



Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Sede Ibarra

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES

INFORME FINAL DEL PROYECTO

**EFECTO DE LA APLICACIÓN DE MICORRIZAS VESÍCULO ARBUSCULARES
(*Glomus iranicum var. tenuihypharum*) EN LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DE
LA PAPA (*Solanum tuberosum*), VAR. SÚPER CHOLA, EN IMBABURA,
ECUADOR**

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO AGROPECUARIO

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Gestión sostenible y aprovechamiento de los recursos naturales.

Sub. Línea 4.5: Seguridad y Soberanía alimentaria.

AUTOR: PAULINA ALEJANDRA LUNA OBANDO

ASESOR: MARITZA DE LOS ANGELES MIER

Ibarra, Junio del 2022

Ibarra, marzo de 2022

MSc. Maritza Mier

ASESOR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigente en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales (ECAA), de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI); en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.



(f).....

MSc. Maritza Mier Quiroz

C.C.: 1002878286

PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El jurado examinador, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI):



(f).....

MSc. Maritza Mier Quiroz

C.C.: 1002878286



(f).....

MSc. Santiago Mafla

C.C.: 1002658399



(f).....

Ph. D Diego León

C.C.: 1711668895

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo PAULINA ALEJANDRA LUNA OBANDO, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 de Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derecho de disponer de sus derechos o autorizar de sus obras o prestaciones, a título gratuito u oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, marzo del 2022



f):

PAULINA ALEJANDRA LUNA OBANDO

C.C.: 1003940770

AUTORÍA

Yo, PAULINA ALEJANDRA LUNA OBANDO, portador de la cédula de ciudadanía N°1003940770 declaro que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.



f):

PAULINA ALEJANDRA LUNA OBANDO

C.C.: 1003940770

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, PAULINA ALEJANDRA LUNA OBANDO, con C.C.:1003940770, autor del trabajo de grado intitulado: **EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE MICORRIZAS VESÍCULO ARBUSCULARES (*Glomus iranicum var. tenuihypharum*) EN LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DE LA PAPA (*Solanum tuberosum*), VAR. SÚPER CHOLA, EN IMBABURA, ECUADOR** previo a la obtención del título profesional de Ingeniería Agropecuaria, en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCESI el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Ibarra, marzo del 2022



f):

PAULINA ALEJANDRA LUNA OBANDO

C.C.: 1003940770

**DECLARACIÓN DE COMPORTAMIENTO ÉTICO EN LA ELABORACIÓN,
DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

Por medio de la presente declaro conocer y aplicar en la elaboración, desarrollo y evaluación de Proyecto de Titulación: **EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE MICORRIZAS VESÍCULO ARBUSCULARES (*Glomus iranicum var. tenuihypharum*) EN LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DE LA PAPA (*Solanum tuberosum*), VAR. SÚPER CHOLA, EN IMBABURA, ECUADOR**, lo propuesto en el Código de Ética de la investigación y el aprendizaje de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, aprobado por el Consejo Superior de la PUCE con fecha 15 de marzo del 2022.

Para constancia firma:



f):

PAULINA ALEJANDRA LUNA OBANDO
Estudiante que ejecuta el trabajo de Titulación
C.C/ Pasaporte: 1003940770
Carrera: Ingeniería Agropecuaria

Ibarra, marzo del 2022

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico primero a Dios, quien me permitió culminar esta etapa tan bonita con altos y bajos, pero nunca dejo que me rindiera.

A mis angelitos que desde el cielo me han cuidado, guiado y siempre han estado acompañándome en este gran reto, a mi tía Magui y a mis abuelitos que están con Dios, pero siempre están en mi corazón.

A mi madre quien ha sido un pilar fundamental en este camino, ya que ha estado conmigo en todo momento muchas veces de abuenas y muchas de malas, pero siempre motivándome a seguir adelante.

A mi padre que con todos sus consejos me ha formado y gracias a él soy la mujer humilde y responsable que ahora soy.

A mi compañero de vida quien ha estado conmigo en todos estos años, siendo mi apoyo, mi empuje, mi hombro para llorar, pero siempre diciéndome que tengo que culminar que yo puedo todo.

A mi hijo LEONEL EMILIANO, que siendo tan pequeño siempre me ha comprendido y ha estado a mi lado en esta dura etapa, él me ha enseñado que todo se puede cuando uno quiere y lucha por ello.

A una persona tan especial como es mi abuelita Rosita que, con su ejemplo, su valentía, sus consejos a hecho de mí una mujer valiente, una persona fundamental en mi carrera, ya que nunca dejo que me rindiera.

En fin, a toda mi familia ya que sin ellos no lo hubiera logrado.

Este trabajo ha sido posible gracias a todos Uds.

AGRADECIMIENTO

Agradezco mucho a Dios por bendecirme, por darme la vida y la salud para llegar a culminar mi carrera no ha sido fácil, pero si uno lucha todo lo logra.

A mis padres que me han educado desde que nací, y me han enseñado que la vida es muy hermosa, compuesta de muchos momentos malos y buenos, pero nunca dejaron que me rindiera.

Gracias a mi Asesora MSc. Maritza Mier, por su orientación, enseñanzas, regaños, consejos, en fin, por todo su tiempo que lo dedico a mí y a este trabajo, gracias por ser más que mi profesora mi amiga quien me escucho siempre que la necesite.

Agradecida con mi familia Cris y Leo por toda la paciencia que me tuvieron por todos los abrazos que me dieron cuando ya no podía más los cuales me llenaban de fuerza, por todo su amor, comprensión y todo el cariño, sin ellos esto no hubiera sido posible.

Muchas gracias a mis profesores, amigos, compañeros a todos los que estuvieron presentes en mi formación profesional, a mis amigas que se convirtieron en mis hermanas gracias por estar a mi lado en buenas y malas.

Gracias a mi familia por siempre estar pendientes de mí y ayudarme en todo.

Gracias a todos Uds. por todo lo que han hecho por mí.

ÍNDICE

DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO	2
ÍNDICE	3
ÍNDICE DE TABLAS	3
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ANEXOS	10
RESUMEN	11
ABSTRACT.....	12
CAPÍTULO I	¡Error! Marcador no definido.
INTRODUCCIÓN	¡Error! Marcador no definido.
OBJETIVOS	¡Error! Marcador no definido.
2.1. Objetivo general	¡Error! Marcador no definido.
2.2. Objetivos específicos	¡Error! Marcador no definido.
2.3. Hipótesis.....	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO III.....	¡Error! Marcador no definido.
3.ESTADO DEL ARTE	¡Error! Marcador no definido.
3.1 Papa (<i>Solanum tuberosum</i>)	¡Error! Marcador no definido.
3.1.2 Origen.....	¡Error! Marcador no definido.
3.1.3 Taxonomía.....	¡Error! Marcador no definido.
3.1.4 Descripción botánica.....	¡Error! Marcador no definido.
3.1.5 Requerimientos climáticos y edáficos.....	¡Error! Marcador no definido.
3.1.5.1 Temperatura.....	¡Error! Marcador no definido.
3.1.5.2 Altitud. -	¡Error! Marcador no definido.
3.1.5.3 Suelos. -	¡Error! Marcador no definido.
3.1.6 Desarrollo y crecimiento	¡Error! Marcador no definido.
3.1.7 Fertilización.....	¡Error! Marcador no definido.
3.2 Variedades en el Ecuador	¡Error! Marcador no definido.
3.3 Uso de microorganismos en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>)	¡Error! Marcador no definido.
3.3.1 Beneficios nutricionales para el cultivo	¡Error! Marcador no definido.
3.3.2 Beneficios fitosanitarios para el cultivo	¡Error! Marcador no definido.

3.3.3 Micorrizas vesículo arbusculares	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO IV	¡Error! Marcador no definido.
MATERIALES Y MÉTODOS	¡Error! Marcador no definido.
4.1. Localización del área en estudio	¡Error! Marcador no definido.
4.2 Materiales.....	¡Error! Marcador no definido.
4.3. Diseño experimental	¡Error! Marcador no definido.
4.4. Variables.....	12
4.4.1. Variable/s Independiente/s.....	12
4.4.2. Variable/s dependiente/s.....	12
4.5. Tratamientos y factores.....	12
4.6. Datos del ensayo.....	13
4.7. Análisis de varianza.....	13
4.8. Prueba de significancia.....	14
4.9 Métodos.....	14
4.9.1 Actividades pre-siembra.....	14
4.9.1.1 Muestra compuesta.....	14
4.9.2 Actividades durante la siembra.....	15
4.9.3. Manejo del cultivo.....	15
4.9.4. Determinación del efecto de las micorrizas sobre la asimilación de nutrientes por parte del cultivo (<i>Solanum tuberosum</i>).....	16
4.9.5. Determinación de la calidad interna del tubérculo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>), a través del contenido de nutrientes, para su uso en la industria.....	16
4.9.6. Evaluación de la producción del cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>).....	16
4.9.7. Socialización.....	17
CAPÍTULO V	¡Error! Marcador no definido.
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	¡Error! Marcador no definido.
5.1. Análisis estadístico.....	¡Error! Marcador no definido.
5.2. Clima.....	¡Error! Marcador no definido.
5.3. Análisis inicial del suelo	¡Error! Marcador no definido.
5.4. Análisis bromatológico en la etapa foliar.....	¡Error! Marcador no definido.
5.5. Análisis de tubérculo.....	¡Error! Marcador no definido.
5.6. Análisis de varianza de la papa primera o gruesa.	¡Error! Marcador no definido.

5.7. Análisis del rendimiento de la papa segunda o delgada.....	¡Error! Marcador no definido.
5.8. Análisis del rendimiento de la papa tercera o pareja..	¡Error! Marcador no definido.
CONCLUSIONES	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO VII	¡Error! Marcador no definido.
RECOMENDACIONES.....	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO VIII.....	¡Error! Marcador no definido.
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	¡Error! Marcador no definido.
ANEXOS	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de la papa (<i>Solanum tuberosum</i>).....	4
Tabla 2. Tratamientos del trabajo de titulación, con dosis de micorrizas.....	12
Tabla 3. Análisis de varianza	13
Tabla 5. Clasificación de la cosecha de papa en función con el peso.....	17
Tabla 5. Análisis de varianza para la cantidad de Nitrógeno en el análisis bromatológico en la etapa de floración.....	20
Tabla 6. Análisis de varianza para la cantidad de Fosforo en el análisis bromatológico en la etapa de floración.....	21
Tabla 7. Análisis de varianza para la cantidad de Potasio en el análisis bromatológico en la etapa de floración.....	22
Tabla 8. Análisis de varianza para la cantidad de Calcio en el análisis bromatológico en la etapa de floración.....	23
Tabla 9. Análisis de varianza para la cantidad de Magnesio en el análisis bromatológico en la etapa de floración.....	24
Tabla 10. Análisis de varianza para la cantidad de Azufre en el análisis bromatológico en la etapa de floración.....	25
Tabla 11. Análisis de varianza para la cantidad de Sodio en el análisis bromatológico en la etapa de floración.....	26
Tabla 12. Análisis de varianza para la cantidad de Hierro en el análisis bromatológico en la etapa de floración.....	27
Tabla 13. Análisis de varianza para la cantidad de Manganeso en el análisis bromatológico en la etapa de floración.....	28
Tabla 14. Análisis de varianza para la cantidad de Cobre en el análisis bromatológico en la etapa de floración.....	29
Tabla 15. Análisis de varianza para la cantidad de Zinc en el análisis bromatológico en la etapa de floración.....	30
Tabla 16. Análisis de varianza para la cantidad de Boro en el análisis bromatológico en la etapa de floración.....	31
Tabla 17. Análisis de la varianza del contenido de Nitrógeno en el tubérculo.....	33
Tabla 18. Análisis de la varianza del contenido de Fosforo en el tubérculo.....	34
Tabla 19. Análisis de la varianza del contenido de Potasio en el tubérculo.....	35
Tabla 20. Análisis de la varianza del contenido de Calcio en el tubérculo.....	36

