad (USD)} / \text{Costo Total por cada tratamiento a ha} = \text{Costo/Beneficio}$.

Variable independiente: La utilización de biofertilizantes como son las Micorrizas Autóctonas, Micorrizas comerciales (Safer Micorrizas), Vermicompost y una combinación de Micorrizas Comerciales + el 50% de NPK y el Testigo T0 100% Químico.

a) Aplicación de las Micorrizas Autóctonas.

Este biofertilizante se procedió a la aplicación de una dosis de 10 gr/semilla, al momento de la siembra estas aplicaciones se las realizó manualmente alrededor de la semilla de papa en forma de corona.

b) Micorrizas Comerciales (Safer Micorrizas)

Las safer micorrizas son biofertilizantes que se consiguen en cualquier almacén agrícola, también se lo aplica al momento de la siembra con una dosis de 10 gr/semilla alrededor de la semilla de papa en forma de corona.

c) Vermicompost

El vermicompost se lo aplicó en la siembra en su respectivo tratamiento y repeticiones de una forma Manuel en cada semilla, la dosis fue de 220 gr/semilla.

d) Micorrizas Comerciales (Safer Micorrizas) + 50% NPK

En este tratamiento se proporcionó a la planta dos métodos de fertilización que son las micorrizas comerciales (Safer Micorrizas) con una cantidad de 10 gr/semilla + el 50% NPK, en el retape se aplicó 12-30-16 y Aporque el 13-30-00. con una dosis de 17,65 gr/planta.

e) 100%Químico (NPK)

En el retape se aplicó (12-30-16) y aporque (13-30-00) la cantidad 35.3 gr/planta en una forma manual.

3.4.7. Procedimiento de la investigación

a) Preparación de los biofertilizantes

Se preparan los insumos orgánicos ya sea con la adquisición por medio de la institución, estos son las micorrizas autóctonas, las safer micorrizas, el vermicompost y los fertilizantes químicos.

b) Análisis del suelo

Se realizó la toma de varias muestras de terreno a los 15 días antes de la siembra donde se realizó la siembra, este proceso se llevó a cabo en forma de zigzag que de

varios puntos se recolectó las muestras y luego estas muestras se las mezcló para obtener una sola y mandar al laboratorio.

c) Preparación del terreno

Se inició las etapas de la preparación del terreno donde se va a realizar la investigación, esto se lo realizó mediante la utilización de maquinaria agrícola con la labor de arado y rastra.

d) Instalación del ensayo

Fue establecido en un área abierta con un área total de $525m^2$, y se fue midiendo y clasificando las parcelas dividiéndolas con una medida de 5m x 3m con un área total de $15m^2$ que con dicha medida se obtuvo una población de 30 plantas por parcela, esta investigación se la instaló mediante bloque completamente al azar donde se distribuyó los 5 tratamientos como son las Micorrizas Autóctonas, Micorrizas Comerciales (Safer Micorrizas), Vermicompost, Micorrizas Comerciales (Safer Micorrizas) + 50% NPK con sus respectivas 4 repeticiones.

e) La siembra

Se realizó el surcado mediante una herramienta que es el azadón de una manera manual con una distancia entre surcos de 1 m, de igual forma la siembra fue realizada de forma manual con la semilla certificada, variedad super chola. Se instaló un tubérculo de semilla por sitio de siembra a una distancia entre papa de 0.50 cm y en esta instancia luego de la siembra se procedió a la aplicación de los biofertilizantes en sus respectivos tratamientos.

f) La Germinación

A los 35 días después de la siembra se cuantificó el resultado del porcentaje de plantas en cada uno de los tratamientos y en cada una de sus repeticiones llevando así a registrar la cantidad de las plantas nacidas.

En esta etapa se obtuvo un problema que nos afecta en la investigación de que existió precipitaciones altas y como problema hubo la pudrición de la semilla, pero fue en bajas cantidades. No se restituyó la semilla.

g) Fertilización Química

Este paso se ejecutó mediante la aplicación de abono químico que es llamado como el retape, pero se debe de tomar en cuenta los tratamientos que lo requieren este abono como es en especial el testigo que es el 100% de NPK y el tratamiento de Micorrizas Comerciales (Safer Micorrizas) + 50% de NPK, en el 100% de NPK se utilizó la dosificación de 35,3 gr/planta y en el 50% de NPK 17,6 gr/planta.

h) Retape

Este trabajo se lo perpetro manualmente con la utilización de la herramienta que es el azadón o llamada comúnmente la pala, el trabajo se realizó colocando una cantidad de abono, pero solamente a los tratamientos que requieran el químico, luego se coloca una porción de tierra sobre la planta germinada esto se lo hace a toda el área experimental.

Se lo ejecutó a los 20 días después de la siembra, su control fitosanitario se lo realizó con la utilización de bauveria y trichodermas. La fórmula del fertilizante químico que se utilizó en el retape es 12-30-16(NPK).

i) La Deshierba

Se lo realizó a los 35 días después de la siembra que consiste en eliminar y retirar las malas hierbas que perjudican al cultivo en su desarrollo y que no compitan por los nutrientes debe de quedar las plantas despejadas de malezas.

j) Medio Aporque

Esto se realizó 50 días después de la siembra de una forma manual que consiste en aplicar tierra a un costado de la planta que con este proceso se construye un sostén para la planta para que sus tallos no se caigan contra el suelo, también se realizó la aplicación del fertilizante químicos de aporque con fórmula de 13-00-30(NPK).

k) Aporque

Se efectuó a los 90 días después de la siembra esto consiste en proporcionar cierta cantidad de tierra en la planta o también llamado la echada alzada de tierra para que sea un sostén y sus tallos no se abran, este trabajo también se lo realiza para ocultar

los estolones que estén sobresalidos también se realizó la desinfección al tallo con trichodermas y bauverias.

I) Cosecha

Fue realizada a los 6 meses de lo que se implantó la investigación, esto es cuando ya la planta ha cumplido su tiempo de madurez natural, este trabajo se efectuó mediante la herramienta que es el azadón el proceso consiste en extraer los tubérculos de las plantas maduras que en esta parte se lo ejecuta para evaluar el rendimiento y la calidad del producto de cada uno de los tratamientos y sus repeticiones y sobre todo se procedió a clasificar las papas entre (1ra, 2da, 3ra) y a cumplir con las siguientes variables propuestas.

3.4.1. Análisis Estadístico

La investigación se realizó con el análisis de las variables que se evaluó en el ensayo, con la respectiva ayuda del programa estadístico que es statistix 8, con la significancia del ANAVAR y la respectiva prueba de tukey de cada variable a un nivel de una significancia del 5% que está basado en un diseño de bloques completamente al azar que consta de 5 tratamientos y 4 repeticiones que da como resultado 20 unidades experimentales, luego de los análisis se procedió al análisis de los datos y a interpretarlos con las respectivas variables.

Tabla 11. Representación Análisis Varianza.

Fuentes de Variación	Formula	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 de emergencia de las plantas a los 35 dds.

