

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

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

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

AUTOR(A): Guzmán Tates Walter Jaird

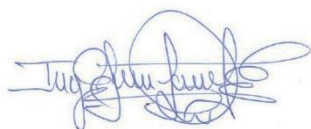
TUTOR(A): Ing. Segundo Ramiro Mora Quilismal MSc.

Tulcán, 2022

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certificamos que el estudiante Guzmán Tates Walter Jaird con el número de cédula 0402086565 ha elaborado el trabajo de titulación: “Alternativas de biofertilización para el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Superchola, con el empleo de microorganismos en el cantón Huaca provincia del Carchi”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de 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 del 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, Walter Jaird Guzmán Tates con cédula de identidad número 0402086565 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. 

Walter Jaird Guzmán Tates

AUTOR

Tulcán, octubre del 2022

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Walter Jaird Guzmán Tates declaro ser autor/a de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Alternativas de biofertilización para el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) Variedad Superchola, con el empleo de microorganismos en el cantón Huaca provincia del Carchi” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

f. 

Walter Jaird Guzmán Tates

AUTOR

Tulcán, octubre del 2022

AGRADECIMIENTO

A Dios por estar en cada paso que he dado para cumplir esta meta.

A mis padres y hermanas por brindarme su apoyo, su paciencia y sobre todo por ser quienes me han guiado en este sendero.

A las autoridades y docentes de la excelente “Universidad Politécnica Estatal del Carchi”, en particular aquellos son parte de la familia e la carrera de Ingeniería Agropecuaria, por compartir sus conocimientos a través de herramientas y método que han sido de provecho.

A mi tutor de investigación MSc. Ramiro Mora, por transmitir sus conocimientos y ser el apoyo y guía en este proceso de titulación.

A mis excelentes amigos y compañeros Sofía Rodríguez, Klever Quilumbaquín, Melany Cuaspa, Fabricio Obando y Fabricio Quespás, por su incondicional apoyo en el trascurso de la carrera.

DEDICATORIA

A Dios por darme la bendición, cuidar y acompañar en todo momento.

A mis padres por el esfuerzo que han realizado para que pueda alcanzar esta meta.

A mis hermanas, quienes me aconsejan y me apoyan en todas las decisiones que he tomado para llegar a este momento.

ÍNDICE

RESUMEN	13
INTRODUCCIÓN	14
I. PROBLEMA	15
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	16
1.4 OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	17
1.4.1 Objetivo General	17
Evaluar las alternativas de biofertilización para el cultivo de la papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) variedad Superchola, con el empleo de microorganismos en el cantón Huaca provincia del Carchi”	17
1.4.2 Objetivos Específicos	17
1.4.3 Preguntas de Investigación	17
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	18
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	18
2.2 MARCO TEÓRICO	19
2.2.1 Cultivo de Papa (<i>solanum tuberosum</i>)	19
2.2.2 Variedad SuperChola	26
2.2.3 fertilización	27
III. METODOLOGÍA.....	33
3.1 ENFOQUE METODOLÓGICO	33
3.1.1 Enfoque.....	33
3.1.2. Tipo de Investigación	33
3.2. HIPÓTESIS O IDEA PARA DEFENDER	33
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	34

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS.....	36
3.4.1 Localización del experimento	36
3.4.2 Descripción de los tratamientos	36
3.4.3 Características del ensayo	36
3.4.4 Poblacion y distribución de las unidades experimentales	37
3.4.4.1 Población	37
3.4.5 Selección de muestras experimentales (plantas)	38
3.4.6. Variables evaluadas	38
c) Altura	39
3.4.7 Operalización del experimento	40
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	56
5.1. CONCLUSIONES.....	56
5.2. RECOMENDACIONES	56
IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
V. ANEXOS.....	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zonas de producción de papa del Ecuador	20
Figura 2. Nombre de las partes del cultivo	22
Figura 3. Distribución de los tratamientos y modelado del ensayo	37
Figura 4. Selección muestras para la toma de datos	38
Figura 5. Germinación de planta según los tratamientos.	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación taxonómica del cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L).....	21
Tabla 2. Requerimientos o condiciones climáticas para el cultivo de papa superchola	23
Tabla 3. plagas y enfermedades del cultivo de papa	23
Tabla 4. Ejemplo de variedad de papa mejorada en Ecuador	24
Tabla 5. Variedades cultivadas en el Carchi.....	25
Tabla 6. Características de la variedad superchola.....	26
Tabla 7. Plagas y enfermedades de la variedad superchola	27
Tabla 9. Tipos de micorrizas y su descripción.....	29
Tabla. 8. Recuento de esporas e identificación de microorganismos.	30
Tabla 10. Análisis fisicoquímico del vermicompost.	30
Tabla 11. Composición del fertilizante químico	32
Tabla 12 . operacionalización de variables	34
Tabla 13. Características y descripción de las condiciones climáticas de la zona. ...	36
Tabla 14 Tratamientos seleccionados	36
Tabla 15. Características del ensayo.....	37
Tabla 16. Análisis de la varianza para la altura de planta según los tratamientos....	44
Tabla 17. Prueba de Tukey para la variable altura de planta a los 40, 60 y 80 dds ..	44
Tabla 18. análisis de la varianza para el diámetro del tallo de la planta según los tratamientos	45
Tabla 19. Prueba de Tukey para la variable del grosor del tallo de la planta a los 40, 60 y 80 dds	46
Tabla 20. análisis de la varianza para el numero de tallos de la planta según los tratamientos.	47
Tabla 21. Prueba de Tukey para la variable del número del tallo de la planta a los 80 dds.....	47
Tabla 22. análisis de la varianza para el número de tubérculos de primera clase por tratamientos.	48
Tabla 23. Prueba de Tukey para la variable del número de tubérculos de primera clase por tratamiento a los 180 días	48
Tabla 24. análisis de la varianza para el número de tubérculos de segunda clase por tratamientos.	49

Tabla 25. Prueba de Tukey para la variable del número de tubérculos de segunda clase por tratamiento a los 180 días.....	49
Tabla 26. análisis de la varianza para el número de tubérculos de tercera clase por tratamientos.....	50
Tabla 27. Prueba de Tukey para la variable del número de tubérculos de tercera clase por tratamiento a los 180 días	50
Tabla 28. análisis de la varianza para el peso de tubérculos de primera clase por tratamientos.....	51
Tabla 29. Prueba de Tukey para la variable del peso de tubérculos de primera clase por tratamiento a los 180 días	51
Tabla 30. análisis de la varianza para el número de peso de segunda clase por tratamientos.....	52
Tabla 31. Prueba de Tukey para la variable del peso de tubérculos de segunda clase por tratamiento a los 180 días	52
Tabla 32. análisis de la varianza para el peso de tubérculos de tercera clase por tratamiento	53
Tabla 33. Prueba de Tukey para la variable del peso de tubérculos de tercera clase por tratamiento a los 180 días	53
Tabla 34. Relación costo -beneficio de cada tratamiento a un valor de \$23 en el mercado.	55

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Certificado o Acta del Perfil de Investigación	65
Anexo 2: Certificado del abstract por parte de idiomas	66
Anexo 3. Análisis del suelo	67
Anexo 4: preparación del terreno	68
Anexo 5. Rotulación y delimitación de los tratamientos	69
Anexo 6. Siembra de los tubérculos	69
Anexo 7. Desinfección de la semilla	70
Anexo 8. peso de fertilizantes para su aplicación.	70
Anexo 9. aplicación de los fertilizantes	70
Anexo 10. deshierba y medio aporque.....	71

RESUMEN

El ensayo se realizó en el Centro experimental "San Francisco" perteneciente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y ubicado en el cantón Huaca, provincia del Carchi – Ecuador. El Objetivo de esta investigación fue para evaluar las alternativas de biofertilización para el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) Variedad Superchola, con el empleo de microorganismos en el cantón Huaca provincia del Carchi. Se implementó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 5 tratamientos y 4 repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron: vermicompost, micorrizas comerciales, micorrizas autóctonas, micorrizas comerciales + 25% NPK y el testigo químico de (100% de NPK). Las variables evaluadas fueron: germinación (%), altura de planta (cm), número de tallos (u), diámetro del tallo en (cm), numero de tubérculos (u), peso de tubérculo (kg), clasificación por calibre (primera, segunda, tercera) de los tubérculos por planta y análisis económico (costo/beneficio). Para el estudio estadístico se utilizó el programa Statistix 8.0 y para la comparación de medias se hizo por prueba de Tukey al 5%. Los resultados obtenidos muestran que el T4 (micorrizas comerciales+ 25%NPK) mostró mejor comportamiento para germinación y diámetro de tallos, el T1 (vermicompost) para la altura y número de tallos. Los T5 (Químico) y T1(Vermicompost) presentan mejor rendimiento y presentan valores de \$ 2,40 y \$ 2,00 es decir que se gana \$ 1,40 y \$ 1,00 por cada dólar invertido respectivamente según los tratamientos mencionados. Se concluye que estas alternativas de fertilización son viables para el cultivo de papa (*solanum tuberosum*) para la variedad Superchola, influyendo las características de este cultivo.

Palabras claves: vermicompost, Evaluación, fertilización, micorrizas.

ABSTRACT

The research was carried out at the "San Francisco" Experimental Center which belongs to Politécnica Estatal del Carchi University, located in the canton Huaca, province of Carchi – Ecuador. The objective of this research was to evaluate biofertilization alternatives for potato cultivation Superchola variety (*Solanum tuberosum* L.) through the use of microorganisms in the canton Huaca, province of Carchi. A Completely Random Block Design (CRBD) was implemented, with five treatments and four repetitions. The evaluated treatments were: vermicompost, commercial mycorrhizae, native mycorrhizae, commercial mycorrhizae + 25% NPK, and chemical control (100% NPK). The evaluated variables were: germination (%), plant height (cm), stems number(u), stem diameter in (cm), number of tubers (u), tuber weight (kg), size classification (first, second, third) of tubers per plant, and economic (cost / benefit) analysis. The Statistix 8.0 program was used for the statistical study, and as for the comparison of means, a 5% Tukey test was carried out. The results show that T4 (commercial mycorrhizae + 25% NPK) had better behavior at germination and stem diameter; and T1 (vermicompost) for height and stem number. The T5 (Chemical) and T1 (Vermicompost) have better performance and have values of \$2.40 and \$2.00, meaning that \$1.40 and \$1.00 are earned for each dollar invested, respectively, based on the mentioned treatments. In conclusion, these fertilization alternatives are viable for potato cultivation (*Solanum tuberosum*) for the Superchola variety, influencing the characteristics of this crop.

Keywords: vermicompost, evaluation, fertilization, mycorrhizae.

INTRODUCCIÓN

La papa es un cultivo que tiene gran variedad de especies y que se producen en varios continentes. El país que más exporta este tubérculo es Holanda con una aportación del 18% en el mercado mundial, Francia y Alemania tiene el segundo y tercer lugar con un porte de 14% y 9% respectivamente (ITC, 2019). Estos países son exportadores de este tipo de productos mercancía, por sus estándares de calidad y cantidad.

Después del maíz, la papa es el principal cultivo de la región sierra de Ecuador, en el que se producen más de 300 mil toneladas anuales y donde 82 000 agricultores se encuentran involucrados. El producto se orienta al consumo dentro del país, el 81% es consumido en fresco y el otro 19% lo es industrializado.(INIAP, 2014)

Las papas son excelente fuente de minerales como magnesio, sodio, cobre, hierro zinc, níquel, manganeso, cromo, potasio, calcio que son muy importantes para le mantener la salud (Luis et al., 2011).

La base del crecimiento de los cultivos es la fertilización, existen gran variedad de fertilizantes en el mercado. Los beneficios de estos es aportar los nutrientes que carecen en la tierra, para el mejoramiento y rendimiento (Gov. Mx, 2019). Los fertilizantes se clasifican en químicos y biofertilizantes. Los químicos son elaborados por las industrias y son de origen mineral, vegetal, animal o sintéticos, los minerales base son N, P, K (Gov. Mx, 2019). La base de los fertilizantes orgánicos son los microorganismos benéficos, bacterias fijadoras de P y N, impulsores de crecimiento, hongos micorrícicos (M. Morales, n.d.).