Tabla 21. Análisis de la varianza del contenido de Magnesio en el tubérculo.....	37
Tabla 22. Análisis de la varianza del contenido de Azufre en el tubérculo.....	38
Tabla 23. Análisis de la varianza del contenido de Sodio en el tubérculo.....	39
Tabla 24. Análisis de la varianza del contenido de Hierro en el tubérculo.....	40
Tabla 25. Análisis de la varianza del contenido de Manganeso en el tubérculo.....	41
Tabla 26. Análisis de la varianza del contenido de Cobre en el tubérculo.....	42
Tabla 27. Análisis de la varianza del contenido de Zinc en el tubérculo.....	43
Tabla 28. Análisis de la varianza del contenido de Boro en el tubérculo.....	44
Tabla 29. Análisis de varianza del Rendimiento (Papa primera o gruesa)	46
Tabla 30. Análisis de varianza del Rendimiento (Papa segunda o delgada)	47
Tabla 31. Análisis de varianza del Rendimiento (Papa tercera o pareja)	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Crecimiento y desarrollo del cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>).....	7
Figura 2. Localización del lugar de investigación.....	11
Figura 3. Distribución de Tratamientos en las Unidades Experimentales (UE).....	13
Figura 4. Análisis de los datos climatológico.....	18
Figura 5. Promedios para la cantidad de nitrógeno en el análisis bromatológico en la etapa de floración.....	<
.....	20
Figura 6. Promedios para la cantidad de fosforo en el análisis bromatológico en la etapa de floración.....	21
Figura 7. Promedios para la cantidad de potasio en el análisis bromatológico en la etapa de floración.....	22
Figura 8. Promedios para la cantidad de calcio en el análisis bromatológico en la etapa de floración.....	23
Figura 9. Promedios la cantidad de magnesio en el análisis bromatológico en la etapa de floración.....	24
Figura 10. Promedios para la cantidad de azufre en el análisis bromatológico en la etapa de floración.....	25
Figura 11. Promedios para la cantidad de sodio en el análisis bromatológico en la etapa de floración.....	26
Figura 12. Promedios para la cantidad de hierro en el análisis bromatológico en la etapa de floración.....	27
Figura 13. Promedios para la cantidad de manganeso en el análisis bromatológico en la etapa de floración.....	28
Figura 14. Promedios para la cantidad de cobre en el análisis bromatológico en la etapa de floración.....	29
Figura 15. Promedios para la cantidad de zinc en el análisis bromatológico en la etapa de floración.....	30
Figura 16. Promedios para la cantidad de boro en el análisis bromatológico en la etapa de floración.....	31
Figura 17. Promedios para el contenido de nitrógeno en el tubérculo.....	33
Figura 18. Promedios para el contenido de fosforo en el tubérculo.....	34
Figura 19. Promedios para el contenido de potasio en el tubérculo.....	35
Figura 20. Promedios para el contenido de calcio en el tubérculo.....	36

Figura 21. Promedios para el contenido de magnesio en el tubérculo.....	37
Figura 22. Promedios para el contenido de azufre en el tubérculo.....	38
Figura 23. Promedios para el contenido de sodio en el tubérculo.....	39
Figura 24. Promedios para el contenido de hierro en el tubérculo.....	40
Figura 25. Promedios para el contenido de manganeso en el tubérculo.....	41
Figura 26. Promedios para el contenido de cobre en el tubérculo.....	42
Figura 27. Promedios para el contenido de zinc en el tubérculo.....	43
Figura 28. Promedios para el contenido de boro en el tubérculo.....	44
Figura 29. Promedios para el rendimiento de papa primera o gruesa.....	46
Figura 30. Promedios para el rendimiento de papa segunda o delgada.....	48
Figura 31. Promedios para el rendimiento de papa tercera o pareja.....	50

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Datos climáticos.....	50
Anexo 2. Rendimiento del cultivo.....	50
Anexo 3. Resultados análisis bromatológico foliar	51
Anexo 4. Resultados análisis de asimilación de nutrientes por parte del tubérculo	51
Anexo 5. Análisis de presencia del hongo en producto micorrícico.....	52
Anexo 6. Análisis inicial del suelo.....	53
Anexo 7. Análisis foliar del cultivo.....	56
Anexo 8. Análisis de tubérculo.....	61
Anexo 9. Labores culturales preparación de terreno.....	66
Anexo 10. Producto micorrícico.....	66
Anexo 11. Muestra compuesta para análisis de suelo.....	67
Anexo 12. Siembra.....	67
Anexo 13. Aplicación de las micorrizas.....	68
Anexo 14. Muestreo de crecimiento del cultivo.....	69
Anexo 15. Muestreo para realizar el análisis foliar.....	70
Anexo 16. Etapa de cosecha.....	71
Anexo 17. Encuesta de la socialización.....	73

RESUMEN

En Ecuador el cultivo de papa está considerado como uno de los principales cultivos de consumo masivo en la sierra ecuatoriana, debido a su valor nutritivo, como a su versatilidad en productos de valor agregado. El poder establecer prácticas agrícolas para el cultivo de papa, que contribuyan al uso eficiente de insumos y que aporten a una productividad, rentabilidad y potencialicen el desarrollo de agroecosistemas sostenibles, sustentables. Por tanto, el uso de micorrizas arbusculares, como inóculo para este cultivo, se presenta como una alternativa para la producción y crecimiento, al reducir el estrés asociado con la nutrición, el agua, pH, entre otros. La presente investigación tiene como objetivo evaluar la aplicación al suelo de la inoculación micorrícica con dosis diferentes del hongo (*Glomus iranicum var. tenuihypharum*), para la determinación de la productividad y calidad de la papa (*Solanum tuberosum* L var. Super chola), donde, el tratamiento T3 (6×10^{18} ufc /m), se presenta como la mejor opción, en base a, mayor cantidad de nutrientes, en planta como en tubérculo, en lo que respecta al rendimiento el T1(6×10^6 ufc /m), fue el que presento mejores resultados siendo la papa gruesa (primera) la que tuvo mayor cantidad siendo el promedio 20Tm/ha, aspecto que es muy importante a nivel de la industria.

Palabras claves: Papa (*Solanum tuberosum*), Micorrizas, *Glomus iranicum var. Tenuihypharum*, Nutrientes, Rendimiento.

ABSTRACT

In Ecuador, potato cultivation is considered one of the main crops for mass consumption in the Ecuadorian highlands, due to its nutritional value, as well as its versatility in value-added products. The power to establish agricultural practices for the cultivation of potatoes, which contribute to the efficient use of inputs and which contribute to productivity, profitability and potentiate the development of sustainable, sustainable agroecosystems. Therefore, the use of arbuscular mycorrhizae, as an inoculum for this crop, is presented as an alternative for production and growth, by reducing the stress associated with nutrition, water, pH, among others. The present research aims to evaluate the application to the soil of mycorrhizal inoculation with different doses of the fungus (*Glomus iranicum* var. *Tenuihypharum*), for the determination of the productivity and quality of the potato (*Solanum tuberosum* L var. *Super chola*), where, the T3 treatment (6×10^{18} ufc /m), it is presented as the best option, based on the greatest amount of nutrients, both in the plant and in the tuber, in terms of yield, T1 (6×10^6 cfu /m), was the one that presented the best results, being the thick potato (first) the one that had the greatest quantity, being the average 20Tm/ha, an aspect that is very important at the industry level.

Key words: Potato (*Solanum tuberosum*), Mycorrhizae, *Glomus iranicum* var. *Tenuihypharum*, Nutrients, Yiel

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La papa es un producto alimenticio milenario, el cual constituye una fuente importante de ingresos y alimentación para las familias campesinas; además, guarda un aspecto cultural e histórico en la Región Andina y en el Ecuador (Clavijo y Pérez, 2014).

Como alimento, es uno de los más completos y equilibrado por su elevado valor nutritivo que se utiliza para la alimentación humana y animal, así como en la industria, posee un importante contenido de almidón que en promedio puede alcanzar un 14%. Además, su contenido en proteína y grasa es bajo y presenta una gran variedad de posibilidades para ser industrializado y obtener productos con valor agregado de gran aceptación por parte del consumidor en general (Barrera, 2004).

El cultivo de papa, se considera como uno de los principales productos de consumo masivo en población ecuatoriana, se produce en 90 cantones de la Sierra ecuatoriana y es cultivada por alrededor de 88000 personas, lo que beneficia cerca de 40000 familias. Es el tercer cultivo transitorio más importante del país. (Franco, Peñafiel , Cerón, y Freire, 2016). Según el reporte del MAGAP (2013), representó el 4% de aporte al PIB Agrícola y más de 84.000 fuentes de empleo directo e indirecto, contemplando el 7% de la canasta básica familiar nacional del Ecuador.

Al ser un cultivo con alta demanda, se requiere de un manejo técnico, sobre todo en lo que corresponde a su nutrición, para Arismendi (2002), el uso indiscriminado de fertilizantes químicos en su producción, provocando un impacto negativo en el suelo como la acidez y reducción de microorganismos.

La contaminación por fertilizantes se produce cuando éstos se utilizan en mayor cantidad de la que pueden ser absorbidos por los cultivos, ocasionando un desbalance de nutrientes a nivel de suelo, además puede existir una pérdida de estos fertilizantes por acción del

agua o del viento de la superficie del suelo antes de que puedan ser absorbidos (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2015).

La agricultura atraviesa una crisis mundial, la productividad y la sustentabilidad son dos factores que los agricultores están pidiendo para producir más alimentos y preservar el medio ambiente y la salud de los seres vivos. Tanto los países desarrollados como en vías de desarrollo necesitan adoptar nuevas alternativas productivas que mejoren la calidad de los alimentos y, a su vez, preserven el medio ambiente y el entorno de los ecosistemas (Hidalgo, 2017).

El uso de buenas prácticas agrícolas en la siembra de papa (*Solanum tuberosum*), se vuelven cada vez más necesarias al ser uno de los productos más demandados para el consumo a nivel de país, por tanto, para Garzón (2016), una de las alternativas en la producción de papa de manera sostenible es el uso de micorrizas, que ha demostrado que su aplicación en el suelo reduce el uso de productos químicos, obteniendo producciones amigables con el ambiente.