En esta etapa de emergencia se observó de cada tratamiento y los resultados obtenidos tenemos que a nivel del cultivo existen varias plantas que no emergieron, observando internamente la semilla, se presencié bacterias y barrenador que causó la pudrición del tubérculo.

En la figura 2 se observó que no se obtuvo ninguna diferencia significativa, la mayoría de los tratamientos son mejores, presentando porcentajes más elevados en los tratamientos T3 (vermicompost), con un valor de 90,83%, y le sigue el tratamiento 2 con un porcentaje de 87,5%. Con la investigación de Narváez, (2019) nos menciona que los insumos orgánicos son beneficiosos para la germinación, realizando una buena humedad para la semilla y presentando una buena disponibilidad de nutrientes para el desarrollo de sus primeras fases de crecimiento (Narváez, 2016).

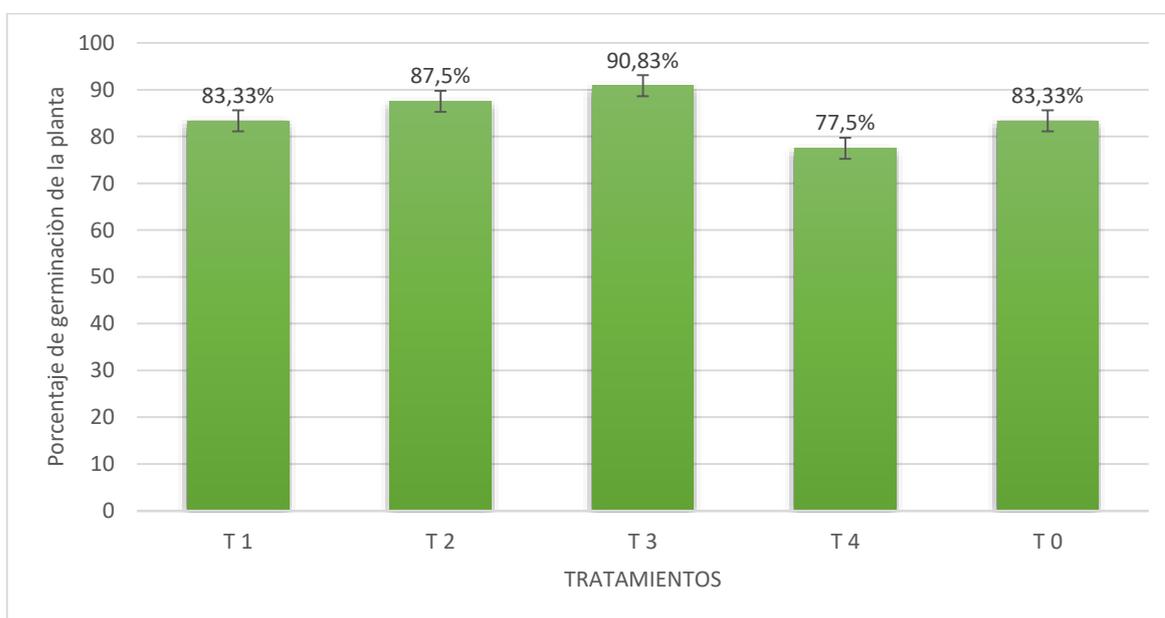


Figura 2. Porcentaje de Germinación a los 35 dds.

Leyenda: T1= Micorrizas Autóctonas, T2= Micorrizas Comerciales (Safer Micorrizas), T3= Vermicompost, T4= Micorrizas Comerciales (Safer Micorrizas) +50%NPK, T0= 100%NPK, dds= Días después de la siembra.

4.1.2 Altura de la planta (cm) a los 40, 60, 80 dds.

En la tabla 12 vamos a observar una cierta diferencia de varianza a los 40, 60, y 80 días después de la siembra, que los valores de 40 y 60 dds tiene p-valor de 0,01 y 0,02, esto se refiere a que tiene un resultado significativo, si se obtuvo diferencia, pero a los 80 dds con un p-valor de 0,14, no existe diferencia, la cual se demuestra que no existe significancia.

Tabla 12. ADEVA de la altura de la planta (cm), a los 40, 60, 80 dds.

		40dds	60dds	80dds
F. V	G. L	p-valor	p-valor	p-valor
Rep./Bloq.	3			
Tratamiento	4	0,01*	0,02*	0,14ns
Error	110			
Total	117			
Media		17,95	34,48	50,55
C.V. (%)		42,05	42,26	39,65

Leyenda: FV= Fuente de variación, GL= Grados de libertad, p-valor= Grado de significancia, CV= Coeficiente de variación, dds= Días después de la siembra, *=Significativo, ns=no significativo.

Revisando la tabla 13 con la variable altura de la planta (cm), observamos que a los 40dds los tratamientos T3 (Vermicompost), T2 (Micorrizas Comerciales) y T1 (Micorrizas Autóctonas), analizado estadísticamente no tienen significancia, pero si difiere al resto de tratamientos que es el T0 (100%NPK) y el T4 (Safer micorrizas + 50% NPK) que presentaron valores menores y a los 60 dds tenemos al tratamiento T0 (100%NPK) que presento un valor de 28,17cm que es el más bajos, pero difiere con los otros tratamientos T3 (Vermicompost), T2 (Micorrizas Comerciales) y T1 (Micorrizas Autóctonas) que presentan mejores resultados.

Las alternativas de biofertilización Micorrizas Autóctonas, Micorrizas Comerciales y vermicompost y propuesto la combinación de micorrizas comerciales con el 50% de NPK realizan efectos positivos en la planta como es el crecimiento vegetativo y en especial la mayor altura de tallos , coincidiendo con Narváez, (2019) que evaluó la alternativas en combinaciones, destacó que con el proceso de asimilación de nutrientes en especial el fosforo, por parte de la raíz con el empleo de micorrizas ayudan un buen desarrollo de la planta (Narváez, 2016).

Tabla 13. Prueba de Tukey para altura de la planta (cm) a los 40,60 dds.

Tratamiento	40dds		60dds	
	Media	G.H	Media	G.H
T3	21,25	A	39,50	A
T2	20,73	AB	33,00	AB
T1	17,04	AB	39,83	A
T0	15,40	B	28,17	B
T4	15,35	B	31,90	AB

Leyenda: G.H.= Grupos Homogéneos, T1= Micorrizas Autóctonas, T2= Micorrizas Comerciales (Safer Micorrizas), T3= Vermicompost, T4= Micorrizas Comerciales (Safer Micorrizas) +50%NPK, T0= 100%Químico, dds= Días después de la siembra.

4.1.3 Diámetro del tallo (cm)

En la tabla 14 se observa que el análisis de varianza a los 40, 60 y 80 dds existen resultados altamente significativos, entre los tratamientos, sus valores altamente significativos son a los 40 dds su p-valor es 0,00, 60 su p-valor es dds 0,01 y 80 dds su p-valor es 0,00. Luego se evidencia un coeficiente de variación de 54,25 – 38,96 – 36,21 a los 40, 60, 80 dds.

Tabla 14. ADEVA del diámetro del tallo (cm) 40, 60, 80 dds.