El vermicompost es desarrollado por un proceso de tecnología ecológica de bajo costo que posibilita la estabilización de la bio-oxidación y degradación de los desperdicios de materia orgánica, a través de la interacción de lombrices y microorganismos para dar un valor agregado a la reparación del ecosistema y la fertilidad del suelo.(Villegas & Laines, 2017).

Micorrizas proviene del latina Hongo- Raíz y es la simbiosis más abundante de la biosfera, ayuda a la asimilación y absorción de nutrientes y agua de la raíz, colonizando los suelos más pobres, por esto son concurrentes en casi todos los grupos de plantas terrestres. (Navarro, n.d.)

I. PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los suelos negros de paisajes volcánicos o andisoles son compuestos de materiales volcánicos: elementos vítricos, rocas y cenizas (José Pineda, n.d.). Se encuentran en el cinturón de fuego del pacífico, ocupando el 1% del suelo libre de hielo en el mundo. Este tipo de suelo constituye el 30% del territorio ecuatoriano, y gracias a su particularidad para fijar fósforo, teniendo pH ligeramente ácido por las erupciones volcánicas y una humedad relativamente considerable es empleado para la siembra de una gran diversidad de cultivos (Encolombia, 2013). Las plantas usan el fósforo para sus procesos biológicos, sin embargo, de la reserva de fósforo existente en el suelo solo un porcentaje está disponible para las plantas

La pérdida de las características químicas, físicas y biológicas de este tipo de suelos se debe a la mala tecnificación del cultivo y el uso de fertilizantes químicos fosforados de manera desmesurada por parte de los agricultores. En Ecuador se consumen 386.8 kilogramos de fertilizantes químicos fosforados por hectárea de tierra cultivable (BIRF AIRF, 2018). La gran cantidad de fertilizantes minerales ha producido: eutrofización (aguas tóxicas terrestres y subterráneas) desequilibrios en el ecosistema y degradación de la corteza terrestre (cambios del pH, pérdida de la microfauna y deterioro del suelo) y contaminación del aire (Ulibarry, 2019).

Así mismo el costo para la producción de papa aumenta constantemente, este oscila entre un rango de 3562,38 a 5584.53 USD/ha para la variedad Superchola, el 80% se distribuye entre costos como de mano de obra e insumos (F. Basantes et al., 2020). De los insumos el 60% los constituye la fertilización, haciendo que no sea tan remunerado en la venta (Narváez, 2016). La referencia de precios internacionales para los fertilizantes ha incrementado durante todo el 2021, y muchas de las cotizaciones han llegado a los límites históricos (Roma, 2021). Por esto también existe incremento en los precios de los alimentos. Según el índice de los valores para los alimentos de la FAO, los precios han subido durante los meses de enero a diciembre del 2021 (Roma, 2021).

Existen muchas formas de prevenir este tipo de inconvenientes, más sin embargo los agricultores manejan criterios tradicionales referentes a la fertilización. Existe un gran desconocimiento de las alternativas naturales de fertilización entre los cuales se puede destacar al Vermicompost y a las micorrizas que ayudan en muchos de los procesos biológicos y son de gran aporte para el agricultor.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Alta fijación fosfórica en los suelos andisoles, La pérdida progresiva de las características físicas, químicas y biológicas de estos por la mala tecnificación del cultivo y los altos costos de producción efecto del uso de fertilizantes químicos en los suelos andisoles de la provincia del Carchi.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Para aprovechar los nutrientes existentes del suelo se puede optar por las nuevas alternativas de fertilización, estas permiten aprovechar el (P) convirtiéndolo de inorgánico a orgánico. Los fertilizantes orgánicos mejoran las capacidades de los suelos andisoles, mejoran la microfauna y convierte a los minerales en una forma más asimilable para la planta mejorando e incrementando la calidad y producción del tubérculo.(L. M. Puetate, 2019)

Los biofertilizantes a diferencia de los fertilizantes químicos fosforados ayudan conservación del suelo y reducen el uso de agroquímicos y baja el costo de producción. Entre los fertilizantes orgánicos se menciona a las micorrizas que elevan la magnitud de la raíz del cultivo, permitiendo que explore de mejor manera la rizosfera, mejoran el desarrollo vegetativo e incrementando la capacidad de absorción de P y N generando una resistencia a condiciones hostiles (Zhao et al., 2017). Mientras que el vermicompost, este aporta nutrientes esenciales para el crecimiento vegetativo, aporta material orgánico al suelo mejorando su estructura para el desarrollo radicular, reduce la erosión y compactación de la rizosfera, ayuda a la retención de agua y perfecciona la infiltración, actúa como reservorio de minerales los cuales proporciona poco a poco y es un buen inhibidor de plagas y enfermedades (bastan, n.d.).

Los biofertilizantes aparte de aportar un beneficio a los cultivos y al suelo, también aporta beneficios al agricultor. Estos son a base de materia orgánica a través de procesos no muy complejos, esta propiedad hace que su costo no sea tan elevado en comparación del fertilizante químico. Muchos de los biofertilizantes pueden generar producciones similares o mayores a los químicos.

En base a todo estos antecedentes ha surgido la necesidad de evaluar los efectos de la implementación de alternativas de bio-fertilización para la plantación de papa (*Solanum tuberosum* L.) con micorrizas autóctonas y comerciales, Vermicompost y una mezcla de micorrizas comerciales con 25% de NPK, los cuales actuarán en el suelo andino de la provincia del Carchi para elevar los niveles de minerales de suelo como el P (fosforo), el cual será aprovechado por la planta para un mejor desarrollo y a su vez proliferar la microfauna del suelo.

1.4 OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1 Objetivo General

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

1.4.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el efecto de los biofertilizantes (micorrizas autóctonas, Micorrizas comerciales, vermicompost, Micorrizas comerciales + 25% NPK, testigo) sobre el desarrollo y producción de la papa variedad Superchola.
- Determinar el tratamiento con mayor rendimiento productivo sobre el cultivo de la papa variedad Superchola.
- Realizar el análisis económico de las alternativas de producción.

1.4.3 Preguntas de Investigación

- ¿Cuál es el efecto productivo del empleo de Microorganismos y biofertilizantes en el cultivo de la papa?
- ¿Cuáles son los beneficios económicos en el estudio de la aplicación de las alternativas de biofertilizantes?
- ¿Qué tratamientos se consideran más beneficiosos en aplicaciones de biofertilizantes?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Según Chulde (2019) en su investigación “Alternativas de fertilización para el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) con el empleo de Microorganismos solubilizadores de fósforo, Micorrizas y Extracto de algas” realizada en el centro experimental “San francisco” perteneciente a la UPEC, se evaluó la aplicación de fertilizantes químicos a base de microorganismos solubilizadores de (P), micorrícicos y extractos de algas como opción de fertilización par la disminución de consumo de fertilizantes fosfóricos en papa. Los bio-estimulantes empleados fueron a base de microorganismos que solubilizan el fosforo (Fosfotic), extracto de algas (“Seaweed Extract”) y Safer Micorrizas, con el motivo de reducir el consumo de abonos fosfóricos sobre la plantación de papa Superchola. Los tratamientos fueron aplicados durante la siembra, constan de 32 unidades divididos en ocho tratamientos con cuatro repeticiones cada uno, con un diseño completamente al azar y en bloques; se determinó que las nuevas alternativas mencionadas si influyen en la productividad del cultivo de papa determinando que el 100% NPK +extracto de algas presento mayores tallos y en rendimiento del tubérculo 25.52t/ha-1 por número y peso.

En el año 2016 Castillo, Huenchuleo, Michaud y Solano implementaron en la Estación Experimental Pillanlelbún un ensayo sobre “Micorrización en un cultivo de papa adicionado del biofertilizante Twin-N establecido en un Andisol de la Región de La Araucanía”. Se evaluó en un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones de los tratamientos; T₀= FQS, T₁= 50 kilogramos de N ha⁻¹ + FQS en el aporte y T₂= 1L de Twin-N ha⁻¹ + FQS en la floración; se determinaron que, en sistemas de producción de cultivos sustentables, las micorrizas arbusculares junto con biofertilizantes como Twin-N, que incluyen en su composición bacterias fijadoras de N, pueden ser una alternativa confiable de reemplazo parcial de fertilizantes químicos.

Puetate, (2019) realizo la investigación de “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” con objetivo de “evaluar alternativas de biofertilización a base de micorrizas (Safer micorriza), bacterias solubilizadoras de fósforo (Fosfotic),biol de producción local y la

combinación de estos, en la variedad de papa Super Chola en condiciones de campo abierto.” Se diseñó bloques completamente al azar el cual consta de ocho tratamiento y cuatro repeticiones, el cual abarca “fertilización de síntesis química 100% NPK” con dosis usadas en la zona y con disminuciones de fosforo (70,50,25) % adjuntamente con Fosfotic, Biol y micorrizas (Safer-micorrizas). Se evaluó germinación, numero, altura y diámetro de los tallos, peso fresco del tubérculo, para la interpretación de datos se apoyó del programa Infostat 2014, comparando las medias con Tukey al 5%; El T₃ correspondiente a “100% NPK + Safer-micorrizas” presento el mayor rendimiento con 45.16 ha⁻¹, demostrando que es una alternativa factible para estimular el desarrollo tanto en solubilización y aprovechamiento de minerales, de igual forma ayuda a mantener las características biológicas del suelo.

(Mora et al., 2021) en su trabajo realizado sobre “Biofertilización con bacterias solubilizadoras de fósforo y hongos micorrícicos arbusculares en el cultivo de la papa” utilizó productos comerciales (Fosfotic y Safer Micorrizas) en la papa variedad superchola en un área de 360 m² de suelos andisoles en la provincia del Carchi. El área de estudio se distribuye es 6 parcelas de (12m x 5m) Cada parcela corresponde a un tratamiento de control de fertilización con distintas dosis de fosforo más la inoculación de Fosfotic y Safer Micorrizas. Se evaluaron número y altura de tallos, número, calibre y rendimiento del tubérculo, análisis de costos por tratamiento analizado. Los resultados con mayor relevancia fueron el “100% de la fertilización a base de Fosfotic + Safer-Micorrizas +75% P + NF y 100% de fertilización a base de Safer-Micorrizas +25% P + NF, los cuales mostraron un buen costo beneficio, siendo considerados como biofertilizantes factibles para a región Carchi -Ecuador.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Cultivo de Papa (*solanum tuberosum*)

2.2.1.1 Origen e importancia

La papa tiene más de 10 milenios de existencia. Según expertos de la historia, este cultivo ya existía en los años 8000 a 5000 a. C, en las zonas andinas al sur de Perú y sus alrededores, por lo que era una especie nueva para el resto del mundo (peru.travel, 2021). Este tubérculo fue descubierto en las cercanías del famoso lago “Titicaca” en la parte sureña de Perú.(minam et al., 2019)

De los productos agrícolas más consumidos a nivel mundial, la papa ocupa el tercer puesto, por su fácil manejo, aporte de calorías y ser un tubérculo de gran producción (minam et al., 2019). Actualmente existen 7 especies y cuatro subespecies, y aunque exactamente no existe un número específico, se aproxima un total de 4000 variedades de papas, y cada una se diferencia por el color de piel, pulpa y no todas son consumibles. (Reyes, n.d.).

La papa tiene un gran valor nutricional siendo esta una fuente de carbohidratos, proteínas de buena calidad, almidón, potasio, B6, antioxidantes, vitamina C y ácido clorogénico, algunos tubérculos de *Solanum tuberosum* contienen pulpa amarilla las cuales son potenciadas en zeaxantina y luteína y las de pulpa morada son potenciadas en antocianinas (Burgos & Stef De Hann, 2019).

En el territorio ecuatoriano se siembra la papa entre los 2800 a 3500 m.s.n.m. En las provincias que se conoce que se cultiva este producto esta: Carchi e Imbabura al norte, Cañar Azuay y Loja al sur y en la parte central están Pichincha, Tungurahua, Bolívar, Chimborazo y Cotopaxi. (INIAP et al., 2021). Se detalla las zonas y sus provincias en la Figura 1.