El uso de micorrizas en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*), genera beneficios nutricionales que mantienen a la planta en condiciones fuertes y resistente ante el ataque de patógenos. Al existir infección micorrícica se producen cambios anatómicos y fisiológicos en la planta que funcionan como una barrera para los patógenos, disminuyendo la probabilidad de una infección ya que se mantienen activos los mecanismos de defensa de la planta. (Luna , Zapana , Cutipo y Florina, 2020)

La presente investigación pretende evaluar en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*), variedad súper chola el uso de dosis de micorrizas arbusculares (*Glomus iranicum var. tenuihypharum*), que potencialicen la producción y mejoren el valor nutritivo y la calidad del tubérculo, en la parroquia de San Roque, Provincia de Imbabura.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Evaluar los efectos de micorrizas arbusculares, mediante la aplicación al suelo, para la determinación de la productividad y calidad de la papa (*Solanum tuberosum*), var. Súper Chola, en San Roque, Antonio Ante, Ecuador.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar mediante un análisis foliar el efecto de 3 tratamientos de micorrizas sobre la asimilación de nutrientes por parte del cultivo (*Solanum tuberosum*).
- Determinar la calidad interna del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum*), a través del contenido de nutrientes, para su uso en la industria.
- Evaluar la producción del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*), mediante pruebas de campo para la determinación del rendimiento por hectárea.

2.3. Hipótesis

- **Ha:** La aplicación de distintas dosis micorrizas, en el cultivo de papa mejora el valor el nutritivo y su producción.
- **Ho:** La aplicación de distintas dosis micorrizas, en el cultivo de papa no mejora el valor el nutritivo y su producción.

CAPÍTULO III

3. ESTADO DEL ARTE

3.1 Papa (*Solanum tuberosum*)

3.1.2 Origen

El centro de origen de la papa se ubica entre Perú y Bolivia, cerca del lago Titicaca para la subespecie andigenum, aunque existen muchas especies silvestres en México, Guatemala, Ecuador y Chile; en este último, la Isla Chile se considera el centro secundario de la subespecie tuberosum. (Fries y Tapia , 2007).

3.1.3 Taxonomía

Tabla 1.

Taxonomía de la papa (Solanum Tuberosum)

Reino :	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Solanales
Familia:	Solanaceae
Subfamilia:	Solanoideae
Tribu:	Solaneae
Genero:	Solanum
Subgénero:	Potatoe
Sección:	Petota
Especie:	<i>Solanum tuberosum L.</i>

Fuente: (Rodriguez, 2009).

3.1.4 Descripción botánica

Fariña (2009), argumenta que la papa es una planta herbácea. Su hábito de crecimiento varía entre las especies y dentro de cada especie. Cuando todas las hojas (o casi todas) se encuentran cerca de la base o en la base de tallos cortos, y están cerca del suelo, se dice que la planta presenta las siguientes descripciones botánicas:

- Raíces: las plantas de papa pueden desarrollarse a partir de una semilla o de un tubérculo. Cuando crecen a partir de una semilla, forman una delicada raíz axonomorfa con ramificaciones laterales.
- Tallos: el sistema de tallos de la papa consta de tallos, estolones y tubérculos. Las plantas provenientes de semilla verdadera tienen sólo un tallo, principal mientras que las provenientes de tubérculos-semilla pueden producir varios tallos.
- Estolones: los estolones pueden formar tubérculos mediante un agrandamiento de su extremo terminal. Sin embargo, no todos los estolones llegan a formar tubérculos. Un estolón no cubierto con suelo, puede desarrollarse en un tallo vertical con follaje normal.
- Tubérculos: los tubérculos de papa son tallos modificados y constituyen los principales órganos de almacenamiento de la planta de papa. Un tubérculo tiene dos extremos: el basal, o extremo ligado al estolón, que se llama talón, y el extremo expuesto, que se llama extremo apical o dista.
- Brotes: los brotes crecen de las yemas que se encuentran en los ojos del tubérculo y el color es una característica varietal importante. Los brotes pueden ser blancos, parcialmente coloreados en la base o el ápice, o casi totalmente coloreados.
- Hojas: las hojas están distribuidas en espiral sobre el tallo. Normalmente, las hojas son compuestas, es decir, tienen un raquis central y varios folíolos. Cada raquis puede llevar varios pares de folíolos laterales primarios y un folíolo terminal. La parte del raquis debajo del par inferior de folíolos primarios se llama pecíolo.
- Flor: el pedúnculo de la inflorescencia está dividido generalmente en dos ramas, cada una de las cuales se subdivide en otras dos ramas. De esta manera se forma una inflorescencia llamada cimosa.

- Fruto, semilla: al ser fertilizado, el ovario se desarrolla para convertirse en un fruto llamado baya, que contiene numerosas semillas. El fruto generalmente es esférico, pero en algunas variedades son ovoides o cónicos. Normalmente, el fruto es de color verde y en algunas variedades cultivadas tienen puntos blancos o pigmentados o franjas áreas pigmentadas.

3.1.5 Requerimientos climáticos y edáficos

3.1.5.1 Temperatura

Según, Hurtado y Cortez (2002), la papa requiere temperaturas de 15 a 20°C, para su tuberización (formación de tubérculos) y crecimiento. La papa es considerada una planta termo periódica, lo que significa que es necesario una variación, entre la temperatura diurna y la nocturna, de por lo menos 10°C.

3.1.5.2 Altitud. -

La altitud ideal para el desarrollo y producción del cultivo de la papa para consumo se encuentra entre los 1.500 a 2.500 m s.n.m. (Hurtado y Cortez, 2002).

3.1.5.3 Suelos. -

Los mejores suelos son los francos, francos arenosos, franco-limosos y franco-arcillosos, de textura liviana, con buen drenaje y con una profundidad efectiva mayor de los 0,50 metros, que permitan el libre crecimiento de los estolones y tubérculos y faciliten la cosecha (Hurtado y Cortez, 2002).

3.1.6 Desarrollo y crecimiento

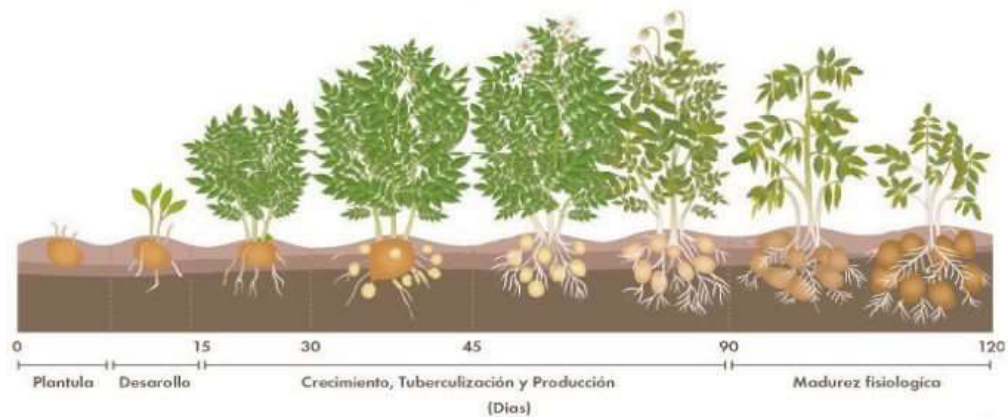


Figura 1. Crecimiento y desarrollo del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*), Mompies y Martin, (2012).
Según (Vignola, William , Armando y Mariela, 2017),

- 1) Fase de emergencia o brotación: Esta fase comienza después de la preparación de suelo y la colocación de la semilla de papa en los surcos; la duración de esta etapa depende de las condiciones de almacenamiento, la variedad utilizada y el estado de brotación de la semilla. Esta última por medio de cambios bioquímicos inicia la formación de una nueva planta que al principio sufre un crecimiento acelerado de raíces, seguido de la emergencia de tallos y hojas.
- 2) Fase de crecimiento de brotes laterales: La segunda fase comienza después de la emergencia de la plántula, donde comienzan el proceso de fotosíntesis para el desarrollo aéreo de la planta; es decir la formación de tallos, ramas y hojas. Mientras en la parte subterránea se da la expansión de estolones.
- 3) Fase de inicio de la tuberización: En esta etapa la planta sigue su crecimiento vegetativo en su parte aérea, consecuentemente en la parte radicular subterránea se están formando los tubérculos que comienzan su desarrollo en la punta de los estolones.
- 4) Fase de llenado de tubérculos: La cuarta fase coincide con el inicio de la floración (algunas variedades), donde las células de los tubérculos comienzan a expandirse por la acumulación de agua, nutrientes y carbohidratos; ya en esta etapa los tubérculos absorben la mayor cantidad de nutrientes y carbohidratos disponibles para la planta.

5) Fase de maduración: La última fase de desarrollo, el crecimiento y la tasa fotosintética de la planta disminuyen considerablemente; esta empieza a tornarse de un color amarillento. El tubérculo madura, forma la piel externa y alcanza el máximo contenido de materia seca para la cosecha.

3.1.7 Fertilización

Para la fertilización, Saldaña (2018), estima que la papa tiene un ciclo vegetativo muy corto, aproximadamente 80 días después de la brotación con una acumulación de materia seca del 80% de la superficie foliar corresponde a floración. La acumulación de materia seca, su distribución y reparto en el follaje y los tubérculos ocurre en un período corto de tiempo; primero con un abundante crecimiento de follaje que después de los 70 a 80 días se estabiliza y continua con la remoción de materia seca hacia los tubérculos, que aumentan su crecimiento hasta 130 a 140 días después de la plantación.

3.2 Variedades en el Ecuador

En Ecuador se encuentran más de 400 variedades. La gran mayoría de las papas nativas son cultivadas sobre los 3000 metros sobre el nivel del mar, a esta altura la fuerte radiación solar y los suelos orgánicos andinos brindan a estas papas una naturalidad especial, las cuales además son cultivadas generalmente sin el uso de fertilizantes químicos y casi sin aplicación de pesticidas. (Monteros, Cuesta, Jimenez y Lopez, 2005).

Las papas nativas ecuatorianas presentan diversidad de formas, colores y tamaños. Existen papas de formas aplanadas, redondas, comprimidas, alargadas, con ojos profundos; de colores de piel amarilla, roja, rosada o morada, que en algunos casos se combinan en diseños vistosos y originales. A diferencia de las papas mejoradas, las variedades nativas tienen un mayor contenido de sólidos por lo que son más nutritivas y dan un sabor especial a los preparados. El elevado contenido de carotenoides, flavonoides y antocianinas (sustancias antioxidantes naturales) hacen de estas variedades un producto único en el mundo (Monteros, Cuesta, Jimenez y Lopez , 2005).

3.3 Uso de microorganismos en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*)

El elevado uso de fertilizantes ha reducido la población de hongos nativos debido a las malas prácticas agrícolas como la fumigación y fertilización excesiva a la que son sometidos estos cultivos y los terrenos dedicados a la producción de este tubérculo. El inóculo de micorrizas generará beneficios económicos evidentes, ya que se obtendrá una producción más uniforme y acelerada, mejorando la calidad de la cosecha y disminuyendo el uso de fertilizantes y cantidad de agua de riego (Garzón, 2016).

3.3.1 Beneficios nutricionales para el cultivo

Según, Garzón (2016), estos hongos están siendo considerados como una herramienta ideal para el manejo ecológico de los cultivos, ya que su uso genera sustentabilidad y sostenibilidad en el suelo al mejorar y mantener sus características. Por lo que se debe aprovechar su capacidad para aumentar la productividad de los cultivos en el campo.