F. V	G. L	40dds	60dds	80dds
		p-valor	p-valor	p-valor
Rep./Bloq	3			
Tratamiento	4	0,00**	0,01*	0,00**
Error	109			
Total	116			
Media		0,34	0,69	0,99
C.V. (%)		54,25	38,96	36,21

Leyenda: FV= Fuente de variación, GL= Grados de libertad, p-valor= Grado de significancia, CV= Coeficiente de variación, dds= Días después de la siembra, **=Altamente Significativo, *=Significativo

En los resultados que se obtuvo y según la prueba de Tukey, Tabla 15, se evidencia que, a los 80dds, el T3 (Vermicompost) presenta el promedio más bajo en cuanto a diámetro de tallo con un valor de 0,76 y difiere de los demás tratamientos considerando que presentan mejores resultados en los tratamientos T4 (Safer

micorrizas + 50% NPK), T0 (100%NPK), T2 (Micorrizas Comerciales) y T1 (Micorrizas Autóctonas).

La mayoría de mis tratamientos de la investigación presentan valores beneficiosos para la planta como es el T4 (Safer micorrizas + 50% NPK), T0 (100%NPK), T2 (Micorrizas Comerciales) y T1 (Micorrizas Autóctonas), estando presente el químico entre los mejores, que concuerda con la investigación de Puetate, (2019), en las alternativas de fertilización orgánica en el cultivo de papa nos presenta que la mayoría de sus tratamientos son mejores pero en especial las micorrizas que continúan estando presentes en la actividad de absorción de nutrientes y que también el químico está presente en con valores altos que presento mejor diámetro de tallo que todos los tratamientos. (Puetate, 2019).

Tabla 15. Prueba de Tukey del Diámetro de Tallo (cm) a los 80 dds.
80dds

Tratamiento	Media	G.H
T4	1,20	A
T0	1,07	A
T2	1,00	AB
T1	0.92	AB
T3	0.76	B

Leyenda: G.H.= Grupos Homogéneos, T1= Micorrizas Autóctonas, T2= Micorrizas Comerciales (Safer Micorrizas), T3= Vermicompost, T4= Micorrizas Comerciales (Safer Micorrizas) +50%NPK, T0= 100%NPK, dds= Días después de la siembra.

4.1.4 El número de tallos (u).

En el análisis de la varianza de la siguiente tabla 16 analizando entre los 40, 60, 80dds, se ha observado que no existe significación, esto se debe a que tienen un $p > 0,05$, y tenemos una media de 1,83 a los 40 dds, 3,85 a los 60 dds y 2,85 a los 80 dds.

Tabla 16. ADEVA del número de tallos (u) 40, 60, 80, dds.

		40dds	60dds	80dds
F. V	G. L	p-valor	p-valor	p-valor
Rep/Bloq	3			
Tratamiento	4	0,17ns	0,06ns	0,06ns
Error	110			
Total	117			
Media		1.83	2.85	2.85
C.V. (%)		44.29	37.65	37.65

Leyenda: FV= Fuente de variación, GL= Grados de libertad, p-valor= Grado de significancia, CV= Coeficiente de variación, dds= Días después de la siembra, ns= no significativo.

Al observar el análisis estadístico de la tabla 17 del número de tallos a los 80 dds, tenemos que todos los tratamientos T3 (Vermicompost), T2 (Micorrizas Comerciales), T1 (Micorrizas Autóctonas) y T4 (Safer micorrizas + 50% NPK), T0 (100%NPK) no tiene significancia, todos son los mejores.

La variable número de tallos que se presenta en mi investigación, todos los tratamientos son efectivos pero el T3 (vermicompost), T2 (Micorrizas comerciales) y T1 (Micorrizas Autóctonas) están con valores más inferiores que los demás tratamientos, que coordina con la investigación de Narváez, 2016 con la evaluación de microorganismos solubilizadores de fosforo, nos indica que las micorrizas y el compost son los que presentaron mayor número de tallos debido a la función que tienen estos biofertilizantes conjuntamente con la raíz ayudando a la absorción de nutrientes (Narváez, 2016). También mencionamos que, con la investigación de Tapia, (2019) que el vermicompost también se le presenta con buenos resultados concluyendo que existe una buena disponibilidad de nutrientes en especial una excelente concentración de P y K. (Tapia, 2019).

Tabla 17. Prueba de Tukey para el número de tallos a los 80 dds
80dds

Tratamiento	Media	G.H
T3	3,20	A
T2	3,12	A
T1	2,83	A
T0	2,69	A
T4	2,38	A

Leyenda: G.H.= Grupos Homogéneos, T1= Micorrizas Autóctonas, T2= Micorrizas Comerciales (Safer Micorrizas), T3= Vermicompost, T4= Micorrizas Comerciales (Safer Micorrizas) +50%NPK, T0= 100%NPK, dds= Días después de la siembra.

4.1.5 Número de tubérculos por planta (u).

En la tabla 18 se analiza la varianza que tienen una diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos con un p valor de (0,00) que es un $p < 0,05$, por la cual se ve que existe un rendimiento en el cultivo por cada planta.

Tabla 18. ADEVA de la variable número de tubérculos por planta (u)
180dds

F. V	G. L	p-valor
Rep./Bloq	3	
Tratamiento	4	0,00**
Error	112	
Total	119	
Media		18,41
C.V. (%)		62,67

Leyenda: FV= Fuente de variación, GL= Grados de libertad, p-valor= Grado de significancia, CV= Coeficiente de variación, ** = Altamente significativo.

Analizado la tabla 19 con la prueba de Tukey de la variable número de tubérculos por planta a los 180 dds se observó que los tratamientos T0 (100%NPK) con una media de 27,87 tubérculos/planta y T4 (Safer micorrizas + 50% NPK) con 19,45 tubérculos/planta, no tienen significancia, pero si difieren de los otros tratamientos que son: el T1 (Micorrizas Autóctonas), T3 (Vermicompost), T2 (Micorrizas Comerciales), por lo que presentaron valores bajos.

La variable rendimiento del cultivo de la papa por planta, en mi investigación tenemos que el T0 100% Químico es el que presentó un valor de 27.87 tubérculos por planta, pero está seguido por un tratamiento muy importante que es el T4 (Safer Micorrizas + 50% de NPK) que tiene una cantidad de 19,45 tubérculos por planta, a comparación con la investigación de Mora et, (2019) con la Combinación de dos biofertilizantes y fertilización química en la producción de *solanum tuberosum* cv. Superchola en andisoles ecuatorianos. Las micorrizas son la mejores porque nos presentan valores óptimos como es en el caso de la investigación del tratamiento T7 (100%NK + 75%P + Safer Micorrizas) que tiene una cantidad de 19,43 tubérculos/planta, en conclusión, las micorrizas con esta combinación si realizan efecto de absorción de fosforo. (Mora et al., 2019)

Tabla 19. Prueba de Tukey de la variable número de tubérculos por planta (u) a los 180 dds.
180dds

Tratamiento	Media	G.H
T0	27,87	A
T4	19,45	AB
T1	15,87	B
T3	15,70	B
T2	13,16	B

Leyenda: G.H.= Grupos Homogéneos, T1= Micorrizas Autóctonas, T2= Safer Micorrizas, T3= Vermicompost, T4= Micorrizas Comerciales (Safer Micorrizas) +50%NPK, T5= 100%NPK, dds= Días después de la siembra.