Figura 1. Zonas de producción de papa del Ecuador

Fuente: INIAP, 2021

2.2.1.2 Clasificación Taxonómica

Hace referencia a la genética. La papa es muy diversa en varios aspectos y por eso ha sido merecida de varios estudios científicos. La papa es proviene de la especie de género *Solanum* L.

Tabla 1 Clasificación taxonómica del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L)

DESCRIPCIÓN	NOMBRE
Reino	Plantae
División	Magoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Solanales F
Familia	Solanáceas

Fuente: (P. M. E. Morales, 2021)

2.3.1.3 Fenología

Emergencia: Después de la preparación del suelo, se coloca la semilla de papa en surcos; la duración de esta está directamente relacionada con las condiciones de almacenamiento, variedad y estado de la semilla.(Vignola et al., 2017). “Los brotes emergen de 15 a 20 días después de la siembra, iniciando una nueva planta, esto tiene mucha dependencia de las condiciones edáficas y climáticas de la zona donde se establezca el cultivo” (Flores et al., 2012).

Desarrollo: Se desarrolla durante los días 20 a 30 dds. Se desarrollan las plántulas, follaje y raíces iniciando la fotosíntesis y al desarrollo aéreo de la planta (Vignola et al., 2017). En la parte aérea se incrementa la cantidad de folíolos.(Valbuena et al., 2009).

Tuberización: Se da de 30 a 45 dds, la planta sigue con su desarrollo vegetativo en la parte área, sin embargo, por la parte de la raíz empieza a engrosar la punta de los rizomas, formándose en la parte final de los estolones los tubérculos (Vignola et al., 2017) y (Fuentealba, 2001).

Llenado de tubérculos: La fase 4 de la fenología de la papa es coincidente con la floración, aunque hay que tomar en cuenta que no en todas las variedades sucede esto. Los tubérculos reaccionan a la expansión de sus células debido a la acumulación de nutriente, carbohidratos y agua (Vignola et al., 2017). En esta etapa los tubérculos

absorben en gran cantidad de nutrientes y carbohidratos. la etapa se presenta entre los 45 a 90 días después de la siembra”(Fuentealba, 2001).

Maduración: Empieza con la caída gradual del follaje, las hojas viejas se tornan de color amarillo, pasando progresivamente a un color café, la epidermis del tubérculo comienza a engrosar, ya que el tubérculo ya se constituye con un alcance máximo de desarrollo (Fuentealba, 2001).

2.2.1.4 Morfología

El tallo principal nace del tubérculo e la semilla y los secundarios de las yemas subterráneas del principal, las raíces nacen del tubérculo y las encargas de la absorción de nutrientes y agua. Sus hojas aportan y fabrican almidón y que los transmite al tallo, los cuales son subterráneos (estolones), estos engrosan hasta formar un aproximado de hasta 20 tubérculos cerca de la superficie de la tierra, estos pueden variar en grosor pero normalmente pesan 300g c/u (CIP, 2015a). las flores varías dependiendo de la variedad y van desde el morado al blanco, el fruto es de forma redondeada y al igual que las flores varían en color y tamaño según la variedad. (Cuesta et al, 2021).

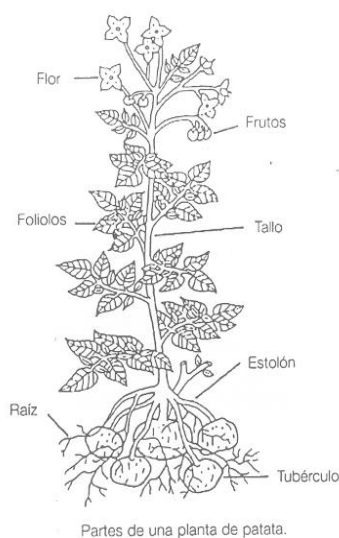


Figura 2. Nombre de las partes del cultivo

Fuente: tecnoagricola, 2012

2.2.1.5 requerimientos edafoclimáticos

Tabla 2. Requerimientos o condiciones climáticas para el cultivo de papa superchola

Tipo	Requerimiento
Raíz	crecen entre 10–35 °C, sin embargo, las más activas se desarrollan entre 15-20 °C.
Follaje	Se prolifera de 7 – 30 °C, sin embargo, entre 20 - 25°C se desarrollan de mejor manera.
Estolones	Las temperaturas son similares a las del follaje.
Iniciación de tubérculos	de 15 - 20°C.
suelos	pH 5,5-7 de baja salinidad. En la práctica se tiene suelos con pH entre 4,5 - 8,5.
Pendiente	0,0 – 4.0 %
altitud	1500 a 2500 msnm
luminosidad	8 a 12 horas

Fuente:(YARA, n.d.)

2.2.1.6 plagas y enfermedades

Al igual que todos los cultivos del mundo la papa tiene plagas y enfermedades que afectan el desarrollo de estos. Por eso es bueno estimular a los depredadores naturales de estas enfermedades y plagas. Entre las comunes se encuentran.

Tabla 3. plagas y enfermedades del cultivo de papa

Plagas	Descripción	Enfermedades	Descripción
---------------	--------------------	---------------------	--------------------

Polilla de la papa, (<i>Phthorimaea operculella</i>)	plaga más dañina de las papas sembradas y almacenadas en áreas cálidas y secas.	Los virus	se diseminan en los tubérculos y pueden reducir los rendimientos hasta en 50 por ciento.
Mosca minadora (<i>Liriomyza huidobrensis</i>)	oriunda de Sudamérica y común en áreas donde hay un uso intensivo de insecticidas.	Tizón tardío,	severa enfermedad de la papa en todo el mundo es causada por <i>Phytophthora infestans</i> , un hongo de agua que destruye las hojas, tallos y tubérculos.
Nemátodo del quiste (<i>Globodera pallida</i> y <i>rostochiensis</i>)	es una plaga severa del suelo en las regiones templadas, los Andes y otras áreas de altura.	Marchitez bacteriana.	causada por <i>Ralstonia solanacearum</i> , es un patógeno bacteriano que acarrea pérdidas severas en regiones tropicales, subtropicales y templadas.

Fuente:(CIP, 2015b)

2.2.1.7 Variedades

Existen dos grupos de variedades, la nativa y la mejorada. Las nativas se originan por la pronosticación, selección y conservación, mientras que las mejorada se da por el mejoramiento genético, esto mencionado por (Cuesta et al., 2015).

El INIAP reporta que en el Ecuador existen un aproximado de 550 variedades nativas y más de 20 mejoradas(INIAP et al., 2016). Entre las mejoradas se encuentra:

Tabla 4. Ejemplo de variedad de papa mejorada en Ecuador

Nº	Variedad
1	Superchola
2	INIAP – Victoria

3	INIAP – Cecilia
4	INIAP – Puca Shung
5	INIAP – Victoria
6	INIAP – Natividad
7	INIAP – Yana Shungo
8	INIAP – Fripapa
9	INIAP Gabriela

Fuente: (Cuesta et al., 2014)

El Carchi es una provincia que aporta gran cantidad de papa al país. En la tabla 3 se muestra las variedades más comercializadas en la provincia.

Tabla 5. Variedades cultivadas en el Carchi

Variedad	Porcentaje
Súper chola	38%
Única	10%
Chola	8%
Cecilia	6%

Fuente: Guerrero, M. (2016).

2.2.2 Variedad SuperChola

Este modelo fue realizado por el Sr. German Bastidas. Se trata de un cruce "(Curipamba negra x Solanum demissum) x (clon resistente con comida amarilla x chola seleccionada)"

Tabla 6. Características de la variedad superchola

Características	Descripción
Morfológicas	<ul style="list-style-type: none">-Planta de crecimiento erecto, con numerosos tallos verdes con pigmentación púrpura, bien desarrollada y pubescente.-Follaje frondoso de desarrollo rápido que cubre bien el terreno. Hojas de color verde intenso, abiertas.-Con tres pares de folíolos primarios, tres pares de folíolos secundarios y cinco pares de folíolos terciarios.-Flores de color morado.-Tubérculos con un período de reposo de 80 días.
Agronómicas	<ul style="list-style-type: none">-Zona recomendada: zonas norte y centro desde los 2800 a - 3600 m de altitud.-Maduración: 180 días a 3000 m de altitud.-Rendimiento: 30 t/ha
Calidad	<ul style="list-style-type: none">-Materia seca: 24%-Gravedad específica: 1.098
Reacción a enfermedades	Es susceptible a lanchara (<i>Phytophthora infestans</i>), medianamente resistente a roya (<i>Puccinia pittieriana</i>) y tolerante al nematodo del quiste de la papa (<i>Globodera pallida</i>).

Fuente:(PUMISACHO Y VELÁSQUEZ 2009)

2.2.2.1 Características morfológicas

Raíz: naciente de la semilla, muy fibrosa y no tiene una raíz principal.

Tallo: Tallos pigmentados, numerosos y con un máximo de 1m de altura.

Hojas y follaje: De acelerado desarrollo, color Verde oscuro y pigmentación purpura (Mafla, 2019).

Flores: Numerosas de color morado

Tubérculos: pulpa amarilla y de piel rosa

2.2.2.2 Plagas y enfermedades

Tabla 7. Plagas y enfermedades de la variedad superchola

Plagas		Hongos	
Nombre	Descripción	Nombre Común	Agente Causal
Gusano Blanco (<i>Premnotrypes bórax</i>)	<ul style="list-style-type: none"> Huevos: cilíndricos de color blanco. Larvas: cuerpo color blanco, su cabeza es de color café Adultos: color gris, n 7mm de largo y 4mm de ancho 	Lancha negra, tizón tardío o gota. (<i>Phytophthora Infestans</i>)	Oomiceto - <i>Phytophthora Infestans</i>
Pulguilla (<i>Epitrix spp</i>)	Se presentes en épocas secas y rara vez en épocas lluviosas	Royal (<i>Puccinia pittieriana</i>)	El Hongo: <i>Puccinia pittieriana</i> .
Trips (<i>Frankliniella tuberosi</i>)	Aparecen en época de sequía y en suelos arenosos	Rizoctoniasis, costra negra o media blanca. (<i>Rhizoctonia solani</i>)	El Hongo: <i>Rhizoctonia solani</i>
Mosca Minadora (<i>Liriomyza spp.</i>)	Aparecen a temperaturas de 21 -31 °C.	Pudrición seca (<i>Fusarium spp</i>)	El Hongo: <i>Fusarium spp</i>

Fuente: Raura, 2021

2.2.3 fertilización

La reproducción de las plantas implica el uso de fertilizantes, pero el agotamiento de los nutrientes y elementos en el suelo hace que sea imposible que las plantas los absorban adecuadamente. Se puede compensar la pérdida o falta de nutrientes o elementos con abonos químicos u orgánicos.(SADER, 2019). Los fertilizantes son importantes para incrementar la producción agraria y esta a su vez abastecer la demanda poblacional.

2.2.3.1 biofertilizantes o fertilizantes orgánicos

Los biofertilizantes poseen nutrientes formados naturalmente, para su formación la participación del ser humano es casi nula. Su origen es a partir de materia orgánica, mineral o mixta.(SADER, 2019). Para la elaboración de estos fertilizantes intervienen

uno o varios microorganismos benéficos como pueden ser bacterias u hongos, estos aumentan la disponibilidad de nutrientes al cultivo (intagri, 2015).

Este tipo de fertilizantes ayuda a reponer la materia orgánica que la actividad del ser humano genera al suelo, a comparación de los inorgánicos que no tiene esta propiedad.(George, 2019).

Estos minerales ayudan a reducir la erosión, aumentar y acelerar la vegetación o cubierta vegetal del suelo y conservar los microorganismos endémicos del suelo (anffe, n.d.). Suelen ser de costos más elevados en comparación a los abonos químicos o inorgánicos cuando se los compra a terceros (George, 2019).