3.3.2 Beneficios fitosanitarios para el cultivo

El control de patógenos en plantas con micorrizas se da por varios mecanismos. Las micorrizas generan beneficios nutricionales que mantienen a la planta en condiciones fuertes y resistente ante el ataque de patógenos. Al existir infección micorrícica se producen cambios anatómicos y fisiológicos en la planta que funcionan como una barrera para los patógenos disminuyendo la probabilidad de una infección ya que se mantienen activos los mecanismos de defensa de la planta (Barrer, 2009).

Fernández y Kalyanne (2010), estiman que los HMA, juegan un rol importante en la nutrición de la mayoría de los cultivos y contribuyen a la supervivencia y el crecimiento de las plantas, al reducir el estrés asociado con la nutrición, las relaciones con el agua, la estructura del suelo, el pH, las sales, los metales tóxicos y patógenos. No obstante, en algunos casos, los efectos beneficiosos sobre el crecimiento solo se observan después que las plantas in vitro están totalmente aclimatadas.

3.3.3 Micorrizas vesículo arbusculares

El tipo de asociación hongo-raíz más extendido en la naturaleza tal vez sea la llamada endomicorriza o micorriza arbuscular, formada por ciertos zigomicetos, los cuales no desarrollan red de Hartig y colonizan intracelularmente la corteza de la raíz por medio de estructuras especializadas denominadas arbusculos, que actúan como órganos de intercambio de nutrimentos entre la célula vegetal y el huésped. Algunos géneros de estos hongos forman también otro tipo de estructuras llamadas vesículas, compuestas principalmente por lípidos. Estas vesículas están presentes intercelularmente en la corteza de la raíz y se consideran reservorios de nutrimentos para el hongo. La presencia tanto de arbusculos como de vesículas dio lugar a que la simbiosis se conociera originalmente como vesículo-arbuscular, sin embargo, no todas las especies de hongos forman vesículas, por lo que en la actualidad la asociación se conoce como micorriza arbuscular. (Aguilera, Olalde, Arriaga y Contreras , 2007).

La conservación de la asociación micorrícica arbusculares requiere el mantenimiento de los componentes involucrados: suelo, plantas y hongos micorrizógenos arbusculares. El primer paso para su conservación es su conocimiento y valoración. En el caso de las zonas agrícolas, la comunidad fúngica y su asociación con plantas requieren el uso de inoculantes nativos, los cuales funcionan como biofertilizantes y pueden prepararse en forma sencilla (Barrer, 2009).

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Localización del área en estudio

La presente investigación se desarrolló en provincia de Imbabura en el cantón, Antonio Ante en la parroquia de San Roque, en el lote ubicado en la:

Latitud: 0° 18' 4,15"N

Longitud: 78°14' 2,37"W.



Figura 2. Localización del lugar de investigación, Google Earth, 2021.

4.2 Materiales

- Semillas
- Abono
- Palas
- Picos
- Tractor
- Motocultor
- Piola
- Estacas
- Regadoras
- Agua

- Balanza

4.3. Diseño experimental

En la investigación se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con un factor no controlable que es la asimilación de nutrientes por parte de la planta de acuerdo con cada tratamiento. Se establecieron tres tratamientos con tres repeticiones por tratamiento, obteniendo un total de 9 unidades experimentales.

4.4. Variables

4.4.1. Variable/s Independiente/s

- Dosis de producto micorrícico: ufc /m

4.4.2. Variable/s dependiente/s

Contenido nutricional de la planta.

- Contenido nutricional del tubérculo
- Rendimiento: kg/ha

4.5. Tratamientos y factores.

Cada tratamiento correspondió a dosis de producto micorrícico lo cual se aprecia en la tabla 2, las concentraciones del producto aplicado se estimaron en base a la ficha técnica, realizando los cálculos pertinentes se establecieron tres tratamientos con las respectivas dosis de micorriza.

Al momento de la aplicación al suelo se deja un surco de separación (sin tratamiento), entre las unidades experimentales para reducir el traspase de las micorrizas. Los factores a emplearse corresponden a las diferentes dosificaciones de las micorrizas tomando en cuenta la recomendación técnica.

Tabla 2.

Tratamientos del trabajo de titulación, con dosis de micorrizas.

Tratamientos
T1= 6 X 10 ⁶ ufc /m
T2= 6 X 10 ¹² ufc /m
T3= 6 X 10 ¹⁸ ufc /m

Elaborado por: La autora.

4.6. Datos del ensayo:

- **Área de cada unidad experimental:** 120m²
- **Área del ensayo:**2,200 m²
- **Distancia de siembra:** 30 cm
- **Densidad de siembra:** 28000 tubérculos / ha

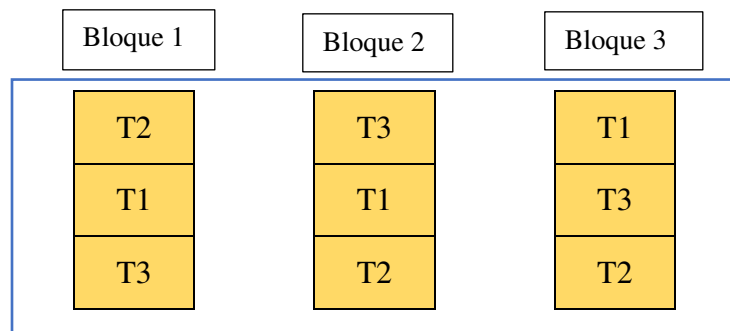


Figura 3. Distribución de Tratamientos en las Unidades Experimentales (UE).

T1=Tratamiento uno, T2= Tratamiento dos, T3= Tratamiento tres. La tabla muestra la distribuidos en campo de los tratamientos en cada unidad experimental, el sorteo de distribución se realizó completamente al azar.

Elaborado por: La autora.

4.7. Análisis de varianza

Tabla 3.

Análisis de varianza

FV	GL
Total	8
Tratamientos	2
Bloques	2
Error Experimental	4

Nota: F.V.=Factor de variación, G.L.=Grados de libertad.

Elaborado por: La autora.

4.8. Prueba de significancia

Entre los tratamientos donde se detectó diferencia significativa se utilizó la prueba de tukey 5%.

4.9 Métodos

4.9.1 Actividades pre-siembra

Según Egúsquiza y Catalán (2011), para garantizar la productividad en el cultivo de papa se debe realizar labores culturales previas, durante y a la cosecha, a fin de garantizar un rendimiento eficiente, a continuación se muestran las labores culturales que se llevaron a cabo en la presente investigación:

- Dos pasadas de rastra dentada para picar e incorporar la hierba.
- El terreno se dejó en descanso por dos semanas para que haya pudrición completa de la hierba.
- Se dio una mano de arado de discos y dos pasadas de rastra pulidora para tener una soltura del suelo lista para la siembra.
- Realizamos el surcado con maquinaria agrícola
- Se desinfecto la semilla antes de la siembra para evitar infecciones y pudrición de la semilla.
- Antes de la siembra se realizó un muestreo (muestra compuesta), y un análisis de suelo, mediante el cual se estableció un cronograma de fertilización en base al suelo y a los requerimientos nutricionales del cultivo.

4.9.1.1 Muestra compuesta: Se refiere a la muestra de suelo obtenida por la extracción de varias muestras simples o submuestras, reunidas en un recipiente y bien mezcladas, de donde se retiró de 0,5 a 1 kg de suelo. (Henry y Roberts, 2000).

Para Henry y Roberts (2000), para la toma de una muestra compuesta es necesario tomar en cuenta que cada submuestra sea del mismo volumen que las demás y representar la misma sección transversal del volumen de que se toma la muestra a una misma profundidad.

- Se procedió a sortear la ubicación de los tratamientos para tener un diseño aleatorio en los bloques del ensayo, para poder medir los surcos para cada tratamiento.

4.9.2 Actividades durante la siembra.

- La siembra se efectuó a una profundidad de 15 cm y a una distancia de 30 cm entre plantas, un tubérculo por sitio y una distancia entre surcos de 1 metro, así mismo en función de cada tratamiento se estableció la dosis de micorriza, del cual realizamos una dilución de la cantidad de producto en 20 litros de agua para colocarlo en cada unidad experimental, agitando constantemente la dilución hasta que se termine por completo, luego se procedió a cubrir el tubérculo con el suelo. (Fries y Tapia , 2007).

4.9.3. Manejo del cultivo

- El riego se llevó a cabo mediante gravedad, asegurando las necesidades de agua del cultivo, en lo que corresponde con el manejo del cultivo, la papa requiere entre 400 y 800 mm de agua (Dominguez, 2014).
- La fertilización en el cultivo fue una de las partes más importantes ya que las micorrizas ayudan a la asimilación de algunos nutrientes en especial del fosforo, para lo cual consideramos una fertilización adecuada, tomando en cuenta el análisis de suelo previo a la siembra para poder observar las cantidades de nutrientes que contenía el suelo.
- El análisis de suelo fue un instrumento básico para la transferencia de información sobre fertilización.
- Los controles fitosanitarios se efectuaron de acuerdo con la infestación de plagas en el cultivo, donde se controló con insecticidas y fungicidas en bajas cantidades para no afectar la función que cumplen las micorrizas, se tuvo presencia de lancha negra o tizón tardío que es ocasionado por el hongo *Phytophthora infestans*, en el cultivo

el cual se lo controló con el uso de fungicidas de contacto y sistémicos (Egúsqüiza, 2013)

- La cosecha se realizó en promedio a los 180 días después de la siembra.

4.9.4. Determinación del efecto de las micorrizas sobre la asimilación de nutrientes por parte del cultivo (*Solanum tuberosum*).

Contenido foliar de nutrientes. - Para establecer el contenido foliar de nutrientes, se realizó una toma de muestras de hojas al inicio de la floración del cultivo (90 días), tomando hojas maduras con pecíolo y limbo, de 20 a 30 hojas (150 - 200 g), por parcela. Se tomaron entre la tercera y sexta hoja, desde el punto del ápice y por debajo de los racimos florales. Una vez colectadas se guardaron en fundas de papel y se enviaron al laboratorio para realizar el análisis bromatológico foliar (Correndo y García, 2012).

4.9.5. Determinación de la calidad interna del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum*), a través del contenido de nutrientes, para su uso en la industria.

Análisis de contenido de nutrientes. - La toma de muestras de tubérculos se realizó en la cosecha; se colectaron entre 7 a 10 tubérculos de forma aleatoria por cada unidad experimental. La colecta se hizo de manera cuidadosa evitando dañar los tubérculos. Las muestras fueron enviadas para su análisis máximo una semana después de la cosecha. (Correndo y García, 2012).

4.9.6. Evaluación de la producción del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*).

Producción. La productividad total en tm/ha. La clasificación de los tubérculos se realizó de acuerdo con el peso, se obtuvo la producción de papa comercial tomando en cuenta las categorías I y II.

Tabla 4.

Clasificación de la cosecha de papa en función con el peso.

Categoría	Peso	Medida
I: Primera (gruesa)	>120 g	>80 mm
II: Segunda (delgada)	60-120 g	40-80 mm
III: Tercera (pareja)	< 60 g	< 40 mm

Nota: Categorías utilizadas dentro de comercialización del cultivo de papa.

Fuente: Adaptado (Pumisacho y Velasquez, 2009).