4.1.6 Calibre de tubérculos (1ra, 2da, 3ra), tubérculos por planta.

Con el análisis de la tabla 20 se observó que tenemos una gran diferencia estadística de valores altamente significativos entre los calibres de primera, segunda y tercera, para el calibre 1 tiene un p-valor de 0,00, para el calibre 2 tenemos un p-valor de 0,00 y el calibre 3 tenemos un p-valor de 0,00.

Tabla 20. ADEVA de la variable calibre (1ra, 2da, 3ra), tubérculos por planta a los 180 dds.

		Calibre 1ra	Calibre 2da	Calibre 3ra
F. V	G. L	p-valor	p-valor	p-valor
Rep./Bloq	3			
Tratamiento	4	0,00**	0,00**	0,00**
Error	112			
Total	119			
Media		6,59	5,81	6,05
C.V. (%)		60,87	72,25	93,95

Leyenda: FV= Fuente de variación, GL= Grados de libertad, p-valor= Grado de significancia, CV= Coeficiente de variación, dds= Días después de la siembra, **=Altamente significativo.

En la prueba de Tukey de la tabla 21 de la variable calibre (1ra, 2da, 3ra), se analizó, para el calibre 1ra, se obtiene que el T2 (Micorrizas Comerciales (Safer Micorrizas) presento el promedio más bajo con un valor de 3,20 tubérculos/planta que difiere al resto de los tratamientos T0 (100%NPK), T3 (vermicompost), T4 (Safer micorrizas + 50% NPK) y T1 (Micorrizas Autóctonas) con valores más altos pero no tienen significancia, para calibre 2da tenemos a los tratamientos T0(100%NPK) y T2 (Micorrizas Comerciales (Safer Micorrizas) con valores de media 9,00 y 6,79 tubérculos/planta, son los que no tienen significancia pero si difieren de los demás tratamientos T4 (Safer micorrizas + 50% NPK), T3(vermicompost), T1(Micorrizas Autóctonas) que presentaron valores menores y el calibre 3ra tenemos a los tratamientos: T0 (100%NPK), T4 Safer micorrizas + 50% NPK) y T1(Micorrizas Autóctonas) con valores altos de 9,41, 8,04 y 5,70 tubérculos/planta que no tienen significancia pero si difieren a los demás tratamientos T3(vermicompost), T2 (Micorrizas Comerciales (Safer Micorrizas) que presentaron valores bajos.

En el análisis de la variable calibre tenemos que las alternativas de biofertilización T1 (Micorrizas Autóctonas), T2 (Micorrizas Comerciales), T3 (Vermicompost) y la combinación del T4 (Micorrizas Comerciales + 50%NPK), si tienen efectividad, aumentan una cantidad favorable de tubérculos, esto se concuerda con la investigación Chulde, (2019) nos presenta que las alternativas de fertilización en el cultivo de papa con el empleo de microorganismo a combinación con la fertilización química si se obtienen mejoramientos en cantidades de tubérculos por calibre esto se debe al actuar entre lo orgánico que mejora la absorción de nutrientes que dispone el químico.(Chulde, 2019)

Tabla 21. Análisis de la prueba de tukey de la variable calibre (1ra, 2da, 3ra), tubérculos por planta.

Tratamiento	Calibre 1ra		Calibre 2da		Calibre 3ra	
	Media	G.H	Media	G.H	Media	G.H
T0	9,45	A	9	A	9,41	A
T3	7,33	A	5,58	B	3,95	BC
T4	6,58	A	4,83	B	8,04	AB
T1	6,37	AB	3,87	B	5,7	ABC
T2	3,2	B	6,79	AB	3,16	C

Leyenda: G.H.= Grupos Homogéneos, T1= Micorrizas Autóctonas, T2= Micorrizas Comerciales (Safer Micorrizas), T3= Vermicompost, T4= Safer Micorrizas+50%NPK, T0= 100%NPK.

4.1.7 Peso de los tubérculos en categorías (1ra, 2da, 3ra), por planta en kg

En esta tabla 22 podemos observar que, si tenemos una varianza altamente significativa entre los calibres, para el peso del calibre 1 tenemos un p-valor de 0,00, en el peso del calibre 2 tenemos un p-valor de 0,00 y el peso del calibre 3 se tiene un p-valor de 0,04, esto significa que tienen un $p < 0,05$. Con un coeficiente de variación de 59,75 – 67,93 – 92,62 para los calibres (1ra, 2da, 3ra).

Tabla 22. ADEVA para la variable de peso de tubérculos en categoría (1ra, 2da, 3ra) en kg por planta.

		Peso 1	Peso 2	Peso 3
F. V	G. L	p-valor	p-valor	p-valor
Rep./Bloq.	3			
Tratamiento	4	0,00**	0,00**	0,04*
Error	112			
Total	119			
Media		1,28	0,45	0,16
C.V. (%)		59,75	67,92	92,69

Leyenda: FV= Fuente de variación, GL= Grados de libertad, p-valor= Grado de significancia, CV= Coeficiente de variación, dds= Días después de la siembra, **= Altamente Significativo, *= Significativo.

La prueba de Tukey de la tabla 23 de la variable peso de tubérculos en categorías (1ra, 2da, 3ra) por planta, todos los tratamiento difieren entre los días y su análisis estadístico para el peso 1ra se obtiene que el T2 (Micorrizas Comerciales (Safer Micorrizas) presentó el promedio más bajo con un valor de 0,84 kg/planta que difiere al resto de los tratamientos T0 (100%NPK), T3 (vermicompost), T4 (Safer micorrizas + 50% NPK) y T1 (Micorrizas Autóctonas) con valores más altos de la media, para peso 2da tenemos a los tratamientos: T2 (Micorrizas Comerciales (Safer Micorrizas) y T0 (100%NPK) con valores de media 0,71 y 0,60 kg/planta, son los que no tienen significancia pero si difieren de los demás tratamientos T4 (Micorrizas Comerciales),

T3(vermicompost), T1(Micorrizas Autóctonas) que presentaron valores menores y el peso 3ra tenemos a al tratamiento: T2 (Micorrizas Comerciales (Safer Micorrizas) con un valor bajo de 0,11 kg/planta que difiere de los demás tratamientos T0 (100%NPK), T3(vermicompost), T4 (Safer micorrizas + 50% NPK) y T1(Micorrizas Autóctonas) que presentaron una media más alta.

Presentado los valores del peso en mi investigación por calibre podemos decir que mi investigación si concuerda con la de Coro, 2015 que el T0 (Químico) presento mayores valores de peso en todos los calibres (Coro, 2015).

Tabla 23. Análisis de la prueba de Tukey con la variable de peso de tubérculos en categorías (1ra, 2da, 3ra), por planta en kg.