Sin embargo intagri, (2015) menciona que no es costoso, preserva el ecosistema, aumenta la fertilidad y biodiversidad de la tierra. De acuerdo con su uso se dividen en 4 grandes grupos: solubilizadores de fósforo, promotores de crecimiento, fijadores de nitrógeno y captadores de fosforo.(intagri, 2015).

2.2.3.2 Micorrizas

Quizás el tipo de relación más conocida de la naturaleza entre hongo y raíz se denomina micorrizas las cuales asimilan agua y nutrientes, colonizando los suelos más escasos (Navarro, n.d.). Estas se forman por una cantidad de zigomicetos, que no desarrollan la red de Hartig y colonizan en la corteza de la raíz por medio de los arbusculos que realizan la simbiosis de intercambio de nutrientes vegetal -huésped (Aguilera et al., 2006). Los zigomicetos son hongos que producen esporas, contienen una pared gruesa, producto de la unión de 2 gametangios que pueden o no seguir al mismo micelio los cuales suelen ser cenocíticos.(Aguilera et al., 2006).

2.2.3.3 Tipos de Micorrizas

Tabla 8. Tipos de micorrizas y su descripción

TIPO	DESCRIPCION
ECTOMICORRIZAS	Esta se forma por dos tipos de hongos (Ascomicetes – Basidiomicetes), que se unen para desarrollar una capa de micelio espesa, cerca del área cortical de las raíces nutricias formando una red, estas son de tipo forestal y leñosas (Acosta, 2021).
ENDOMICORRIZAS	se caracterizan por bioestimular las raíces; sostienen un beneficio simbiótico entre el hongo y las raíces de las plantas logrando así un incremento en la productividad y de igual manera se logra reducir el uso de fertilizantes químicos para así poder tener una agricultura sostenible. (Chulde, 2019).
ORQUIDEOMICORRIZAS	estas están ligadas al grupo de las orquídeas, forman ovillos celulares en la raíz
ERICOMICORRIZAS	ligadas a la Familia Ericáceas, estas conforman una estructura compacta entre las células del hongo y las raíces.
ARBUSCULARES:	se caracterizan por crear un entramado de arbusculos intracelulares por donde se realizará la transferencia de nutrientes.
ECTENDOMICORRIZAS	este tipo presenta una colonización dual de los hongos con las raíces. Esto significa que forman un manto cortical tanto externo como interno en el córtex.

Fuente: (Acosta, 2021)

2.2.3.4 Micorrizas autóctonas

Las micorrizas desempeñan el papel de captadoras de P, realizan una colaboración y sirven como extensiones de la raíz, para que absorba los nutrientes y agua necesarios para cultivo y así cumpla su lapso de vida.(intagri, 2015). Las micorrizas autóctonas fueron obtenidas del bosque nativo de Taya, ubicado en la parroquia de Urbina de la provincia del Carchi. La empresa agromundo realizo un estudio microbiano para

determinar las esporas de micorrizas y otro microorganismo que están presentes en ese suelo.

Tabla 9. Recuento de esporas e identificación de microorganismos.

	Microorganismo	Recuento
Hongos y levaduras	Rhizopus sp.	300 UFC/g
Hongos micorrízicos	Glomus sp.	60 000 esporas/g
	Gigaspora sp.	4 000 esporas/g
Bacterias	Bacillus sp.	200 UFC/g

Fuente: Agromundo (2018)

2.2.3.5 Vermicompost

El vermicompost es también conocido como humus de lombriz, es el resultado de la descomposición de la materia orgánica mediante una técnica denominada vermicompostaje, el cual consiste en la bio-oxidación y la estabilización de la materia orgánica mediante el empleo de lombrices de tierra y microorganismos y la tierra llega a tornarse de un color oscuro, con un olor agradable y es suave al tacto. (Fertibox, 2020).

Una de las ventajas que presenta el vermicompost es que es un proceso menos laborioso debido a que las lombrices ayudan a mezclar, fragmentar y airear los desechos orgánicos y presenta como desventaja el costo adicional que presenta la adquisición de lombrices para el proceso. (Fertibox, 2020).

Tabla 10. Análisis fisicoquímico del vermicompost.

Análisis fisicoquímico	
Acidez (pH)	8,5
Materia orgánica (%)	35
Relación C/N	25:01:00
Nitrógeno (%)	1.3
Conductividad eléctrica (dS/m)	2,6
Fósforo (%)	0,36
Potasio (%)	3,6

Fuente: Agromundo (2018)

En esta investigación se empleó el vermicompost de la empresa Agromundo . este está conformado por extractos secos de materia verde, desechos de animales domésticos y el uso de macroorganismos como la lombriz californiana (*Eisenia foetida*).

“*Eisenia foetida*” es un tipo de lombriz muy aprovechada en este tipo de procesos, esto gracias a su capacidad de transformar materia orgánica en fertilizantes ricos en fósforo que mejoran las funciones vegetativas (Flórez Muriel, 2020).

2.2.3.6 Fertilización química

Nutrientes generados a partir de la intervención del ser humano, a partir de minerales, residuos orgánicos y sintéticos. Estos se componen de los nutrientes necesarios para la tierra como el N, P, K (SADER, 2019).

300 kg ha⁻¹ de P₂O₅ es la dosis de fertilización que se recomienda para el cultivo de papa. los suelos de la zona central y sur del país no fijan P en el suelo cómo lo hacen los suelos del norte, es por eso por lo que se da el uso excesivo en la zona norte (Pumisacho y Sherwood 2002).

2.2.3.6.1 NPK

El abono o fertilizantes NPK está formado por tres macroelementos primarios los cuales son nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), dicho fertilizante puede ser sólido o líquido, es el más completo hablando nutricionalmente debido a que se aporta al cultivo a la planta en el mismo momento de aplicación de los tres macronutrientes. (Tarazona, 2019).

Nitrógeno

Componente de la clorofila y es aprovechado por la planta a través de las raíces para generar masa vegetal (Acosta , 2021).

Fósforo

Ayuda al proceso de fotosíntesis y para el crecimiento vegetativo al reaccionar con la energía luminosa, movilizándose por la planta (Alvaro, 2019).

Potasio

Activa algunas enzimas, ayuda a la sintonización de proteínas y carbohidratos, evita el marchitamiento prematuro y favorece a la obtención de agua (Bloodnick, 2021).

Tabla 11. Composición del fertilizante químico

	Retape 12 – 30 – 16 (%)	Aporque 13 – 00 – 30 (%)
Nitrógeno (N)	12	13
Fósforo (P₂O₅)	30	0
Potasio (K₂O)	16	30
Magnesio (Mg)	1,6	3
Azufre (S)	1,9	3,8
Calcio (Ca)	1,4	1,5
Zinc (Zn)	0,3	0,2
Boro (B)	0,1	0,3

Fuente: Agromundo (2018)

III. METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1 Enfoque

Cuantitativo: se evaluará variables como germinación en %, altura y diámetro en cm y número de tallos (u), número de tubérculos (u) y peso de tubérculos en Kg, costos/beneficio en dólares.

Cualitativo: Se separará en categorías (calibre de la papa) según la calidad a través de los datos obtenidos.

3.1.2. Tipo de Investigación

Bibliográfica

Se toma como referencia la documentación de libros, páginas web, blogs, artículos científicos, revistas de carácter científico.

Experimental

En esta investigación se realizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con una prueba de Tukey al 5%

Campo

Se llevó a cabo en el Centro Experimental “San Francisco” perteneciente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

3.2. HIPÓTESIS O IDEA PARA DEFENDER

Hipótesis Afirmativa (Ha): La aplicación de biofertilizantes mejora el desarrollo y rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el cantón Huaca.

Hipótesis Nula (Ho): La aplicación de biofertilizantes no mejora el desarrollo y rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el cantón Huaca

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 12 . operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICA	Instrumentos
VARIABLE INDEPENDIENTE Biofertilizantes (Microorganismos solubilizadores de fósforo)	-Vermicompost	Alrededor de la semilla Se aplicó manualmente 220g semilla ⁻¹ en la siembra.	Inoculación al suelo	Balanza digital
	-Micorrizas comerciales (Sáfer - Micorrizas)	A la siembra, se aplicó la dosis recomendada 10g semilla ⁻¹ alrededor de cada una.	Inoculación al suelo	Balanza digital
	-Micorrizas autóctonas (UPEC)	Se aplicó la dosis recomendada (10g semilla ⁻¹) durante las siembra alrededor de la semilla	Inoculación al suelo	Balanza digital
	-Micorrizas comerciales + 25% NPK	En la siembra se aplicó 10 g de micorrizas alrededor de la semilla y seguidamente se aplicó 8.82 g planta ⁻¹ de (12-30-16) al retape y 8,82 g planta ⁻¹ de (13-0-30) al aporque	Inoculación al suelo	Balanza digital
Fertilizante químico	100% NPK (testigo)	Se aplicó 35.3 g planta ⁻¹ de (12-30-16) al retape y 35.3 g planta ⁻¹ de (13-0-30) al aporque	Inoculación al suelo	Balanza digital

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICA	Instrumentos
VARIABLE DEPENDIENTE: Papa Superchola (desarrollo y producción)	Germinación %	A los 35 días después de la siembra (dds) se observó y conto el % de plantas emergidas por parcela.	Observación y cálculo in situ	Cuaderno de apuntes de campo
	Número de tallos (u)	A los 40, 60 y 80 dds se observó y conto el número de tallos planta-1 de la parcela neta.	Observación, conteo manual y registro in situ	Cuaderno de apuntes de campo
	Altura (cm)	A los 40, 60 y 80 dds se observó y medio en cm con una cinta métrica el tallo más alto planta-1 de la parcela neta.	Observación, medición manual y registro in situ	Cinta métrica, cuaderno de apuntes de campo
	Diámetro de tallos (cm)	Se realizó a los 40, 60 y 80 dds, se observa, se mide en cm con una cinta métrica y se toma el dato principal de los tallos más ancho y largo.	Observación, medición manual y registro in situ	Pie de rey, cuaderno de apuntes de campo
	N° de tubérculos por planta (u)	En cosecha se cuenta en (u) el número de las 6 plantas de la parcela neta.	Observación, conteo y registro in situ	herramientas de cosecha, cuaderno de apuntes de campo
	Calibre de tubérculo (1ra, 2da, 3ra)	A los 180 dds se procede a la clasificación y separación de los tubérculos según su calibre: Primera o gruesa, Segunda y Tercera o cuchi	Observación, y clasificación	Balanza digital, costales, cuaderno de apuntes de campo
	Peso de tubérculos	Después de la clasificación se procede a pesar en kg planta-1 cada tubérculo según sus categorías	Observación, pesaje y registro	Balanza digital, costales, cuaderno de apuntes de campo
Análisis costo beneficio	Después de la cosecha y venta de la producción se calcula los costos por hectárea, utilidad neta de cada tratamiento para obtener el costo beneficio y así determinar el más rentable.	Análisis económico	(BENEFICIO NETO/COSTO DE INVERSIÓN) = COSTO BENEFICIO	

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1 Localización del experimento

Tabla 13. Características y descripción de las condiciones climáticas de la zona.

Condición climática	Descripción
Temperatura	12.7 °C
Altitud	2920 msnm
Humedad relativa	78%
Precipitación anual	779 -1200 mm

Fuente: Chulde, 2019

3.4.2 Descripción de los tratamientos

Se presenta la descripción de los 5 tratamientos en la tabla 14.

Tabla 14 Tratamientos seleccionados

N°	Tratamiento	Descripción:	Instancia
T1	Vermicompost	220 g semilla ⁻¹	Siembra
T2	Micorrizas comerciales	10g semilla ⁻¹	Siembra
T3	Micorrizas autóctonas	10g semilla ⁻¹	Siembra
T4	Micorrizas comerciales + 25% NPK	10 g semilla ⁻¹ + 8.82 g/planta ⁻¹	Retape (12-30-16) Aporque (13-0-30)
T5	Testigo (100% NPK)	35,3g/planta ⁻¹	Retape (12-30-16) Aporque (13-0-30)

Fuente: Elaborado por (Guzmán, J., 2022)

3.4.3 Características del ensayo

DBCA con 5 tratamientos y cuatro réplicas. Las parcelas experimentales tendrán una dimensión de 3 m de ancho x 5 m de largo, para un área de 15 m² cada una de ellas, con un total de 20 parcelas experimentales. La distancia de plantación será 1 m entre surcos y 0,50 m entre plantas.