4.9.7. Socialización.

Una vez culminado los análisis pertinentes de los resultados obtenidos se realizó una socialización del trabajo de investigación a estudiantes de la carrera de agropecuarias cursantes de 5to nivel, esto se pudo realizar vía virtual por el sistema meet, luego de esto realizaron una encuesta todos los asistentes.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Análisis estadístico

Los datos que se obtuvo en la investigación se los tabulo y proceso con la utilización del software Microsoft Excel 365, luego se utilizó la herramienta InfoStat 2017, versión estudiantil, licencia gratuita, para el análisis estadístico. Los datos fueron examinados mediante un análisis de la varianza (ANOVA), con una prueba de significancia de Tukey al 5%.

5.2. Clima

En Figura 3, se observan los resultados obtenidos para temperatura y precipitación, lo cual nos muestra una dispersión alta entre los datos, lo cual afecta de manera significativa en el comportamiento y desarrollo del cultivo de papa.

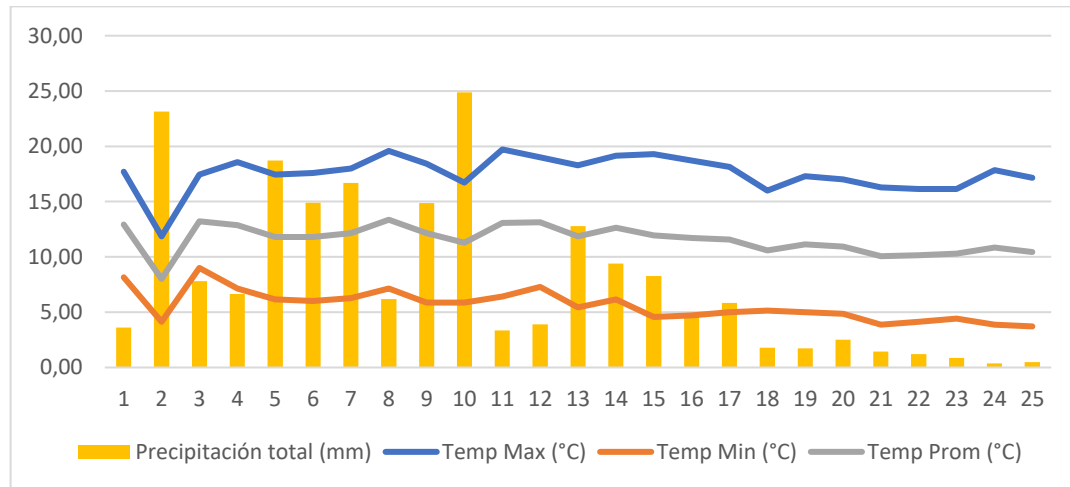


Figura 4. Análisis de los datos climatológicos

Elaborado por: La autora

5.3. Análisis inicial del suelo

El análisis del suelo se realizó previo a la siembra del cultivo (Anexo 6), a fin de poder determinar el estado nutricional del suelo a partir de parámetros físico químicos, obteniendo los siguientes resultados: el contenido de materia orgánica del suelo fue de 3,8%, la textura es limo arenoso y pH de 5,5, lo cual nos muestra datos bastante adecuados en base a los requerimientos del cultivo de papa. En lo referente a conductividad eléctrica del suelo fue de 0,2 dS /cm, lo cual significa que, a menor conductividad eléctrica, se facilita el manejo de los fertilizantes, evitando con esto una fitotoxicidad.

En lo que respecta a los elementos químicos que presenta el suelo, se determinó que, el magnesio, manganeso, cobre, zinc, boro, sodio, cloro y las sales totales estuvieron dentro de los rangos permitidos por lo que las cantidades de estos elementos fueron proporcionales en la nutrición del cultivo, mientras que el fósforo, potasio, calcio y hierro no estuvieron dentro de los rangos establecidos, por lo que su cantidad era limitada.

5.4. Análisis bromatológico en la etapa foliar

A partir de un estudio estadístico en ADEVA, se identificó que las cantidades de nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, sodio, hierro, manganeso y cobre, no se obtuvieron diferencias significativas entre los valores obtenidos de estos elementos, en cada tratamiento, a diferencia de los resultados obtenidos por Torres (2019) donde, el análisis foliar determinó diferencias significativas entre los tratamientos, debido a que la implementación de micorrizas ayuda a asimilar de una manera adecuada los nutrientes del suelo.

En cuanto al contenido de los micronutrientes, como son: calcio, magnesio, zinc y boro, si existieron diferencias significativas entre los tratamientos, por tanto, se identificó que la aplicación de micorrizas facilita la absorción de estos elementos y se observaron las diferencias significativas generadas en cada tratamiento.

Tabla 5.

Análisis de varianza para la cantidad de Nitrógeno en el análisis bromatológico en la etapa de floración.

F.V	S.C	gl	CM	F	p-valor	Significancia
TRATAMIENTOS	0,15	2	0,08	0,55	0,6172	ns
BLOQUES	0,12	2	0,06	0,42	0,6850	ns
Error	0,56	4	0,14			
Total	0,83	8				
CV: 6,37%						

Nota: F.V.=Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios, C.V.= Coeficiente de Variación ns= No existen diferencias significativas ($p>0,05$), *= Diferencia significativa ($p<0,05$); **= Diferencia altamente significativa ($p<0,01$).

Elaborado por: La autora

Según la tabla 5. En el análisis de varianza para el contenido de nitrógeno en la etapa de floración se puede observar que según el coeficiente de variación 6,37%, muestra que hay una homogeneidad en los datos.

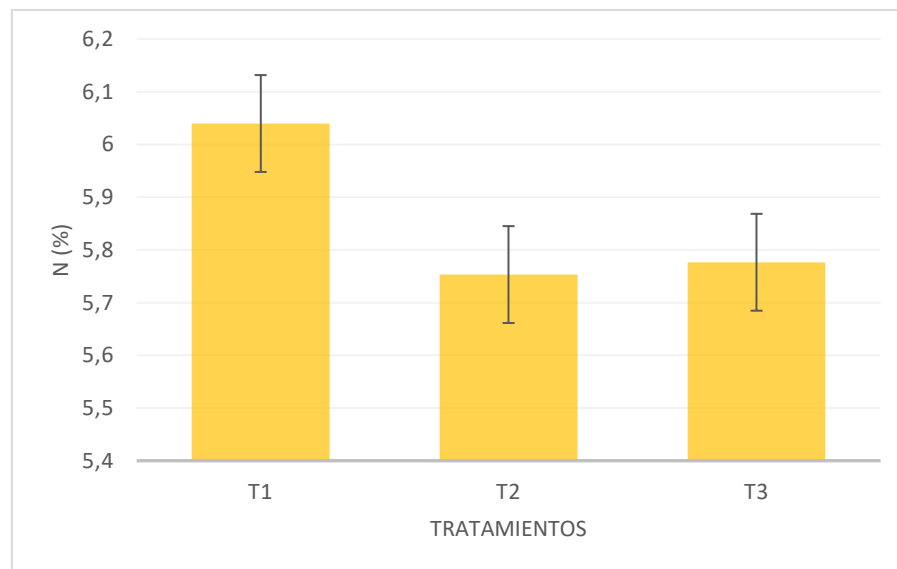


Figura 5. Promedios para la cantidad de nitrógeno en el análisis bromatológico en la etapa de floración.

Elaborado por: La autora

Según la figura 5. Promedio para concentración de N en plantas de papa en la etapa de floración se observa que el mejor tratamiento corresponde al T1 por presentar la mayor concentración de N, mientras que el T3 corresponde a la menor concentración.

Tabla 6.

Análisis de varianza para la cantidad de fosforo en el análisis bromatológico en la etapa de floración.

F.V	S.C	gl	CM	F	p-valor	Significancia
TRATAMIENTOS	0,01	2	3,7	1,50	0,3259	Ns
BLOQUES	0,02	2	0,01	4,47	0,0956	Ns
Error	0,01	4	2,5			
Total	0,04	8				
CV: 9,90%						

Nota: F.V.=Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios, C.V.= Coeficiente de Variación ns= No existen diferencias significativas ($p>0,05$), *= Diferencia significativa ($p<0,05$); **= Diferencia altamente significativa ($p<0,01$).

Elaborado por: La autora

Según la tabla 6. En el análisis de varianza para el contenido de fosforo en la etapa de floración se puede observar que según el coeficiente de variación 9,90%, muestra que hay una homogeneidad en los datos.

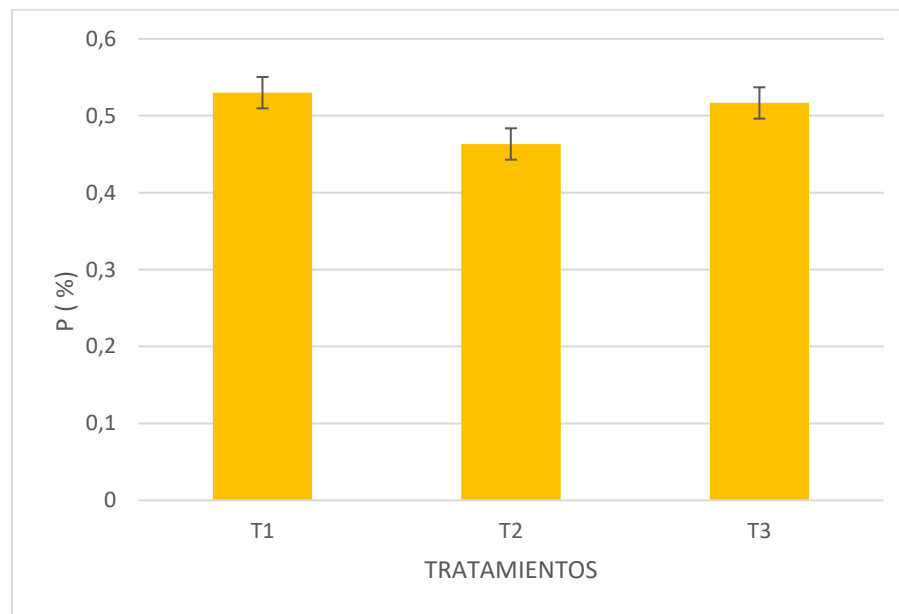


Figura 6. Promedios para la cantidad de fosforo en el análisis bromatológico en la etapa de floración.

Elaborado por: La autora.

Según la figura 6. Promedio para concentración de P en plantas de papa en la etapa de floración se observa que el mejor tratamiento corresponde al T1 por presentar la mayor concentración de P, mientras que el T2 es el de menor concentración.

Tabla 7.

Análisis de varianza para la cantidad de potasio en el análisis bromatológico en la etapa de floración.

F.V	S.C	gl	CM	F	p-valor	Significancia
TRATAMIENTOS	0,03	2	0,02	0,68	0,5568	ns
BLOQUES	0,03	2	0,02	0,68	0,5568	ns
Error	0,10	4	0,02			
Total	0,16	8				
CV: 5,68%						

Nota: F.V.=Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios, C.V.= Coeficiente de Variación, ns= No existen diferencias significativas ($p>0,05$), *= Diferencia significativa ($p<0,05$); **= Diferencia altamente significativa ($p<0,01$).

Elaborado por: La autora

Según la tabla 7. En el análisis de varianza para el contenido de potasio en la etapa de floración se puede observar que según el coeficiente de variación 5,68%, muestra que hay una homogeneidad en los datos.