Tratamiento	Peso 1ra		Peso 2da		Peso 3ra	
	Media	G.H	Media	G.H	Media	G.H
T0	1,65	A	0,6	AB	0,25	A
T3	1,43	AB	0,34	C	0,17	AB
T4	1,38	AB	0,37	BC	0,16	AB
T1	1,08	AB	0,26	C	0,13	AB
T2	0,84	B	0,71	A	0,11	B

Leyenda: G.H.= Grupos Homogéneos, T1= Micorrizas Autóctonas, T2= Micorrizas Comerciales (Safer Micorrizas), T3= Vermicompost, T4= Safer Micorrizas+50%NPK, T0= 100%NPK, dds= Días después de la siembra.

4.1.8 Peso total de tubérculos.

En el peso total de la tabla 24 del tubérculo tenemos valor de varianza con una significación estadística de un p-valor de 0,01 que es un valor que genera un criterio significativo en cuanto al peso.

Tabla 24. Análisis varianza de la variable peso total tubérculos.

Peso Total		
F. V	G. L	p-valor
Rep./Bloq	3	
Tratamiento	4	0,01*
Error	112	
Total	119	
Media		1,91
C.V. (%)		53,71

Leyenda: FV= Fuente de variación, GL= Grados de libertad, p-valor= Grado de significancia, CV= Coeficiente de variación, dds= Días después de la siembra, *= Altamente Significativo.

En la prueba de Tukey de la tabla 25 nos presenta valores estadísticos de los tratamientos T0 (100%NPK), T3(vermicompost), T4 (Safer micorrizas + 50% NPK) con

valores de 2,53 – 1,94 – 1,92 kg/planta, esto no tiene significancia, pero si difiere de los demás tratamientos T2 (Micorrizas Comerciales (Safer Micorrizas) y T1(Micorrizas Autóctonas) que presentaron valores bajos.

Relacionado mis tratamientos de las alternativas de biofertilización presentaron un mejoramiento en peso de tubérculos, con relación a la investigación de Mora et. (2019) con el tema Combinación de dos biofertilizantes y fertilización química en la producción de *solanum tuberosum* cv. Superchola en andisoles ecuatorianos, nos menciona que trabajando en combinación del químico con el orgánico si se los puede implementar de tal modo que las alternativas si realizan efectos de mejor nutrición a la papa de tal modo que se refleja en las características del tubérculo cosechado como es el peso.(Mora et al. 2019)

Tabla 25. Análisis prueba de Tukey de la variable peso total tubérculo.

Peso 1		
Tratamiento	Media	G.H
T0	2,52	A
T3	1,94	AB
T4	1,92	AB
T2	1,67	B
T1	1,49	B

Leyenda: G.H.= Grupos Homogéneos, T1= Micorrizas Autóctonas, T2= Micorrizas Comerciales (Safer Micorrizas), T3= Vermicompost, T4= Safer Micorrizas+50%NPK, T0= 100%NPK, dds= Días después de la siembra.

4.1.9 Análisis económico costo/beneficio

El análisis costo-beneficio presentado en la tabla 26 se presentan los cinco tratamientos que se evaluaron, donde se presentan: los costos de producción, quintales de producción por hectárea, venta total en dólares, el precio unitario de venta, el ingreso bruto, la utilidad neta, y el costo/beneficio. El precio correspondiente por quintal se lo obtuvo de las tres categorías de las que se comercializó, que su valor corresponde a los 14 dólares por quintal.

Tabla 26. La relación de costo-beneficio por cada tratamiento, precio promedio de 14 dólares el quintal.

Tratamientos	Costo Total por cada tratamiento a ha	Producción qq/ha	Venta (USD)	Utilidad (USD)	Costo/beneficio directo (USD)
T0 Testigo	5964,4	1008	14112	8147,6	1,4
T3 Vermicompost	5496,0	779	10906	5410,0	1,0
T4 Micorrizas Comerciales+50%NPK	5546,2	769	10766	5219,8	0,9
T2 Micorrizas Comerciales	5132,0	671	9394	4262,0	0,8
T1 Micorrizas Autóctonas	5048,0	597	8358	3310,0	0,7

Este proceso del costo beneficio presentado en la tabla anterior, se evidencia que todos los tratamientos presentan beneficio económico, sin embargo, el tratamiento T0 (100% NPK) o testigo químico, alcanzó C/B de 1,4 lo que quiere decir que esta rentabilidad la obtiene por cada dólar invertido. También podríamos argumentar que las nuevas alternativas investigadas son rentables y el mejor es el T3 (Vermicompost) presentando un valor de 1,0 dolara de ganancia por cada dólar invertido.

Estos resultados del costo/beneficio concuerdan con la investigación de Mora, et. (2019), que nos dice que la mayoría de los tratamientos de su investigación, pero en especial la combinación de diferentes dosis de fertilizantes químicos más las Safer Micorrizas presentaron beneficios económicos que en conclusión las alternativas de biofertilización son rentables.(Mora et al. 2019)

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- ❖ Las alternativas de biofertilización Micorrizas Autóctonas, Micorrizas Comerciales y vermicompost actúan en el suelo ayudando a la asimilación del fósforo por parte de la planta que aumenta el rendimiento y fortalecimiento de la planta.
- ❖ La influencia de los tratamientos, en especial el T3 (Vermicompost) en este cultivo de papa si funciona, este presento mejores resultados ante las variables evaluadas y podríamos utilizarlo y fomentar a la agricultura sostenible.
- ❖ Con las alternativas si bajamos los costos de producción y si tenemos rentabilidad debido a que la inversión es baja a respecto del químico.

5.2. RECOMENDACIONES

- ❖ Estos procedimientos y trabajos agrícolas se deben de dar a conocer a la sociedad para que conozcan estas alternativas Micorrizas Autóctonas, Micorrizas Comerciales y vermicompost que pueden implementarlo en el cultivo de papa o en otros cultivos.
- ❖ Sugerir que se siga investigando en otras variedades de papa, con el empleo de las alternativas biofertilización y poder presentar manejos nuevos para el cultivo.
- ❖ La combinación de las alternativas de biofertilización Micorrizas Autóctonas, Micorrizas Comerciales, Vermicompost con los fertilizantes químicos.