Tabla 15. Características del ensayo

Características	Descripción
Tratamientos	Cinco (5)
Repeticiones	Cuatro (4)
Número de unidades experimentales	Veinte (20)
Área de la parcela	15m ²
Área total del ensayo	525 m ²
Área parcelas experimentales	300 m ²
Distancia entre surcos	1 m
Distancia entre plantas	0.50 m
Numero de semillas por parcela	30 unidades

Fuente: Elaborado por (Guzmán, J., 2022)

3.4.4 Población y distribución de las unidades experimentales

3.4.4.1 Población

El área de 525 m² utilizada para la presente investigación se distribuye en 20 parcelas experimentales, cada parcela tiene 15 m². cada parcela tiene 6 plantas por guacho, con un total de 5 guachos. Se sembró cada semilla a 0.50 cm de distancia entre ellas y 1m de distancia entre guachos.

La población es representada por 600 plantas en 300 m² dividida en 20 parcelas experimentales de 15 m² con 30 cultivos en cada una.

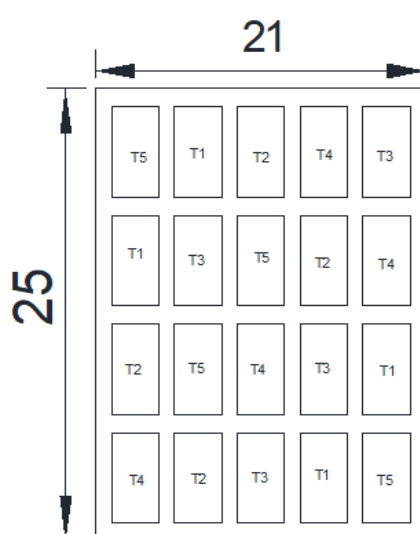


Figura 3. Distribución de los tratamientos y modelado del ensayo

3.4.5 Selección de muestras experimentales (plantas)

La muestra está representada por 120 ejemplares de las 20 parcelas netas. El área de muestra es de 3 m² con un total de 60 m². Se toma como base las 6 plantas centrales de la parcela para evitar errores en la toma de datos por alteraciones climáticas, mecánicas o cualquier medio que altere los resultados.

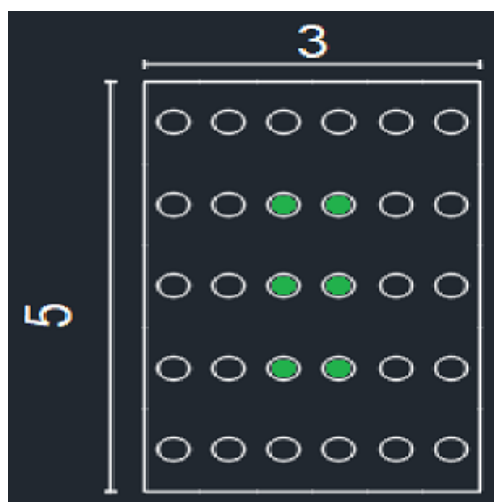


Figura 4. Selección muestras para la toma de datos

3.4.6. Variables evaluadas

a) Porcentaje de emergencia

A los 35 días después de la siembra se cuantificó manualmente las plantas que emergieron de cada una de las parcelas. Realizando un promedio se calculó el porcentaje (%) de cada una.

b) Fertilización

Vermicompost: Durante la siembra se pesó 220g con la balanza digital y se aplicó manualmente alrededor de cada semilla.

Micorrizas autóctonas: Durante la siembra se aplicó 10g para cada planta previamente pesada con la balanza digital.

Sáfer Micorrizas Se aplicó la dosis recomendada (10g semilla⁻¹) durante la siembra alrededor de la semilla.

Sáfer Micorrizas + 25% NPK: En la siembra se aplicó 10 g de micorrizas alrededor de la semilla y seguidamente se aplicó 8.82 g planta⁻¹ de (12-30-16) al retape y 8,82 g planta⁻¹ de (13-0-30) al aporque

Testigo (100% NPK): Se aplicó 35.3 g planta⁻¹ de (12-30-16) al retape y 35.3 g planta⁻¹ de (13-0-30) al aporque

c) Altura

se realizó la toma de dato de altura durante tres ocasiones. Se toma los datos desde el cuello de la raíz hasta la flor. Se toma el dato a partir de los 40 días y se toma cada 20 días.

d) número de tallos

De las plantas seleccionadas para la toma de datos, se realizó el conteo de los tallos nacidos en cada una de ellas. Este se realizó en tres periodos a los 40, 60 y 80 días después de haber sembrado.

e) diámetro de tallos

Para tomar diámetro del tallo se realizó con una herramienta denominada pie de rey. La evaluación se la hizo al tallo más grueso de cada planta. Se midió su progreso cada 20 días empezando desde el día 40 dds, hasta el día 80.

f) número total de tubérculos por planta

Para determinar la cantidad de tubérculos que se dio por planta, se tomo datos al momento de la cosecha a los 180 dds, para posteriormente clasificarla.

h) clasificación de tubérculo.

La clasificación de los tubérculos se realizó en base a la propuesta realizada por Pumisacho y Velásquez (primera, segunda y tercera). Se realiza la clasificación en base al porte y al peso.

g) costos de producción

se realizó un esquema para la determinación del costo beneficio. Se tomó como referencia los gastos realizados y costos fijo para determinar un costo marginal,

posteriormente se realiza diferencia entre la producción (ventas) con el gasto marginal y cada uno de la inversión de los tratamientos independientemente de cada uno. Todo esto proyectado a una hectárea.

3.4.7 Operalización del experimento

- **Instrumentos**

- Estacas
- Rótulos
- Piola
- Alambre
- Cuaderno de campo
- Semilla del tubérculo (variedad super chola)
- Fertilizantes orgánicos: Micorrizas comerciales y autóctonas, vermicompost, micorrizas comerciales + 8.82 g/planta⁻¹ (12-30-16) (13-0-30)
- Fertilizantes químicos: 35.3 g-planta⁻¹ (12-30-16) (13-0-30)
- Botas, guantes, overol, gorra mascarilla.
- Bomba de fumigar, azadón
- Material para la cosecha (costales, piola, etc)
- Balanza electrónica
- Calculadora

- **Procedimiento**

- a) Preparación del terreno**

Para preparar el área de la investigación (525 m²) se contrató un arado tirado por caballos. Se usó para la arada y surcada.

- b) Instalación del experimento**

El área se dividió en 20 parcelas (5 tratamientos con 4 repeticiones) cada una con 15 m² limitadas con piola y estacas y distinguidas con letreros para la diferenciación de tratamientos y repeticiones.

c) Siembra

se sembraron 600 tubérculos de segunda clase distribuidos en 20 parcelas (30 en cada una). Se colocaron 6 semillas a una distancia de 0.50 m. La distancia entre surcos fue de 1m.

d) Biofertilización

Se colocó los biofertilizantes en los 4 tratamientos correspondientes 10g de Sáfer micorrizas a los tratamientos 2 y 4, 10g micorrizas autóctonas para el tratamiento 3 y 220g de vermicompost para el tratamiento 1. Todos los biofertilizantes se colocaron durante la siembra.

e) Fertilización química

Se colocó 35.3 g de (12-3-16) en el retape y (13-0-30) en el aporque para el tratamiento 5. En el tratamiento 4 se colocó 8.82 de los mismos productos.

f) Retape

Este laboreo se realizó a los 20 días después de la siembra, ayudando a integrar los productos de fertilización química.

g) Deshierba y medio aporque

Se la efectúa a los 45 días después de la siembra. Su realización fue de forma manual y consiste en alzar la tierra alrededor de la planta por primera vez. Esta técnica sirve para ofrecer soporte, flaquear el suelo y eliminar cualquier tipo de maleza.

h) Aporque

Este tiene la misma función que el medio aporque. Se lo realiza a los 90 dds para formar los surcos definitivos los cuales actúan como ambiente óptimo para que el cultivo realice la tuberización.

i) Cosecha

La cosecha se la realiza a los 180 dds. Se toma los datos de las 6 plantas de cada parcela que han sido seleccionadas previamente. Se pesa los tubérculos y se los clasifica en primera, segunda y tercera según su calibre. Se realiza a una proyección

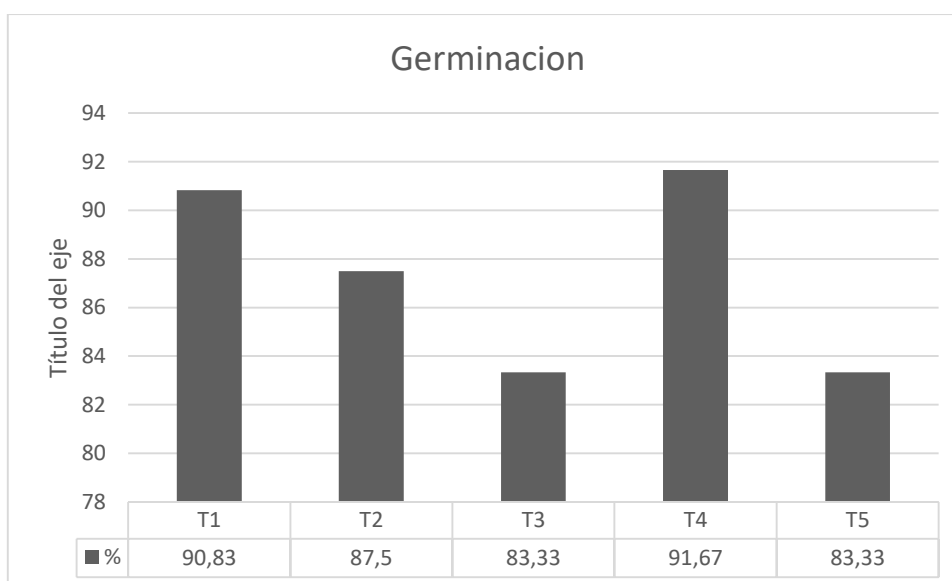
de kg/parcela, y a su vez kg/ha^{-1} para la realización del costo beneficio de cada tratamiento.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.1 Germinación

La toma de datos realizó a los 35 días de la siembra demostrando que el tratamiento 4 (micorrizas autóctonas +25% NPK) mostro mayor porcentaje de germinación con un valor de 91.67% mientras que los tratamientos 3 (micorrizas autóctonas) y 5 (100% de NPK) tiene el valor más bajo de 83,33%.



T1= Vermicompost; T2= micorrizas comerciales; T3= micorrizas autóctonas; T4= micorrizas comerciales +25% NPK; T5= testigo 100 %NPK.

Figura 5. Germinación de planta según los tratamientos.

Espinosa, (2007) expresa que una de las características más esenciales de los suelos Andisoles es la capacidad de fijar fósforo en la corteza de los minerales disformes y que en varios cultivos.

4.1.2 Altura de la planta

El análisis de la varianza para la variable altura de la planta a los 40, 60, 80 dds (tabla 8) se muestra que hubo diferencias significativas ($p = 0.01$) entre tratamientos a los 40 y 60 dds. Sin embargo, a los 80 dds muestra datos no significativos ($p > 0.05$). La media de las alturas en este periodo temporal ha variado con valores de 17,8cm, 33,31cm y 48,97cm a los 40, 60 y 80 dds respectivamente.

Tabla 16. Análisis de la varianza para la altura de planta según los tratamientos

		40 dds	60 dds	80dds
F.V	G.L	P- valor	P- valor	P- valor
Rep/Bloq	3	0,01*	0,05*	0,13 ns
TRAT	4			
Error	112			
Total	119			
Media		17,67	33,08	48,76
CV (%)		44,81	42,79	41,76

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

Se elaboró la prueba de comparación de Tukey al 5% (tabla 17) para la variable altura de planta se observa que a los 40, 60 no existen diferencias significativas entre los tratamientos T1, T2, T3, T4, pero sin difieren del del T5 y 80 dds ninguno difiere.