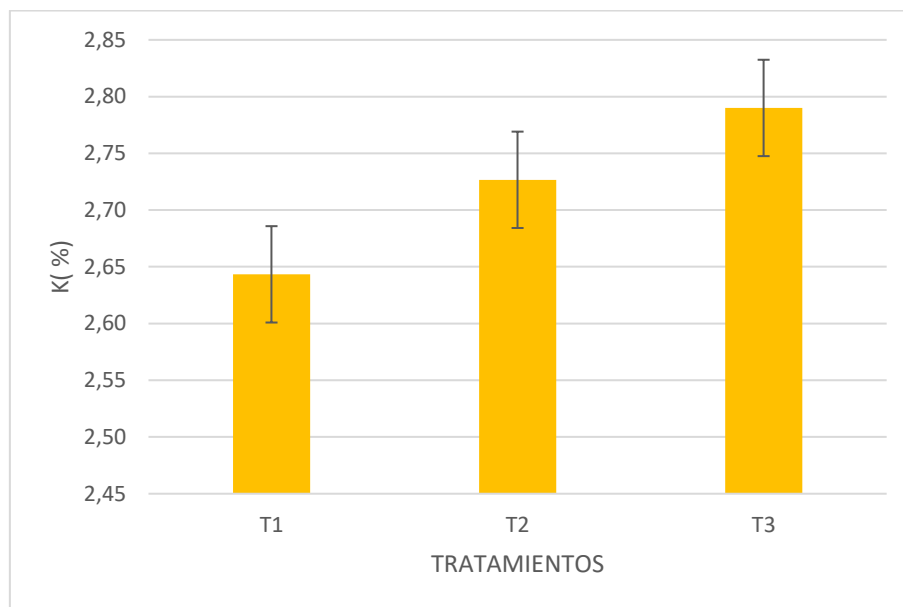


Figura 7. Promedios para la cantidad de potasio en el análisis bromatológico en la etapa de floración.

Elaborado por: La autora

Según la figura 7. Promedio para concentración de K en plantas de papa en la etapa de floración se observa que el mejor tratamiento corresponde al T3 por presentar la mayor concentración de K, mientras que el T1 corresponde al de menor concentración.

Tabla 8.

Análisis de varianza para la cantidad de calcio en el análisis bromatológico en la etapa de floración.

F.V	S.C	gl	CM	F	p-valor	Significancia
TRATAMIENTOS	1,2	2	5,8	0,42	0,6834	Ns
BLOQUES	0,06	2	0,03	21,03	0,0075	**
Error	0,01	4	1,4			
Total	0,06	8				
CV: 5,42%						

Nota: F.V.=Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios, C.V.= Coeficiente de Variación, ns= No existen diferencias significativas ($p>0,05$), *= Diferencia significativa ($p<0,05$); **= Diferencia altamente significativa ($p<0,01$).

Elaborado por: La autora

Según la tabla 8. En el análisis de varianza para el contenido de calcio en la etapa de floración se puede observar que según el coeficiente de variación 5,42%, muestra que hay una homogeneidad en los datos.

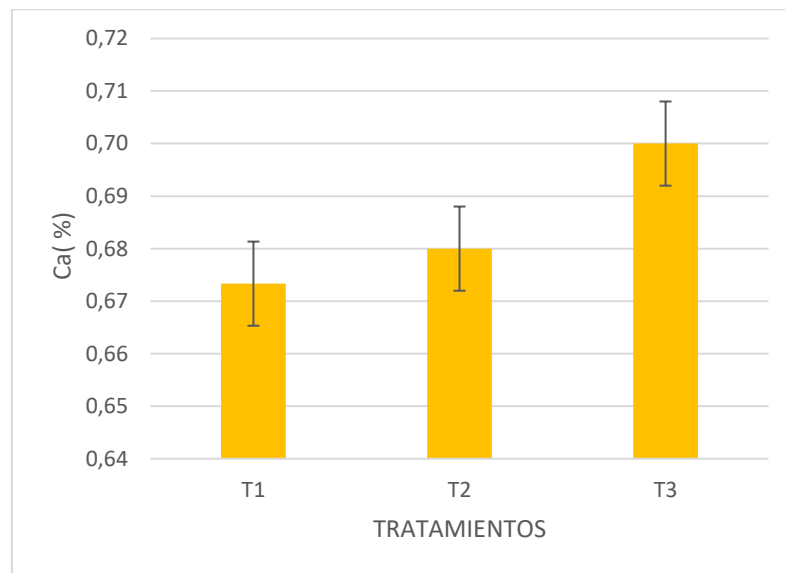


Figura 8. Promedios para la cantidad de calcio en el análisis bromatológico en la etapa de floración.

Elaborado por: La autora

Según la figura 8. Promedio para concentración de Ca en plantas de papa en la etapa de floración se observa que el mejor tratamiento corresponde al T3 por presentar la mayor concentración de Ca, mientras que el T1 corresponde a la menor concentración.

Tabla 9.

Análisis de varianza para la cantidad de magnesio en el análisis bromatológico en la etapa de floración.

F.V	S.C	gl	CM	F	p-valor	Significancia
TRATAMIENTOS	4,2	2	2,1	0,01	0,9895	Ns
BLOQUES	0,89	2	0,44	22,26	0,0068	**
Error	0,08	4	0,02			
Total	0,97	8				
CV: 8,42%						

Nota: F.V.=Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios, C.V.= Coeficiente de Variación, ns= No existen diferencias significativas ($p>0,05$), *= Diferencia significativa ($p<0,05$); **= Diferencia altamente significativa ($p<0,01$).

Elaborado por: La autora

Según la tabla 9. En el análisis de varianza para el contenido de magnesio en la etapa de floración se puede observar que según el coeficiente de variación 8,42%, muestra que hay una homogeneidad en los datos.

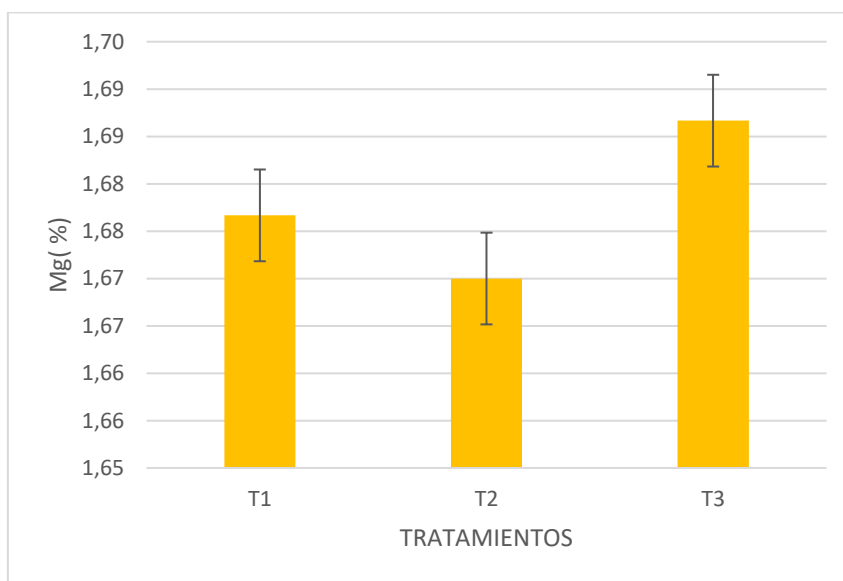


Figura 9. Promedios para la cantidad de magnesio en el análisis bromatológico en la etapa de floración.

Elaborado por: La autora

Según la figura 9. Promedio para concentración de Mg en plantas de papa en la etapa de floración se observa que el mejor tratamiento corresponde al T3 por presentar la mayor concentración de Mg, mientras que el T2 es el de menor concentración.

Tabla 10.

Análisis de varianza para la cantidad de azufre en el análisis bromatológico en la etapa de floración.

F.V	S.C	Gl	CM	F	p-valor	Significancia
TRATAMIENTOS	6,7	2	3,3	0,12	0,8920	Ns
BLOQUES	6,0	2	3,0	1,06	0,4275	Ns
Error	1,1	4	2,8			
Total	1,8	8				
CV: 6,08%						

Nota: F.V.=Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios, C.V.= Coeficiente de Variación, ns= No existen diferencias significativas ($p > 0,05$), *= Diferencia significativa ($p < 0,05$); **= Diferencia altamente significativa ($p < 0,01$).

Elaborado por: La autora

Según la tabla 10. En el análisis de varianza para el contenido de azufre en la etapa de floración se puede observar que según el coeficiente de variación 6,08%, muestra que hay una homogeneidad en los datos.

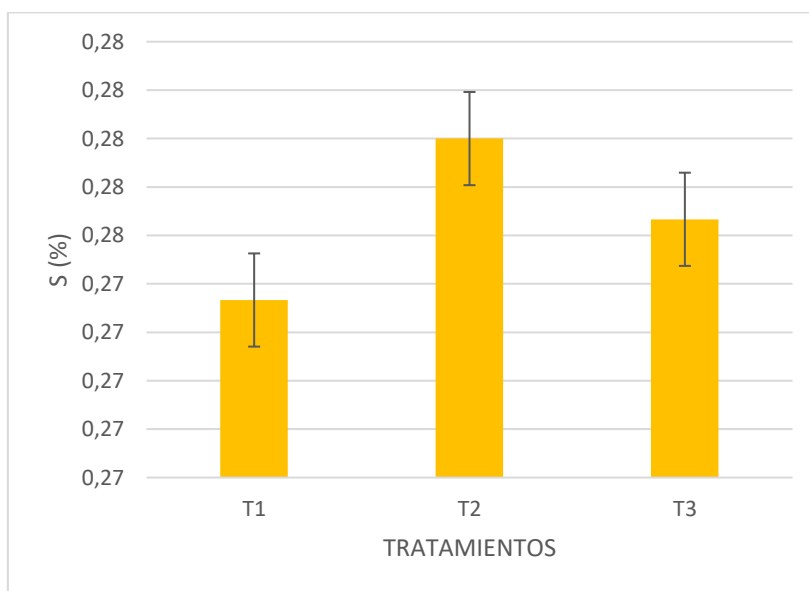


Figura 10. Promedios para la cantidad de azufre en el análisis bromatológico en la etapa de floración.

Elaborado por: La autora

Según la figura 10. Promedio para concentración de azufre en plantas de papa en la etapa de floración se observa que el mejor tratamiento corresponde al T2 por presentar la mayor concentración de S, mientras que el T1 es el de menor concentración.

Tabla 11.

Análisis de varianza para la cantidad de sodio en el análisis bromatológico en la etapa de floración.

F.V	S.C	gl	CM	F	p-valor	Significancia
TRATAMIENTOS	2,5	2	1,2	1,21	0,3874	Ns
BLOQUES	2,9	2	1,4	1,41	0,3440	Ns
Error	4,1	4	1,0			
Total	0,01	8				
CV: 6,38%						

Nota: F.V.=Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios, C.V.= Coeficiente de Variación, ns= No existen diferencias significativas ($p>0,05$), *= Diferencia significativa ($p<0,05$); **= Diferencia altamente significativa ($p<0,01$).