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agromundo. (2018). *AGROMUNDO* S. C.
<https://ecuadornegocios.com/info/agromundo-s-c-910393>
- Bayuelo, J., Ochoa, I., Cruz, E., & Muraoka, T. (2019). Efecto del uso del suelo en las formas y disponibilidad de fósforo de un Andisol de la Meseta P'urhépecha, Michoacán. *Terra Latinoamericana*, 37(1), 35–44.
<https://doi.org/10.28940/TL.V3711.367>
- Calderón, O. (2022, March 14). *Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte: Incidencia y severidad de bactericera cockerelli s. en cinco variedades mejoradas de papa (solanum tuberosum l.) en Bolívar, Carchi.*
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12175>
- Campos, C. (2014). *Efecto de la fertilización en el rendimiento y características biométricas del cultivo de papa variedad Huayro en la comunidad Aramachay (valle del Mantaro).* <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/1390>
- Carosio, M. (2017). *Biblioteca Digital | SID | UNCuyo: Relación de los hongos formadores de micorrizas respecto de las variables fisicoquímicas de suelos de Mendoza cultivados con tomate para industria.* <http://siip2019-2021.bdigital.uncu.edu.ar/10089>
- Castillo, J., Rodríguez, C., & Tongo, M. (2018). Respuesta de aplicación de brasinoesteroides en tres variedades de papa (*solanum tuberosum*) en el distrito de Yanahuanca provincia de Daniel Alcides Carrión [Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. In *Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión*.
<http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1396>
- Castillo, N., Cuesta, X., & Orbe, K. (2017, June 29). Futuro de la investigación en el manejo integrado de plagas en el cultivo de papa en Ecuador. *VII Congreso Ecuatoriano de La Papa*, 69–70.
<http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4454>
- Castro, J., Tuesta, M., Cisneros, J., Galindo, N., & Leòn, J. (2019). Aislamiento y selección de actinomicetos rizosféricos con actividad antagonista a fitopatógenos de la papa (*Solanum tuberosum* spp. andigena). *Ecología Aplicada*, 18(2), 101–109. <https://doi.org/10.21704/REA.V18I2.1329>
- Chulde, J. (2019). *Repositorio de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi: 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/handle/123456789/763>
- Chulde, J. A. (2019). *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* [Universidad Politécnica Estatal del Carchi].
<http://www.repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/763>
- Coro, A. (2015). *DSPACE ESPOCH.: Evaluación de 6 tecnologías de fertilización química en el rendimiento del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.)* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4343>
- Estrada, V. (2013). *RESPUESTA DE TRES VARIEDADES DE PAPA (Solanum tuberosum L.)* A.
http://handbook.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/AGRARIAS_7/Ingenieria%20Agronomica/72.pdf
- Fabara, J., & Punina, E. (2014). *Repositorio Universidad Técnica de Ambato: Evaluación agronómica del cultivo de papa (Solanum tuberosum) C.V. Friepapa, a la aplicación de tres abonos completos.*
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/6532>
- Flores, R., Casimiro, M., Sotelo, E., Rubio, O., & Lopez, H. (2020). Fertilización NPK, distribución de biomasa y número de minitubérculos de papa en invernadero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(8), 1827–1838.
<https://doi.org/10.29312/REMEXCA.V11I8.2042>
- Flores, S. (2019). *Repositorio de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi: Alternativas de fertilización para el cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) con el empleo de biol de producción local, microorganismos solubilizadores de fósforo y extracto de algas en la Comunidad de Canchaguano, Montúfar, Carchi* [Universidad Politécnica Estatal del Carchi].
<http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/762>
- Fueltala, J. (2020). *Repositorio Digital Universidad Técnica de Cotopaxi: Producción de semilla pre-básica de papa (solanum tuberosum) variedad super chola a partir de esquejes provenientes de plantas madre fitomejoradas en tres niveles de corte (apical, medio, basal) en la provincia del Carchi Cantón Espejo, período 2019-2020.* <http://repositorio.utC.edu.ec/handle/27000/6641>

- Gonzales, E. (2021). Sistema de información para la gestión de la dosificación de químicos en la fertilización de cultivos de papa basado en reglas de inferencia: una revisión de literatura [Pontificia Universidad Católica del Perú]. In *Repositorio de Tesis - PUCP*.
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/17894>
- Inostroza, J., Méndez, P., Espinoza, N., & Kramm, V. (2017). *Manual del cultivo de la papa en Chile*. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/26949>
- Luna, J., Zapana, J., Cutipa, A., & Rofner, N. (2020). Revista de Investigaciones Altoandinas. *Journal of High Andean Research*, 22(1), 58–67.
<https://doi.org/10.18271/ria.2020.535>
- Mafla, H. (2019). *Formas de Obtención de semilla de papa super chola en el sector de la Purificación, Cantón Huaca*. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/7189>
- Mamani, E. (2016). *Determinación del valor nutricional de una mezcla alimenticia adecuada a partir de quinua (Chenopodium quinoa Willd), papa (Solanum tuberosum) y leche entera en polvo dirigido a preescolares de 3 a 5 años de edad*.
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3270>
- Márquez, Y., Salomón, J., & Acosta, R. (2018). Genetics of Polyploids. *The Impact of Plant Molecular Genetics*, 3–37. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-9855-8_1
- Márquez, Y., Salomón, J., & Acosta, R. (2020). *Análisis de la interacción genotipo ambiente en el cultivo de la papa (Solanum tuberosum L.)*.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362020000100010
- Mastrocola, N., Pino, G., Mera, X., Rojano, P., Haro, F., Rivadeneira Ruales, J. E., Monteros J., C., & Cuesta Subía, H. X. (2016). *Catálogo de variedades de papa del Ecuador*. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2748>
- Mora, Q., Águila, A. E., Revelo, R., Benavides, R., & Balarezo, U. (2019). Combinación de dos biofertilizantes y fertilización química en la producción de Solanum tuberosum cv. Superchola en Andisoles ecuatorianos. *Centro Agrícola*, 46(4).
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000400044&lng=es&tlng=es
- Mora, S., Aguila, E., Ruiz, Y., Balarezo, L., & Benavides, H. (2018, July). *Alternativas de bio-fertilización sobre indicadores morfológicos y productivos de Solanum tuberosum L. en Andisoles del Carchi-Ecuador*.

- http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852018000300044
- Mora, S., Águila, E., Ruiz, Y., Balarezo, L., & Benavides, H. (2018, July). *Alternativas de bio-fertilización sobre indicadores morfológicos y productivos de Solanum tuberosum L. en Andisoles del Carchi-Ecuador.* http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852018000300044
- Morales, J., Hernández, J., & Rebollar, S. (2012, October). *Rendimiento de papa con fuentes de fertilización mineral en un Andosol del Estado de México.* 2013. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342013000600005
- Moreta, R. (2021). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA AGRONOMICA.* <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31990/1/001%20Nutricion%20Vegetal%20Robinson%20Moreta%20.pdf>
- Morillo, F. (2018). *Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte: Comportamiento post cosecha de tres variedades de papa solanum tuberosum l. en dos condiciones de almacenamiento.* <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8062>
- Narváez, F. (2016). *UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES ESCUELA DE DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO.* <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/554/1/307%20evaluacion%20de%20microorganismos%20solubilizadores%20de%20fosforo.pdf>
- Núñez, P., Reyes, Y., Soto, L., Wagner, B., Pimentel, E., Bueno, A., & Marcano, I. (2020). *Caracterización de micorrizas autóctonas en suelo y raíces provenientes de fincas ganaderas en Montecristi, República Dominicana | APF.* 9. <http://sodiaf.org.do/apf/index.php/apf/article/view/114>
- Ortiz, R., & Arteaga, G. (2021). *Repositorio Digital: Respuesta del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) variedad Superchola a la aplicación de cinco soluciones nutritivas mediante fertirriego.* <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/24705>
- Parra, C. (2013). *"EVALUACIÓN DE TRES NIVELES DE FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y DOS.* <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2580/1/T-UTC-00116.pdf>