Tabla 17. Prueba de Tukey para la variable altura de planta a los 40, 60 y 80 dds

TRAT	40	60	80
T1	21,25 A	39,50 A	56,87 A
T2	19,83 AB	33,02 AB	49,50 A
T3	15,58 AB	31,83 AB	44,66 A
T4	17,41 AB	34,00 AB	50,20 A
T5	14,29 B	27,08 B	42,58 A

Leyenda: T1= Vermicompost; T2= micorrizas comerciales; T3= micorrizas autóctonas; T4= micorrizas comerciales +25% NPK; T5= testigo 100 %NPK; TRAT= tratamiento.

Estos resultados pueden deberse al tipo de suelo, debido a que este contiene mucha materia orgánica y nutrientes poco explotados además del ciclo fenológico de la planta. (M. E. Basantes & Basantes, 2013) mencionan que esto se debe fenología de la planta y que la fertilización foliar no sustituye la fertilización radicular, solo se complementan con la nutrición edáfica, y sirven para suplementar algunos municionamientos en las etapas fenológicas ya que estas demandan más en la floración, maduración y tuberización. Pese a esto el tratamiento T1 (vermicompost) fue el predominante.

Narváez, (2016) corrobora los resultados debido a que presenta datos similares en su investigación de microorganismos solubilizadores de fosforo, demostrando que la combinación de tierra, micorrizas y vermicompost fue el que demostró mejor rendimiento en altura de planta, cabe resaltar que en ambo casos se hace uso de vermicompost por lo es una buena alternativa para el crecimiento de la planta.

4.1.3 Diámetro del tallo

El análisis de la varianza para el diámetro del tallo por planta a los 40, 60, 80 dds (tabla 8) se muestra que hubo diferencias demasiado significativas ($p < 0.01$) entre tratamientos a los 40. A los 60 dds no existe diferencias significativas ($p < 0.05$). Sin embargo, a los 80 dds se vuelve a presentar datos significativos ($0.05 > p < 0.01$). La media de los diámetros varía entre 0.33, 0.67, 0.97 en los días mencionados respectivamente.

Tabla 18. análisis de la varianza para el diámetro del tallo de la planta según los tratamientos

		40 dds	60 dds	80 dds
F.V	G.L	P- valor	P- valor	P- valor
Rep/Bloq	3	0,00**	0,18ns	0,03*
TRAT	4			
Error	112			
Total	119			
Media		0,32	0,66	0,96
CV (%)		59,58	41,35	38,47

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

Se elaboró la prueba de comparación de Tukey 5% (tabla 19) en la que se obtuvieron que a los 40 y 80 dds solo el T1 fiere de los otros tratamientos, sin embargo, a los 60 dds no existen diferencias significativas entre tratamientos.

Tabla 19. Prueba de Tukey para la variable del grosor del tallo de la planta a los 40, 60 y 80 dds

TRATAMIENTOS	40dds	60dds	80dds
T1	0,21 B	0,56 A	0,76 B
T2	0,30 AB	0,68 A	1,00 AB
T3	0,30 AB	0,63 A	0,92 AB
T4	0,39 A	0,72 A	1,08 A
T5	0,41 A	0,73 A	1,02 AB

Leyenda: T1= Vermicompost; T2= micorrizas comerciales; T3= micorrizas autóctonas; T4= micorrizas comerciales +25% NPK; T5= testigo 100 %NPK; TRAT= tratamiento.

Esto puede ser porque las micorrizas ayudan controlar los niveles de absorción de agua, minerales y mantener las funciones de la planta. Franco (n.d.) menciona que las micorrizas aprovechan el azúcar de la raíz de la planta para proporcionar minerales a la misma por el sistema vascular y cumplen un papel decisivo para la absorción de P mineral, esto se debe a que mejora el funcionamiento fisiológico de la planta facilitando la adecuada evapotranspiración lo que desencadena aumento de ramificaciones, crecimiento radicular y división celular.

Narváez (2016) corrobora mis los resultados con su investigación “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” en el cual el tratamiento de la combinación de tierra, micorrizas y vermicompost le dio un promedio de 1.34mm, demostrando que las micorrizas si afectan el diámetro de los tallos.

4.1.4 Número De Tallos

El análisis de la varianza para la variable número de tallos (tabla 20) muestra resultados nos significativos ($p > 0.05$) para los tratamientos en los 40, 60 y 80 dds con valores promedio de 1.85, 2.9 y 2.92 correspondientemente.

Tabla 20. análisis de la varianza para el numero de tallos de la planta según los tratamientos.

		40 dds	60 dds	80dds
F.V	G.L	P- valor	P- valor	P- valor
Rep/Bloq	3	0,43 ns	0,31 ns	0,42ns
TRAT	4			
Error	112			
Total	119			
Media		1,85	2,9	2,92
CV (%)		46,84	40,93	39,86

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

Con la prueba de Tukey al 5% (tabla 21), se manifiesta que no existen diferencias significativas durante los 40, 60 y 80 dds, sin embargo, el T1 (vermicompost) tiene los valores altos 2.08, 3.20 y 3.20 respectivamente

Tabla 21. Prueba de Tukey para la variable del número del tallo de la planta a los 80 dds

TRAT	40dds	60dds	80dds
T1	2,08 A	3,20 A	3,20 A
T2	1,95 A	3,12 A	3,12 A
T3	1,83 A	2,87 A	2,87 A
T4	1,70 A	2,70 A	2,70 A
T5	1,70 A	2,58 A	2,69 A

Leyenda: T1= Vermicompost; T2= micorrizas comerciales; T3= micorrizas autóctonas; T4= micorrizas comerciales +25% NPK; T5= testigo 100 %NPK; TRAT= tratamiento.

El número de tallos no difirió demasiado en los tratamientos, pese a esto el T5 (100% NPK) obtuvo el menor valor con promedio de 2.69. esto puede ser porque se encuentra proporciones concentradas y puras a diferencia del vermicompost que aporta nutrientes de forma progresiva a la planta. Al contrario de los abonos minerales, el vermicompost compone una fuente de nutrición de aportación lenta para la planta la cual aprovecha según sus necesidades (Domínguez et al., 2008).

4.1.4 Rendimiento del número de tubérculo

El análisis estadístico de numero de tubérculos de primera clase perteneciente a los distintos tratamientos se realizó a los 180 dds (tabla 22). Se mostro diferencias demasiado significativas ($p < 0.01$), con una media de 5.91 y un Coeficiente de variación de 55.89.

Tabla 22. análisis de la varianza para el número de tubérculos de primera clase por tratamientos.

		180 dds
F.V	G.L	P- valor
Rep/Bloq	3	0.00**
TRAT	4	
Error	111	
Total	118	
Media		5,91
CV (%)		55,89

Leyenda: FV (Fuente de variación), GL (Grados de libertad), p-valor (Grado significativos), * (Significativo), ns (no significativo), CV (Coeficiente de Variación), dds (días después de la siembra).

Con los datos recolectados a los 180dd, se elaboró la prueba de Tukey al 5% (tabla 13) observando que no existen diferencias significativas entre el T1 y T5 per si difieren del resto de tratamientos.

Tabla 23. Prueba de Tukey para la variable del número de tubérculos de primera clase por tratamiento a los 180 días

TRAT	180 dds
T1	7,33 AB
T2	3,2 C
T3	6,37 B
T4	3,2 C
T5	9,45 A

Leyenda: T1= Vermicompost; T2= micorrizas comerciales; T3= micorrizas autóctonas; T4= micorrizas comerciales +25% NPK; T5= testigo 100 %NPK; TRAT= tratamiento.

El análisis varianza para el número de tubérculos de segunda pertenecientes a los tratamientos planteados se realizó a los 180 dds (tabla 24). Se mostro diferencias demasiado significativas ($p < 0.01$) con un coeficiente de variación es de 72.25 y una media de 5.76.

Tabla 24. análisis de la varianza para el número de tubérculos de segunda clase por tratamientos.

		180 dds
F.V	G.L	P- valor
Rep/Bloq	3	0.00**
TRAT	4	
Error	111	
Total	118	
Media		5,76
CV (%)		71.98

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

La prueba de Tukey al 5% para la variable del número de tubérculos de segunda clase por tratamiento a los 180dds muestra que no existe diferencias significativas entre el T2 y el T 5, pero estos si difieren del T1, T3 Y T4.

Tabla 25. Prueba de Tukey para la variable del número de tubérculos de segunda clase por tratamiento a los 180 días

TRAT	180 dds
1	4,58 B
2	6,79 AB
3	3,87 B
4	4,58 B
5	9,00 A

Leyenda: 1= Vermicompost; 2= micorrizas comerciales; 3= micorrizas autóctonas; 4= micorrizas comerciales +25% NPK; T5= testigo 100 %NPK.

El análisis de la varianza para el número de tubérculos de tercera clase por tratamientos muestra diferencias demasiado significativo ($P > 0.01$) y un CV de 101.17.

Tabla 26. análisis de la varianza para el número de tubérculos de tercera clase por tratamientos.

		180 dds
F.V	G.L	P- valor
Rep/Bloq	3	0,00 **
TRAT	4	
Error	111	
Total	118	
Media		6,06
CV (%)		101,17

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

La prueba de Tukey al 5% el T4 yT5 di difieren entre ellos, pero si del resto de tratamientos.

Tabla 27. Prueba de Tukey para la variable del número de tubérculos de tercera clase por tratamiento a los 180 días

TRAT	180 dds
1	3,95 BC
2	3,16 C
3	5,70 ABC
4	8,08 AB
5	9,41 A

Leyenda: T1= Vermicompost; T2= micorrizas comerciales; T3= micorrizas autóctonas; T4= micorrizas comerciales +25% NPK; T5= testigo 100 %NPK; TRAT= tratamiento; G.H= grupo homogéneo-, dds= días después de la siembra.

Esto se puede deber a que la planta aprovecha los nutrientes concentrados de la fertilización química durante la tuberización. M. E. Basantes & Basantes, (2013) menciona que la planta demanda más nutrientes en la floración, maduración y tuberización. Partiendo de la variedad de comercialización (primera) El T5 se diferencia del T1 por muy poco, este puede suplementar a la fertilización química ya que aporta los nutrientes de forma progresiva. Datos similares presento Narváz (2016) en su investigación sobre biofertilización en papa, mencionando que el compost y micorrizas aportaron un promedio de 5 tubérculos por planta.

4.1.5 Rendimiento del peso del tubérculo

El análisis de la varianza del peso de tubérculos de primera clase perteneciente a los distintos tratamientos se realizó a los 180 dds (tabla 28). Se mostro diferencias demasiado significativas ($p > 0.01$) con un coeficiente de variación de 66.85% y una media de 1.26.

Tabla 28. análisis de la varianza para el peso de tubérculos de primera clase por tratamientos.

			180 dds
F.V	G.L		P- valor
Rep/Bloq	3		0,00 **
TRAT	4		
Error	112		
Total	119		
Media			1,27
CV (%)			66,34

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

Se realizó la prueba de Tukey al 5%, en el que el T5 difieres de los tratamientos T1, T2, T3, y T4, con un peso aproximado de 2.21 kg por planta.

Tabla 29. Prueba de Tukey para la variable del peso de tubérculos de primera clase por tratamiento a los 180 días

TRAT	180 dds
1	01,43 AB
2	0,84 C
3	1.08 BC
4	0.79 C
5	1,65 A

Leyenda: T1= Vermicompost; T2= micorrizas comerciales; T3= micorrizas autóctonas; T4= micorrizas autóctonas +25% NPK; T5= testigo 100 %NPK.

Dentro de la clasificación de los tubérculos medianos o de segunda tomada a los 180 dds se realizó el análisis de la varianza del peso del tubérculo de segunda clase (tabla 30) mostrando que existe diferencias demasiado significativas ($p < 0.01$) con un CV de 67.92%. y una media de 0.47kg.