Elaborado por: La autora

Según la tabla 11. En el análisis de varianza para el contenido de sodio en la etapa de floración se puede observar que según el coeficiente de variación 6,38 %, muestra que hay una homogeneidad en los datos.

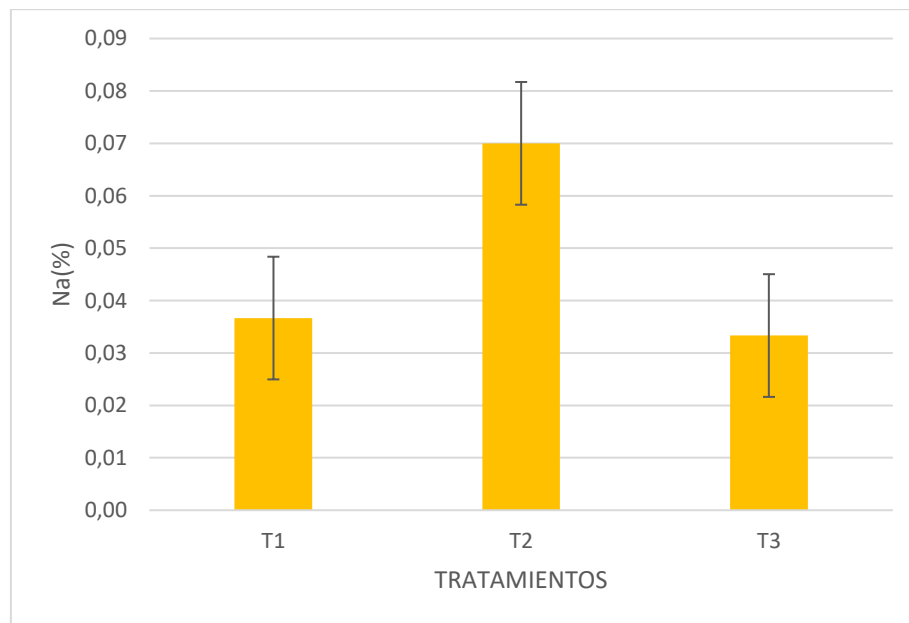


Figura 11. Promedios para la cantidad de sodio en el análisis bromatológico en la etapa de floración.

Elaborado por: La autora

Según la figura 11. Promedio para concentración de Na en plantas de papa en la etapa de floración se observa que el mejor tratamiento corresponde al T2 por presentar la mayor concentración de Na, mientras que el T3 corresponde al de menor concentración.

Tabla 12.

Análisis de varianza para la cantidad de hierro en el análisis bromatológico en la etapa de floración.

F.V	S.C	gl	CM	F	p-valor	Significancia
TRATAMIENTOS	2,6	2	1,3	1,32	0,3635	Ns
BLOQUES	1,2	2	6,2	0,63	0,5782	Ns
Error	3,9	4	9,8			
Total	7,8	8				
CV: 21,44%						

Nota: F.V.=Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios, C.V.= Coeficiente de Variación, ns= No existen diferencias significativas ($p>0,05$), *= Diferencia significativa ($p<0,05$); **= Diferencia altamente significativa ($p<0,01$).

Elaborado por: La autora

Según la tabla 12. En el análisis de varianza para el contenido de hierro en la etapa de floración se puede observar que según el coeficiente de variación 21,44 %, muestra que no hay una homogeneidad en los datos.

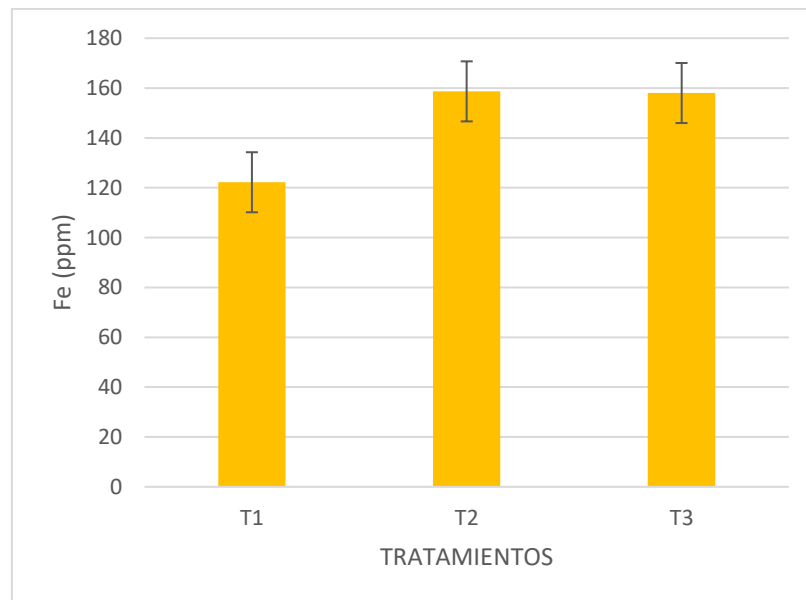


Figura 12. Promedios para la cantidad de hierro en el análisis bromatológico en la etapa de floración.

Elaborado por: La autora

Según la figura 12. Promedio para concentración de Fe en plantas de papa en la etapa de floración se observa que el mejor tratamiento corresponde al T2 por presentar la mayor concentración de Fe, mientras que el T1 corresponde al de menor concentración.

Tabla 13.

Análisis de varianza para la cantidad de manganeso en el análisis bromatológico en la etapa de floración.

F.V	S.C	gl	CM	F	p-valor	Significancia
TRATAMIENTOS	1,1	2	5,4	0,67	0,5617	Ns
BLOQUES	3,4	2	1,7	2,07	0,2419	Ns
Error	3,3	4	8,1			
Total	7,7	8				
CV: 32,8%						

Nota: F.V.=Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios, C.V.= Coeficiente de Variación, ns= No existen diferencias significativas ($p>0,05$), *= Diferencia significativa ($p<0,05$); **= Diferencia altamente significativa ($p<0,01$).

Elaborado por: La autora

Según la tabla 13. En el análisis de varianza para el contenido de manganeso en la etapa de floración se puede observar que según el coeficiente de variación 32,8 %, muestra que no hay una homogeneidad en los datos.

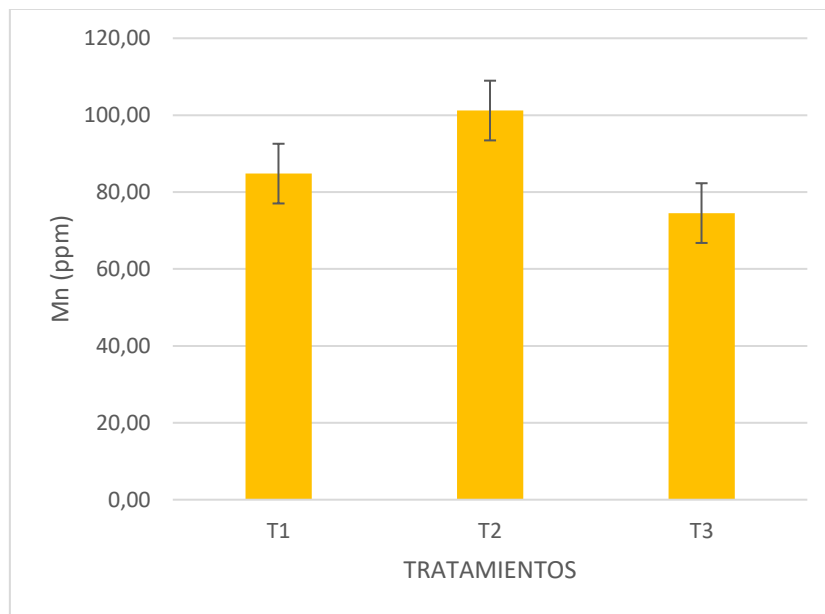


Figura 13. Promedios para la cantidad de manganeso en el análisis bromatológico en la etapa de floración.

Elaborado por: La autora

Según la figura 13. Promedio para concentración de Mn en plantas de papa en la etapa de floración se observa que el mejor tratamiento corresponde al T2 por presentar la mayor concentración de Mn, mientras que el T3 corresponde al de menor concentración.

Tabla 14.

Análisis de varianza para la cantidad de cobre en el análisis bromatológico en la etapa de floración.

F.V	S.C	gl	CM	F	p-valor	Significancia
TRATAMIENTOS	1,2	2	5,8	0,78	0,5190	Ns
BLOQUES	6,7	2	3,3	4,49	0,0949	Ns
Error	3,0	4	7,4			
Total	1,1	8				
CV: 17,6%						

Nota: F.V.=Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios, C.V.= Coeficiente de Variación, ns= No existen diferencias significativas ($p > 0,05$), *= Diferencia significativa ($p < 0,05$); **= Diferencia altamente significativa ($p < 0,01$).

Elaborado por: La autora

Según la tabla 14. En el análisis de varianza para el contenido de cobre en la etapa de floración se puede observar que según el coeficiente de variación 17,6 %, muestra que no hay una homogeneidad en los datos.

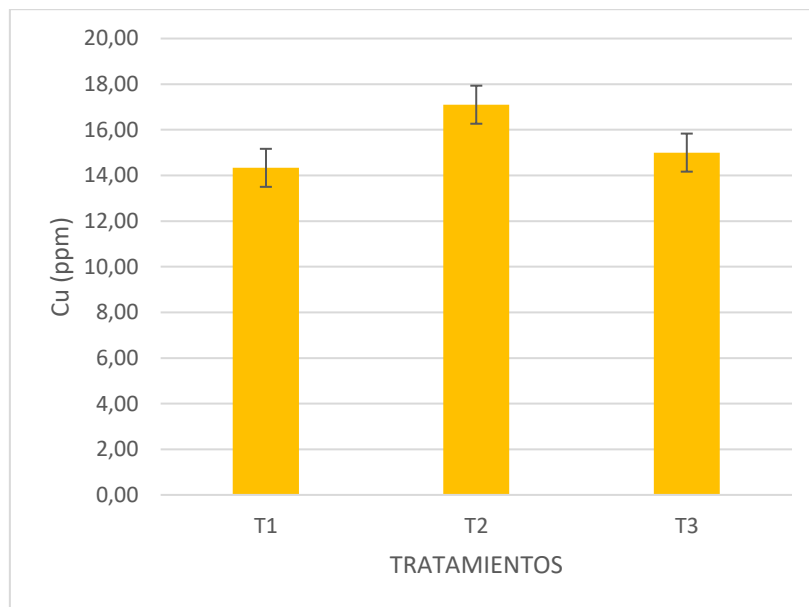


Figura 14. Promedios para la cantidad de cobre en el análisis bromatológico en la etapa de floración.

Elaborado por: La autora

Según la figura 14. Promedio para concentración de Cu en plantas de papa en la etapa de floración se observa que el mejor tratamiento corresponde al T2 por presentar la mayor concentración de Cu, mientras que el T1 corresponde al de menor concentración.

Tabla 15.

Análisis de varianza para la cantidad de zinc en el análisis bromatológico en la etapa de floración.

F.V	S.C	gl	CM	F	p-valor	Significancia
TRATAMIENTOS	5,4	2	2,7	1,58	0,3113	Ns
BLOQUES	2,4	2	1,2	6,98	0,0496	*
Error	6,8	4	1,7			
Total	3,6	8				
CV: 8,84%						

Nota: F.V.=Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios, C.V.= Coeficiente de Variación, ns= No existen diferencias significativas ($p>0,05$), *= Diferencia significativa ($p<0,05$); **= Diferencia altamente significativa ($p<0,01$).