- Parra, L., & Murcia, P. (2020). *Evaluación del efecto del control fitosanitario y la fertilización en el rendimiento de los cultivos de papa y tomate con base a la encuesta nacional agropecuaria 2017*.
<https://repository.usta.edu.co/handle/11634/21378>
- Paucar, B., Carpio, M., Alvarado, S., Valverde, F., & Parra, R. (2015). *Repositorio Digital INIAP: Análisis de solubilizadores de fósforo en los suelos andisoles de Sierra Norte y Centro de Ecuador*. 4.
<https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2501>
- Pérez, D. (2014). *Simulación de la variación de temperatura interna por efecto de la temperatura de almacenamiento, variedad de papa y forma de almacenaje*.
<https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/2654>
- Puetate, L. (2019a). *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*.
<http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/764>
- Puetate, L. (2019b). *Repositorio de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi: 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*.
<http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/764>
- Pumisacho, M., & Sherwood, S. (2002). *EL CULTIVO DE LA PAPA EN ECUADOR*.
<https://cipotato.org/wp-content/uploads/Documentacion%20PDF/Pumisacho%20y%20Sherwood%20Cultivo%20de%20Papa%20en%20Ecuador.pdf>
- Ramos, F., & Quintana, M. (2017). *Repositorio Digital UTEQ: Evaluación de productos comerciales a base de micorrizas en el cultivo de fréjol (Phaseolus vulgaris L.) establecido en la zona de Pangua - Cotopaxi*.
<https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3288>
- Raura, D. (2021). *Efecto de la aplicación de extractos vegetales sobre la dinámica poblacional de Bactericera cockerelli en el cultivo de papa*.
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/23138>
- Rodriguez, V. (2018). *Evaluación de la incidencia de plagas y enfermedades en el rendimiento de 100 entradas de papas nativas (Solanum spp) en la comunidad campesina de Llullucha distrito de Ocongate - Quispicanchi - Cusco [Universidad*

- Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. In *Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco*.
<http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/4209>
- Rojas, H. (2018). Abonamiento orgánico y fertilización NPK en arveja verde (*Pisum sativum* L.) cv. Rondo, bajo riego por goteo en Tupicocha, Huarochirí. In *Universidad Nacional Agraria La Molina*.
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3559>
- Romo, Y. (2016). *Evaluación de la técnica de Selección Positiva en el cultivo de papa (Solanum tuberosum sp.) para la obtención de semilla en la Finca Experimental San Francisco, Cantón Huaca, Provincia del Carchi*.
<http://www.repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/509>
- Sanchez, J., & Rubiano, Y. (2015). Revista EIA. *Revista EIA*, 12(2), 85–97.
<https://doi.org/10.14508/reia.2015.11.E2.85-97>
- Sandoval, J. P. M., Martínez, A. E., & Torres, D. G. (2015). Efecto de la aplicación de un vermicompost en las propiedades químicas de un suelo salino-sódico del semiárido venezolano. *Acta Agronómica*, 64(4), 315–320.
<https://doi.org/10.15446/ACAG.V64N4.47115>
- Santana, M., & Turpo, G. (2021). *Remediación de suelos salinos con Vermicompost elaborado a partir de residuos industriales del olivo en un fundo del distrito de La Yarada - Los Palos, Tacna, 2021*.
<http://161.132.207.135/handle/20.500.12969/2105>
- Sifuentes, E., Ojeda, W., Mendoza, C., Macias, J., Reales, J., & Inzunza, M. (2013). Nutrición del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) considerando variabilidad climática en el “Valle del Fuerte”, Sinaloa, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4(4), 585–597.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342013000400008&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Solano, E. (2018). *Evaluación de cuatro densidades de siembra de papa (solanum tuberosum l.) variedad superchola, categoría básica, para la producción de semilla registrada, en el cantón Bolívar, Carchi*.
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8020>
- Tapia, J. (2019). *Efecto de la aplicación de humus de lombriz al suelo sobre el crecimiento de ballica italiana (Lolium multiflorum L.) y lechuga (Lactuca sativa L.)*

- [Universidad de Talca (Chile). Escuela de Agronomía.].
<http://dspace.otalca.cl/handle/1950/11783>
- Terán, G. (2013). *Caracterización y reinserción de diez accesiones de papa nativa (Solanum tuberosum) colectadas en Tulcán, Montúfar y Huaca de la provincia del Carchi*. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/2642>
- Torres, L., Montesdeoca, F., & Andrade, J. (2011, April 12). *Cosecha y poscosecha – Inventario de Tecnologías e Información para el Cultivo de Papa en Ecuador*. <https://cipotato.org/papaenecuador/cosecha-y-poscosecha/>
- Vélez, A. (2018). *Producción y comercialización de la papa variedad súper chola (solanum tuberosum) en el cantón Tulcán, provincia del Carchi, año 2017*. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8592>
- Villegas, M., & Laines, J. (2017). Vermicompostaje: II avances y estrategias en el tratamiento de residuos sólidos orgánicos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(2), 407–421. <https://doi.org/10.29312/REMEXCA.V8I2.60>
- Wagner, B., Pimentel, E., Marcano, I., Bueno, A., Salazar, A., Merari, C., & Núñez, P. (2021). *Vista de Caracterización de micorrizas autóctonas en suelo y raíces provenientes de pasturas en Santiago Rodríguez, República Dominicana*. <http://sodiaf.org.do/apf/index.php/apf/article/view/122/112>
- Zuñiga, S., Morales, C., & Estrada, M. (2017). *Cultivo de la papa y sus condiciones climáticas* (Vol. 2, Issue 2, pp. 140–152). Gestión Ingenio Y Sociedad. <http://gis.unicafam.edu.co/index.php/gis/article/view/60>

V. ANEXOS

Anexo 1. Certificado o Acta del Perfil de Investigación



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: Quespaz Flores Jordan Fabricio
CÉDULA DE IDENTIDAD: 0401927835
NIVEL/PARALELO: EGRESADO
PERIODO ACADÉMICO: 2022 A

TEMA DE INVESTIGACIÓN: "Evaluación de alternativas de biofertilización para el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum* L.) cv. superchola, con el empleo de microorganismos en Andisoles, en la Provincia del Carchi, Cantón Huaca"

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

PRESIDENTE: MSC JULIO PEÑA
LECTOR: PhD JUDITH GARCÍA
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-defensas del informe de investigación, fijando lugar, fecha y hora para la realización de este acto:

EDIFICIO DE AULAS: 4 AULA: 2
FECHA: martes, 4 de octubre de 2022
HORA: 0,70833333

Obteniendo las siguientes notas:

1) Sustentación de la predefensa: 6,02
2) Trabajo escrito 2,58
Nota final de PRE DEFENSA 8,60

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 martes, 4 de octubre de 2022

MSC JULIO PEÑA
PRESIDENTE

MSC RAMIRO MORA
TUTOR

PHD JUDITH GARCÍA
LECTOR

Adj.: Observaciones y recomendaciones

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Quespaz Flores Jordan Fabricio