Tabla 30. análisis de la varianza para el número de peso de segunda clase por tratamientos.

		180 dds
F.V	G.L	P- valor
Rep/Bloq	3	0,00 **
TRAT	4	
Error	111	
Total	118	
Media		0,47
CV (%)		70,41

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

Con la prueba de Tukey al 5% para la variable del peso de tubérculos de segunda clase por tratamiento a los 180 dds se observa que El T2 y T5 no muestran diferencias significativas, pero si difieren de los tratamientos T1, T3, y T4.

Tabla 31. Prueba de Tukey para la variable del peso de tubérculos de segunda clase por tratamiento a los 180 días

TRAT	180 dds
1	0,34 B
2	0,71 A
3	0,25 B
4	0,45 B
5	0,60 A

Leyenda: T1= Vermicompost; T2= micorrizas comerciales; T3= micorrizas autóctonas; T4= micorrizas autóctonas +25% NPK; T5= testigo 100 %NPK; TRAT= tratamiento; G.H= grupo homogéneo-, dds= días después de la siembra.

En la tabla 32 presenta el análisis de la varianza del rendimiento de los tubérculos no comerciales o de tercera clase, se muestra que existe diferencias no significativas ($p > 0.05$).

Tabla 32. análisis de la varianza para el peso de tubérculos de tercera clase por tratamiento

		180 dds
F.V	G.L	P- valor
Rep/Bloq	3	0,27ns
TRAT	4	
Error	111	
Total	118	
Media		0,17
CV (%)		107,07

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

La prueba de Tukey al 5% para la variable del peso de tubérculos de tercera clase por tratamiento a los 180 días no muestra diferencias significativas entre los tratamientos

Tabla 33. Prueba de Tukey para la variable del peso de tubérculos de tercera clase por tratamiento a los 180 días

TRAT	180 dds
1	0,17 A
2	0,11 A
3	0,13 A
4	0,21 A
5	0,25 A

Leyenda: T1= Vermicompost; T2= micorrizas comerciales; T3= micorrizas autóctonas; T4= micorrizas autóctonas +25% NPK; T5= testigo 100 %NPK; TRAT= tratamiento

En el análisis de la varianza para el peso de tubérculos en sus categorías (primera segunda y tercera) existen datos demasiado significativos. El T5 (NPK 100%) prevalece en los tres rangos con una producción total de 3.06 kg/planta que se desglosa en 2.21 de primera, 0.60 de segunda y 0.25 de tercera.

Esto se corrobora con la investigación de Flores (2019) en la obtuvo datos similares, este evaluó una mezcla de 100% de NPK más BSF obteniendo 2.29 kg/planta.

4.1.6 Costo beneficio de los tratamientos

Para la evaluación del costo beneficio se tomó como referencia 3 tipos de precios a la venta (23, 14 y 5). Este tipo de evaluación se realizó debido a las fluctuaciones del precio en el mercado.

En la tabla 34 se observa el análisis económico de los tratamientos. T1 presenta una relación de costo beneficio de \$2.04 demostrando que por cada dólar que se invierte se gana \$1,04, sin embargo, el T1 muestra una factibilidad no tan diferente al testigo con un valor de \$1,00 por cada dólar invertido. El T3 es el tratamiento con menor rentabilidad por solo generar \$0,70 por cada dólar invertido.

Tabla 34. Relación costo -beneficio de cada tratamiento a un valor de \$14 en el mercado.

Tratamientos	Costo Marginal sin / tratamientos / ha	Costo del Tratamiento ha	Costo Total	Rendimiento qq/ha	Precio \$/qq	Venta \$/ha	Utilida d \$/ha	C:B índice	Beneficio directo
T1	4946,00	528	5474	779	14	10906	5432	2,0	1,0
T2	4946,00	164	5110	671	14	9394	4284	1,8	0,8
T3	4946,00	80	5026	597	14	8358	3332	1,7	0,7
T4	4946,00	412,09	5358	680	14	11667	6309	2,2	0,8
T5	4946,00	996,4	5942	1008	14	14112	8170	2,4	1,4

Leyenda: T1= Vermicompost; T2= micorrizas comerciales; T3= micorrizas autóctonas; T4= micorrizas comerciales +25% NPK; T5= testigo 100 %NPK.

. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Según los datos obtenidos a través de la investigación se puede determinar que los biofertilizantes si tienen un buen efecto sobre el desarrollo del cultivo, en lo referente a la altura, grosor y número de tallos, y a su vez generando una buena producción para el beneficio económico del agricultor.
- La aplicación de biofertilizantes ayuda a disminuir los costos de producción y mantener las propiedades físicas y químicas del suelo.
- Los tratamientos con mejor rentabilidad son el T1 (vermicompost) y T5 (100% NPK) presentando un costo beneficio de \$2,40 y \$2,00, demostrando que por cada dólar invertido se obtiene \$1,40 y \$1,00 de ganancias respectivamente.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar charlas para que los agricultores, se informen sobre las nuevas alternativas de biofertilizantes, los cuales mejoran o mantienen las capacidades reproductivas del suelo.
- Se recomienda a los agricultores el uso de biofertilizante como vermicompost ya que mejoran las propiedades físicas y químicas del suelo a través de su aporte de organismos y nutrientes necesarios para los cultivos y a su vez genera una rentabilidad competitiva a los fertilizantes químicos.

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- : Narváez, M. F. A. (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>
- Acosta, B. (2021, February 15). *MICORRIZAS: qué son, tipos y lista de hongos - Resumen*.
<https://www.ecologiaverde.com/micorrizas-que-son-y-tipos-2498.html>
- Adelso, E., & Navarro, E. (2010). *Manual Elaboración de Abonos Orgánicos Sólidos, Tipo Compost*.
- Acosta , B. (17 de Febrero de 2021). Ecología Verde. Obtenido de Ecología Verde:
<https://www.ecologiaverd>
- Alvaro. (10 de Diciembre de 2019). Fertibox. Obtenido de Fertibox:
<https://www.fertibox.net/profile/e28c8952-5792-446d-9c5c-457dc7fe1b51/profile>
- Aguilera, G. L. I., Olalde Portugal, V., Rubí Arriaga, M., & Contreras Alonso, R. (2006). *Micorrizas arbusculares*. <https://www.redalyc.org/pdf/104/10414307.pdf>
- Álvaro, G. J. (2019, September 30). Compost y vermicompost ¿En qué se diferencian?
<https://www.fertibox.net/single-post/compost-vermicompost>
- Flórez Muriel, E. (2020). El vermicompost, una alternativa para la recuperación de suelos. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/36123/FlorezMurielElizabeth2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- anffe. (n.d.). *LA IMPORTANCIA DE LOS FERTILIZANTES*. Retrieved July 10, 2022, from <http://www.anffe.com/noticias/2008/2008-06-02%20La%20importancia%20de%20los%20fertilizantes%20en%20una%20agricultura>

%20actual%20productiva%20y%20sostenible/LA%20IMPORTANCIA%20DE%20LOS
%20FERTILIZANTES.pdf

Basantes, F., Suárez, J. P. A., Illescas, L. M. A., & Hernández, L. del R. V. (2020). Diagnóstico de la situación actual de la producción y comercialización de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en la Zona 1 del Ecuador. In *e-Agronegocios* (Vol. 6, Issue 2). <https://doi.org/10.18845/EA.V6I2.5103>

Basantes, M. E., & Basantes, A. S. (2013). *Crecimiento del cultivo, dds N P K P requerido Lineal (K)*. <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/2015/07/2-24-REMEHUE->

bastan. (n.d.). *Vermicompostaje*. Retrieved August 2, 2022, from <https://jbastian.com/renovables/reciclaje-rsu/componentes/vermicompostaje.htm>

BIRF AIRF. (2018). *Consumo de fertilizantes (kilogramos por hectárea de tierras cultivables)* / *Data*. https://datos.bancomundial.org/indicador/AG.CON.FERT.ZS?most_recent_value_desc=false

Bloodnick. (09 de Noviembre de 2021). Pthorticulture. Obtenido de Pthorticulture: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-potasio-en-el-cultivo-de-plantas/>

Burgos, G., & Stef De Hann. (2019). *Potencial nutricional de la papa Composición nutricional de la papa*. <https://cipotato.org/wp-content/uploads/2019/08/CIP-PANAMERICANOS-LIMA-2019.pdf>

Chulde; Minda John Alex. (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*. <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/763/1/347%20Alternativas%20de%20fertilizaci%3%b3n%20para%20el%20cultivo%20de%20papa%20-%20Huaca.pdf>

- CIP. (2015a). *Cómo crecen las papas* - *International Potato Center*.
<https://cipotato.org/es/lapapa/como-crecen-las-papas/>
- CIP. (2015b). *PLAGAS Y ENFERMEDADES DE LA PAPA* - *International Potato Center*.
<https://cipotato.org/es/lapapa/plagas-y-enfermedades-de-la-papa/>
- Cuesta, S. H. X., Rivadeneira Ruales, J. E., & Monteros J., C. (2015). *Mejoramiento genético de papa: Conceptos, procedimientos, metodologías y protocolos*. 74.
<http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3227>
- Cuesta, S. H. X., Rivadeneira Ruales, J. E., Pumisacho, M., Montesdeoca, F., Velásquez, J., Reinoso R., I. A., & Monteros J., C. (2014). *Manual del cultivo de papa para pequeños productores*. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3033>
- Cuesta, X., Rivadeneira, J., Pumisacho, M., Montesdeoca, F., Velasquez, J., Reinoso, I., & Monteros, C. (2021). *Manual de cultivo de papa para pequeños productores*. Ecuador: Quito, EC: INIAP-EESC, 2021.
- Dominguez, J., Lazcano, C., & Gómez, M. (2008, May 16). *Influencia del vermicompost en el crecimiento de las plantas: Aportes para la elaboración de un concepto objetivo*.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372010000500027
- Encolombia. (2013, September 9). *Suelos Andosoles qué son, Suelos sobre Ceniza Volcánica, Grupo WRB*. <https://encolombia.com/economia/agroindustria/agronomia/suelos-andosoles/>
- Espinosa, J. (2007). (PDF) *FIJACION DE FOSFORO EN SUELOS DERIVADOS DE CENIZA VOLCANICA*.
https://www.researchgate.net/publication/237118666_FIJACION_DE_FOSFORO_EN_SUELOS_DERIVADOS_DE_CENIZA_VOLCANICA
- Flores, H., Flores, M., Mejía, E., & Sifuentes, E. (2012). *Grados día y la programación integral del riego en el cultivo de papa*.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792012000100059

Flores, S. (2019). “*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.*” <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/762/1/346%20Alternativas%20de%20fertilizaci%C3%B3n%20para%20el%20cultivo%20de%20papa%20-%20Canchaguano.pdf>

Franco, N. J. de D. (n.d.). *EFFECTOS BENEFICIOSOS DE LAS MICORRIZAS SOBRE LAS PLANTAS*. Retrieved July 25, 2022, from www.bioscripts.net.

Fuentealba, J. (2001). *La Papa Una Planta C-3 | PDF | Fotosíntesis | Plantas*. <https://es.scribd.com/document/20265788/La-papa-una-planta-C-3>

George. (2019, May 6). *Qué son los Abonos Orgánicos y Tipos*. <https://www.mundodeportivo.com/uncomo/hogar/articulo/que-son-los-abonos-organicos-y-tipos-49547.html>

Gob.Mx. (2019, August 25). *¿Qué es y para qué sirve el fertilizante? | Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural | Gobierno | gob.mx*. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/que-es-y-para-que-sirve-el-fertilizante>

INIAP. (2014). *Papa*. <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mraiz/rpapa>

INIAP, Araujo Jaramillo, M. A., Cartagena Ayala, Y. E., Castillo Carrillo, C. I., Cuesta Subía, H. X., Monteros Jácome, J. C., Paula Caicedo, N. R., Racines Jaramillo, M. R., Rivadeneira Ruales, J. E., Velásquez Carrera, J. S., León Ruíz, J. E., Panchi Umaginga, N. G., & Andrade Piedra, J. L. (2021, February 10). *Manual del cultivo de papa para pequeños productores. 3ra. Edición*. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5672>

- INIAP, Mastrocola, N., Pino, G., Mera, X., Rojano, P., Haro, F., Rivadeneira Ruales, J. E., LastNameMonteros J., C., & Cuesta Subía, H. X. (2016). *Catalogo de variedades de papa del Ecuador*. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2748>
- intagri. (2015). *Los Biofertilizantes en la Agricultura | Intagri S.C.* <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/biofertilizantes-en-agricultura>
- ITC. (2019, February 20). *TOP 10 de países exportadores de patata*. <https://www.freshplaza.es/article/9073405/top-10-de-paises-exportadores-de-patata/>
- José Pineda. (n.d.). *Suelos Andosoles qué son, Suelos sobre Ceniza Volcánica, Grupo WRB*. Retrieved August 14, 2022, from <https://encolombia.com/economia/agroindustria/agronomia/suelos-andosoles/>
- Luis, G., Rubio, C., González-Weller, D., Gutiérrez, A. J., Revert, C., & Hardisson, A. (2011). Comparative study of the mineral composition of several varieties of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) from different countries cultivated in Canary Islands (Spain). *International Journal of Food Science & Technology*, 46(4), 774–780. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2621.2011.02556.X>
- 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>
- minam, Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales, & Dirección General de Diversidad Biológica. (2019). *Línea de base de la diversidad genética de la papa peruana con fines de bioseguridad*. https://bioseguridad.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2019/12/Linea_base_papa_bioseguridad_lowres.pdf
- Mora, Q. S. R., Cuaical, G. E. T., Bolívar, J. G., Revelo, R. V. W., Puétate, M. L. M., Alcántara, E. Á., & Sánchez, M. R. (2021, January 27). (PDF) *Biofertilización con bacterias solubilizadoras de fósforo y hongos micorrízicos arbusculares en el cultivo de la papa*. https://www.researchgate.net/publication/353331843_Biofertilizacion_con_bacterias_solubilizadoras_de_fosforo_y_hongos_micorrizicos_arbusculares_en_el_cultivo_de_la_papa

Morales, M. (n.d.). *VENTAJAS COMPETITIVAS DE LOS BIOFERTILIZANTES*. Retrieved July 31, 2022, from <https://www.atamexico.com.mx/wp-content/uploads/2017/11/3.-NUTRICI%C3%93N-Y-FERTILIZACI%C3%93N.pdf>

Morales, P. M. E. (2021). *DESCRIPCIÓN BOTÁNICA Y TAXONÓMICA DE LA PAPA*. <https://librosaccesoabierto.uptc.edu.co/index.php/editorial-uptc/catalog/download/156/192/3620?inline=1>

Narváez, M. F. A. (2016). *Repositorio de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi: Buscar*. http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/3/simple-search?query=&sort_by=score&order=desc&rpp=10&filter_field_1=subject&filter_type_1>equals&filter_value_1=CULTIVO+DE+PAPAS&etal=0&filtername=author&filterquery=Narv%C3%A1ez+Moreno%2C+Favio+Alirio&filtertype>equals

Navarro, F. J. D. D. (n.d.). *EFECTOS BENEFICIOSOS DE LAS MICORRIZAS SOBRE LAS PLANTAS*. Retrieved July 31, 2022, from https://www.ciaorganico.net/documypublic/200_infoagronomo.net_Micorrizas-beneficios.pdf

peru.travel. (2021, November 19). *Papa: conoce la historia de este tubérculo de origen peruano*. <https://www.peru.travel/pe/masperu/papa-conoce-la-historia-de-este-tuberculo-de-origen-peruano>

Puetate, L. M. (2019). “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. [UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI]. In *FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES* (Vol. 3). <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/762/1/346> Alternativas de fertilización para el cultivo de papa - Canchaguano.pdf

Puetate, M. M. L. (2019). *UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES CARRERA DE DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO*.

<http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/764/1/348%20Alternativas%20de%20fertilizaci%3%b3n%20para%20el%20cultivo%20de%20papa%20-%20Mont%3%bafar.pdf>

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>

Reyes, C. (n.d.). *Tipos de papas: variedades y nombres* | Aprende Institute. Retrieved July 9, 2022, from <https://aprende.com/blog/gastronomia/gastronomia-internacional/tipos-de-papas/>

Roma. (2021). *El mercado mundial de fertilizantes: balance de la situación de un mercado en dificultades*. <https://investing.com>.

Román, P., Martínez, M. M., & Pantoja, A. (2013). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Oficina Regional para América Latina y el Caribe Santiago de Chile, 2013 Autores*. www.fao.org/publications

SADER, (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural). (2019, August 26). *¿Qué es y para qué sirve el fertilizante?* | Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural | Gobierno | gob.mx. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/que-es-y-para-que-sirve-el-fertilizante>

tecnicoagricola. (2012, November 16). *Las partes de la patata* – www.tecnicoagricola.es. <https://www.tecnicoagricola.es/las-partes-de-la-patata/>

Tulpa, B. G. J. (2018). *Evaluación del efecto de dos Compost en Combinación con un Fortificador (wayra) en el Cultivo de Papa Chaucha (solanum phureja), Yugsiloma, Juan Montalvo, Latacunga, 2017- 2018*. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/5210>

Ulibarry, P. G. (2019). *Consecuencias ambientales de la aplicación de fertilizantes Autor Resumen*. <http://bcn.cl/28ziq>

Valbuena, B. R. Iván., Gabriel Roveda I.A. M.Sc., LastNameAntonio Bolaños A., I. A. M. Sc., José Luis Zapata, I. A. M. Sc., Clara Inés Medina, Lic. Agr. M. Sc., & Pedro José Almanza Merchán, I. A. M. S. (2009). *ESCALAS FENOLOGÍCAS DE LAS VARIEDADES DE PAPA PARDA PASTUSA, DIACOL CAPIRO Y CRIOLLA “YEMA DE HUEVO” EN LAS ZONAS PRODUCTORAS DE CUNDINAMARCA, BOYACA, NARIÑO Y ANTIOQUIA* . https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/12893/44240_56518.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vignola, R., Watler, W., Vargas Céspedes, A., & Morales, M. (2017). *FICHA TÉCNICA CULTIVO DE PAPA Realizado con el aporte del Fondo de Adaptación*. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-8214.pdf>

Villegas, C. V. M., & Laines, C. J. R. (2017). Vermicompostaje: I avances y estrategias en el tratamiento de residuos sólidos orgánicos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(2), 393–406. <https://doi.org/10.29312/REMEXCA.V8I2.59>

Wilmer Torres. (2017, June 29). *El Telégrafo - La papa es el tercer cultivo transitorio más importante del Ecuador*. <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/1/la-papa-es-el-tercer-cultivo-transitorio-mas-importante-del-ecuador>

YARA. (n.d.). *Principios agronómicos en el cultivo de la papa | Yara Ecuador*. Retrieved August 19, 2022, from <https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/papa/principios-agronomicos-en-el-cultivo-de-la-papa/>

Zhao, Y., Yu, H., Zhang, T., & Guo, J. (2017). Mycorrhizal colonization of chenopods and its influencing factors in different saline habitats, China. *Journal of Arid Land*, 9(1), 143–152. <https://doi.org/10.1007/S40333-016-0027-6>

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: Walter Jaird Guzmán Tates

Fecha de recepción del abstract: 8 de octubre de 2022

Fecha de entrega del informe: 8 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 validó dicho trabajo.

Atentamente



Ing. Edison Peñafiel Arcos MSc
Coordinador del CIDEN



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

ABSTRACT- EVALUATION SHEET

NAME: Walter Jaird Guzmán Tates

DATE: 8 de octubre de 2022


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

MARKS AWARDED

QUANTITATIVE AND QUALITATIVE


VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1 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. Análisis del suelo



LABONORT

LABORATORIOS NORTE
Juan Hernández y Jaime Rolón (Entrada Mercado Mayorista) Ibarra - Ecuador tel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS																																																							
DATOS DE PROPIETARIO Nombre: UNIV. POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI Ciudad: Huaca Teléfono: Fax:	DATOS DE LA PROPIEDAD Provincia: Carchi Cantón: Huaca Parroquia: Huaca Sitio: Centro Experimental San Francisco																																																						
DATOS DEL LOTE Sitio: Centro Experimental San Francisco Superficie: Número de Campo: Muestra # 1 Cultivo Actual: A Cultivar:	DATOS DE LABORATORIO Nro Reporte.: 10870 Tipo de Análisis: Completo más textura Muestra: Suelo, muestra 1 Fecha de Ingreso: 2022-04-21 Fecha de Reporte: 2022-04-27																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Nutriente</th> <th>Valor</th> <th>Unidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>N</td><td>71.25</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>P</td><td>13.94</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>S</td><td>7.75</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>K</td><td>0.22</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Ca</td><td>12.72</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Mg</td><td>0.79</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Zn</td><td>4.58</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Cu</td><td>1.24</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Fe</td><td>302.26</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Mn</td><td>26.71</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>B</td><td>0.10</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>pH</td><td>5.48</td><td></td></tr> <tr><td>Acidez Int. (Al+H)</td><td></td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Al</td><td></td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Na</td><td></td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Ce</td><td>0.110</td><td>mS/cm</td></tr> <tr><td>MO</td><td>16.28</td><td>%</td></tr> </tbody> </table>	Nutriente	Valor	Unidad	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	%	INTERPRETACION <p>Legend: BAJO (Low), MEDIO (Medium), ALTO (High), TOXICO (Toxic)</p> <p>pH Scale: 5.5 (Acido), 6.5 (Lig. Acido), 7.0 (Priv. Neutra), 7.5 (Lig. Neutra), 8.0 (Neutra)</p> <p>Salinity Scale: No salino, Lig. salino, Salino, Muy salino</p>
Nutriente	Valor	Unidad																																																					
N	71.25	ppm																																																					
P	13.94	ppm																																																					
S	7.75	ppm																																																					
K	0.22	meq/100 ml																																																					
Ca	12.72	meq/100 ml																																																					
Mg	0.79	meq/100 ml																																																					
Zn	4.58	ppm																																																					
Cu	1.24	ppm																																																					
Fe	302.26	ppm																																																					
Mn	26.71	ppm																																																					
B	0.10	ppm																																																					
pH	5.48																																																						
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml																																																					
Al		meq/100 ml																																																					
Na		meq/100 ml																																																					
Ce	0.110	mS/cm																																																					
MO	16.28	%																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Ca</th> <th>Mg</th> <th>Ca+Mg</th> <th>Sum Bases</th> <th>% N Tot</th> <th>Cl</th> <th>Arena (%)</th> <th>Limo (%)</th> <th>Arcilla (%)</th> <th>Clase Textural</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>16.10</td> <td>3.59</td> <td>61.47</td> <td>13.75</td> <td></td> <td></td> <td>54.43</td> <td>35.88</td> <td>10.88</td> <td>Francisco Arenoso</td> </tr> </tbody> </table>		Ca	Mg	Ca+Mg	Sum Bases	% N Tot	Cl	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural	16.10	3.59	61.47	13.75			54.43	35.88	10.88	Francisco Arenoso																																		
Ca	Mg	Ca+Mg	Sum Bases	% N Tot	Cl	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural																																														
16.10	3.59	61.47	13.75			54.43	35.88	10.88	Francisco Arenoso																																														
Dr. Quím. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio 																																																							



Anexo 4: preparación del terreno



Anexo 5. Rotulación y delimitación de los tratamientos



Elaborado por: Guzman. J, 2022

Anexo 6. Siembra de los tubérculos



Elaborado por: Guzman. J, 2022

Anexo 7. Desinfección de la semilla



Elaborado por: Guzman. J, 2022

Anexo 8. peso de fertilizantes para su aplicación.



Elaborado por: Guzman. J, 2022

Anexo 9. aplicación de los fertilizantes



Elaborado por: Guzman. J, 2022

Anexo 10. deshierba y medio aporque



Elaborado por: Guzman. J, 2022