Fecha de recepción del abstract: 5 de octubre de 2022

Fecha de entrega del informe: 5 de octubre 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 BOMBERGUE
PEÑAFIEL ARCOS

Ing. Edison Peñafiel Arcos MSc
Coordinador del CIDEN



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

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Quespaz Flores Jordan Fabricio				
DATE: 6 de octubre de 2022				
TOPIC: "Evaluación de alternativas de biofertilización para el cultivo de papa (<i>Solanum Tuberosum L.</i>) cv. superchola, con el empleo de microorganismos en Andisoles, en la Provincia del Carchi, Cantón Huaca"				
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 Vera Játiva Edwin Andrés, 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	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED		TOTAL 9	

Anexo 3. Costo de producción del cultivo de papa

SISTEMA	EXTENSIVO		LUGAR	FINCA "SAN FRANCISCO"
ÁREA	10000 m ²			
FECHA	2022		RESPONSABLE	FABRICIO QUESPAZ
CONCEPTO	CANTIDAD	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1.- COSTOS DIRECTOS				
MANO DE OBRA				
Surcado	10	Jornal	13	130
Siembra/Fertilización	10	Jornal	13	130
Retape	10	Jornal	13	130
Aporque	10	Jornal	13	130
Deshierbe	10	Jornal	13	130
Fumigación	20	Jornal	13	260
Cosecha	30	Jornal	13	390
SUBTOTAL				1300
INSUMOS AGRICOLAS				
Semilla certificada	35	qq	30	1050
SUBTOTAL				1050
ORGÁNICOS				
Trichotic	476,19	gr	0,18	85,7142
Timorex Gold	2272,76	cc	0,044	100,00
NewBT	2419,05	gr	0,031	74,99
Seaweed Extract	3961,9	cc	0,004	15,85
Neem x40	278,67	cc	0,06	16,72
Bauvetic	476,19	gr	0,22	104,76
SUBTOTAL				398,04
CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES				
INSECTICIDAS				
Deva z	908,95	gr	0,035	31,81
Taison	3636,19	gr	0,015	54,54
Sensei	3200	cc	0,029	92,80
Brigade 100	1363,62	cc	0,028	38,18
Courage	7600	cc	0,014	105,64
Invicto	5112,19	gr	0,062	316,96
SUBTOTAL				639,93
FUNGICIDAS				
Curalancho	14848,57	gr	0,008	118,79
Kasumin	4924,19	cc	0,02	98,48
Soll	13642,48	gr	0,011	150,07
Diacono	6080,38	cc	0,034	206,73
Topgun	990,86	cc	0,070	69,36
Evito T	2136,38	cc	0,049	104,68
Poder	1818,10	cc	0,074	134,54

Scoba	2051,43	cc	0,024	49,23
Tundra	1139,43	cc	0,026	29,63
Protón	2045,52	cc	0,012	24,55
SUBTOTAL				986,06
FIJADOR				
Spectro	3539,43	cc	0,009	31,85
SUBTOTAL				31,85
MAQUINARIA/EQUIPOS				
Arada y rastra	6	Horas	25	150
Análisis de suelo	1	unidad	50	50
SUBTOTAL				200
COSECHA				
Empaques	594	unidad	0,3	178,2
Cabuya	1	unidad	6	6
Trasporte - Sacada	594	qq	0,3	178,2
SUBTOTAL				362,4
TOTAL, COSTOS DE PRODUCCIÓN (10000 m²)				4968
Rendimiento (qq)				594
Precio unitario (\$/qq)				14
Ingreso Bruto total				8316
Utilidad neta				3348
Relación Costo/beneficio				0,67
Rentabilidad (%)				67



LABORIOS NORTE

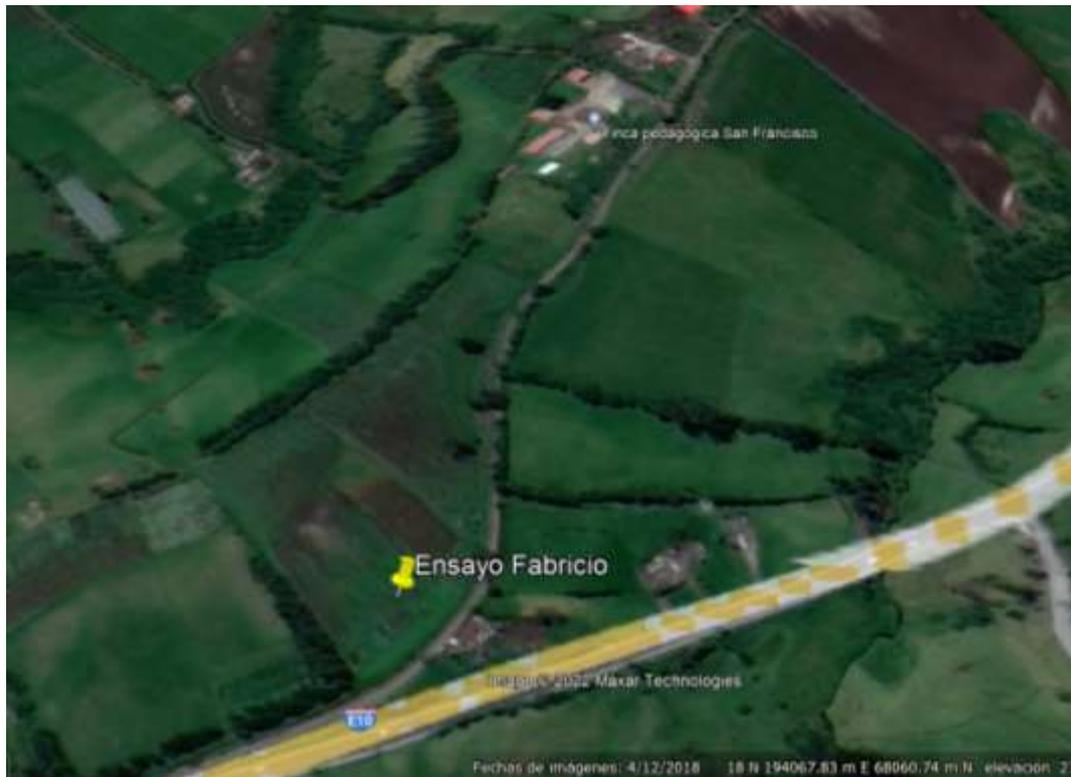
LABORIOS NORTE

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	%							
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	Franco Arenoso
Dr. Quim. Edison M. Miño M.									
Responsable Laboratorio									

Anexo 4. Análisis del Suelo.

Anexo 5. Área del ensayo.



Anexo 6. Preparación del área de los tratamientos



Anexo 7. Siembra, Surcado y Desinfección



Anexo 8. Labores de retape y aporque del cultivo.



Anexo 9. Toma de datos de las variables estudiadas.



Anexo 10. Controles Fitosanitarios



Anexo 11. La cosecha a los 6 meses (180 días)