Elaborado por: La autora

Según la tabla 15. En el análisis de varianza para el contenido de zinc en la etapa de floración se puede observar que según el coeficiente de variación 8,84 %, muestra que hay una homogeneidad en los datos.

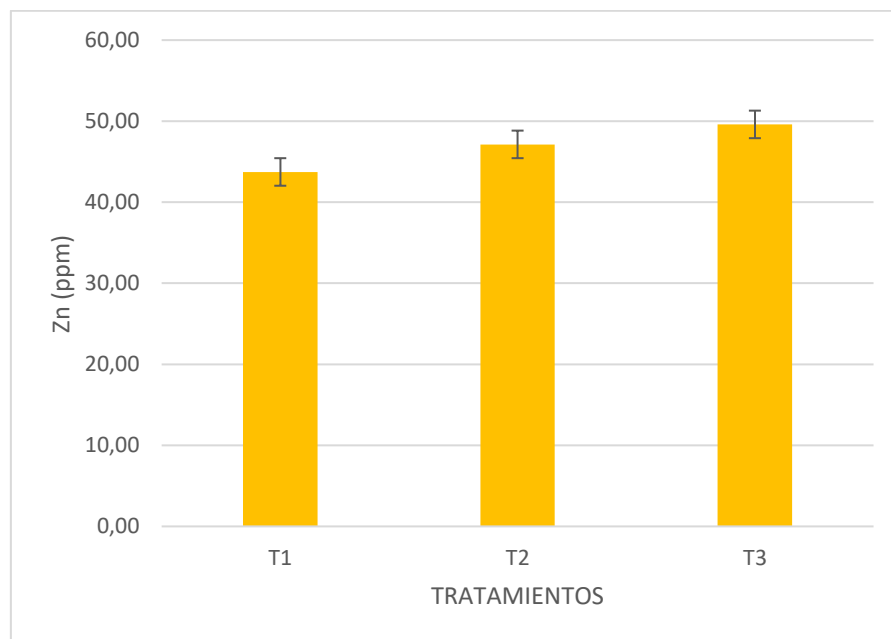


Figura 15. Promedios para la cantidad de zinc en el análisis bromatológico en la etapa de floración.

Elaborado por: La autora

Según la figura 15. Promedio para concentración de Zn en plantas de papa en la etapa de floración se observa que el mejor tratamiento corresponde al T3 por presentar la mayor concentración de Zn, mientras que el T1 corresponde al de menor concentración.

Tabla 16.

Análisis de varianza para la cantidad de boro en el análisis bromatológico en la etapa de floración.

F.V	S.C	gl	CM	F	p-valor	Significancia
TRATAMIENTOS	1,7	2	8,4	4,13	0,1064	Ns
BLOQUES	2,5	2	1,2	6,11	0,0607	*
Error	8,1	4	2,0			
Total	5,0	8				
CV: 10,4%						

Nota: F.V.=Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios, C.V.= Coeficiente de Variación, ns= No existen diferencias significativas ($p>0,05$), *= Diferencia significativa ($p<0,05$); **= Diferencia altamente significativa ($p<0,01$).

Elaborado por: La autora

Según la tabla 16. En el análisis de varianza para el contenido de boro en la etapa de floración se puede observar que según el coeficiente de variación 10,4 %, muestra que hay una homogeneidad en los datos.

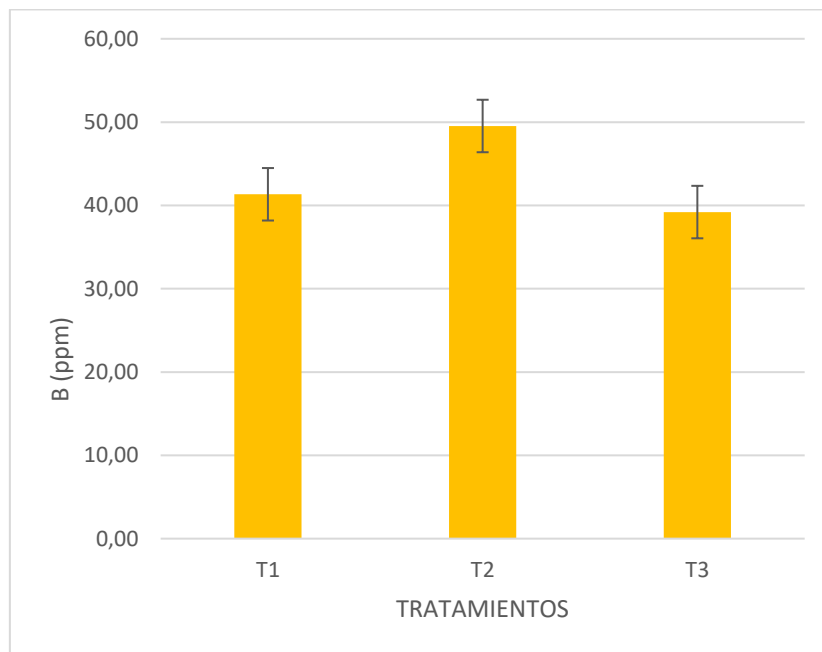


Figura 16. Promedios para la cantidad de boro en el análisis bromatológico en la etapa de floración.

Elaborado por: La autora

Según la figura 16. Promedio para concentración de B en plantas de papa en la etapa de floración se observa que el mejor tratamiento corresponde al T2 por presentar la mayor concentración de B, mientras que el T3 corresponde al de menor concentración.

En los datos obtenidos de 6,04; 0,53 y 2,79 % de N, P y K por la planta se observa que, las micorrizas, contribuyen a mejorar los niveles nutricionales en el cultivo de papa, según los valores normales de 5; 0,35 y 5 % para N, P y K según, Bryson, (2014). Lo mencionado anteriormente coincide con lo reportado por Arcos (2017), quien encontró una respuesta a la inoculación de hongos micorrícicos bajo condiciones de invernadero para plántulas in vitro, además, que las micorrizas aumentan la formación de micro flora del suelo y un veloz restablecimiento del equilibrio biológico natural, permitiendo un incremento en cuanto a: crecimiento, porcentaje de cobertura vegetal, sistema radicular, así como mejor asimilación de nutrientes que de otra forma no estarían accesibles para las plantas (Torres, 2017).

5.5. Análisis de tubérculo

En cuanto al análisis estadístico, en lo que respecta a absorción de nutrientes por el tubérculo, solo se observó una diferencia significativa en potasio, calcio y boro.

En lo que respecta al contenido de N, P y K, el T3(6×10^{18} ufc /m), fue aquel que generó mayor cantidad con valores de 2,10; 0,32 y 2,64 % respectivamente. En los estudios más actuales, se ha encontrado que la nutrición del cultivo de papa tendrá que estar relacionada con las condiciones ambientales y el promedio de rendimiento que se obtienen en la zona, mientras tanto.

Según, (Castillo, Huenchuleo, Michaud y Solano 2016), es muy importante la cantidad de macronutrientes que encontramos en el tubérculo muchos prefieren entablar un volumen definido en la interacción de N-P-K, que es de 2,6-0,44-2,4% respectivamente, cual podemos comparar con nuestros resultados 2,10 – 0,32 – 2,73% de N-P-K y observamos que no están alejados de este rango que es estimado como normal en el tubérculo.

Tabla 17.

Análisis de la varianza del contenido de nitrógeno en el tubérculo.

F.V	S.C	gl	CM	F	p-valor	Significancia
TRATAMIENTOS	0,18	2	0,09	3,18	0,1493	Ns
BLOQUES	0,09	2	0,04	1,53	0,3211	Ns
Error	0,11	4	0,03			
Total	0,38	8				
CV: 8,71%						

Nota: F.V.=Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios C.V.= Coeficiente de Variación, ns= No existen diferencias significativas ($p>0,05$), *= Diferencia significativa ($p<0,05$); **= Diferencia altamente significativa ($p<0,01$).

Elaborado por: La autora

Según la tabla 17. En el análisis de varianza para el contenido de nitrógeno en el tubérculo se puede observar que según el coeficiente de variación 8,71 %, muestra que hay una homogeneidad en los datos.

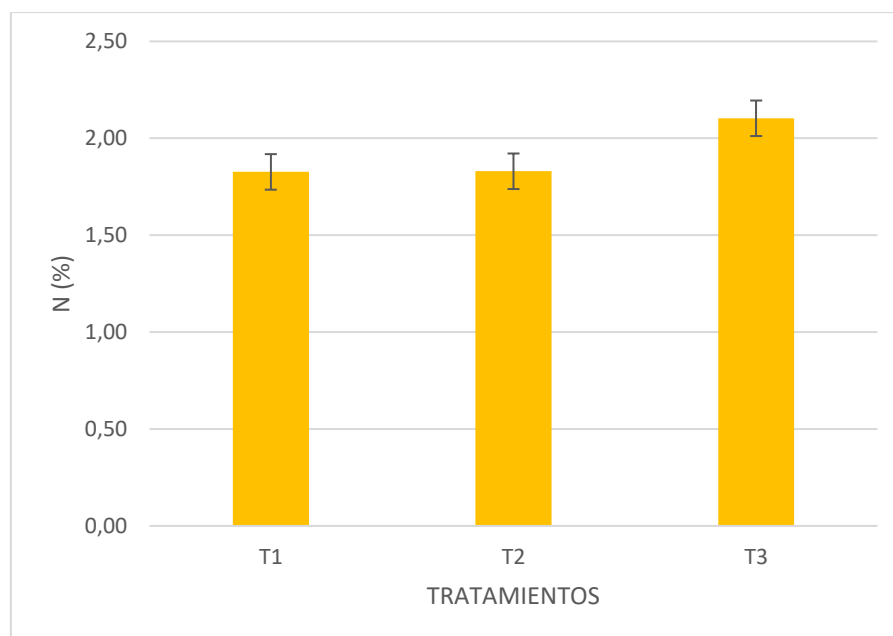


Figura 17. Promedio para la cantidad de nitrógeno en el tubérculo.

Elaborado por: La autora

Según la figura 17. Promedio para concentración de N en el tubérculo se observa que el mejor tratamiento corresponde al T3 por presentar la mayor concentración de N, mientras que los tratamientos T1 y T2 son los de menor concentración.

Tabla 18.

Análisis de la varianza del contenido de fosforo en el tubérculo.

F.V	S.C	G	CM	F	p-valor	Significancia
TRATAMIENTOS	1,2	2	5,8	0,68	0,5552	ns
BLOQUES	6,2	2	3,1	0,37	0,7131	ns
Error	3,4	4	8,4			
Total	0,38	8				
CV: 9,4%						

Nota: F.V.=Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios, C.V.= Coeficiente de Variación, ns= No existen diferencias significativas ($p>0,05$), *= Diferencia significativa ($p<0,05$); **= Diferencia altamente significativa ($p<0,01$).

Elaborado por: La autora

Según la tabla 18. En el análisis de varianza para el contenido de fosforo en el tubérculo se puede observar que según el coeficiente de variación 9,4 %, muestra que hay una homogeneidad en los datos.

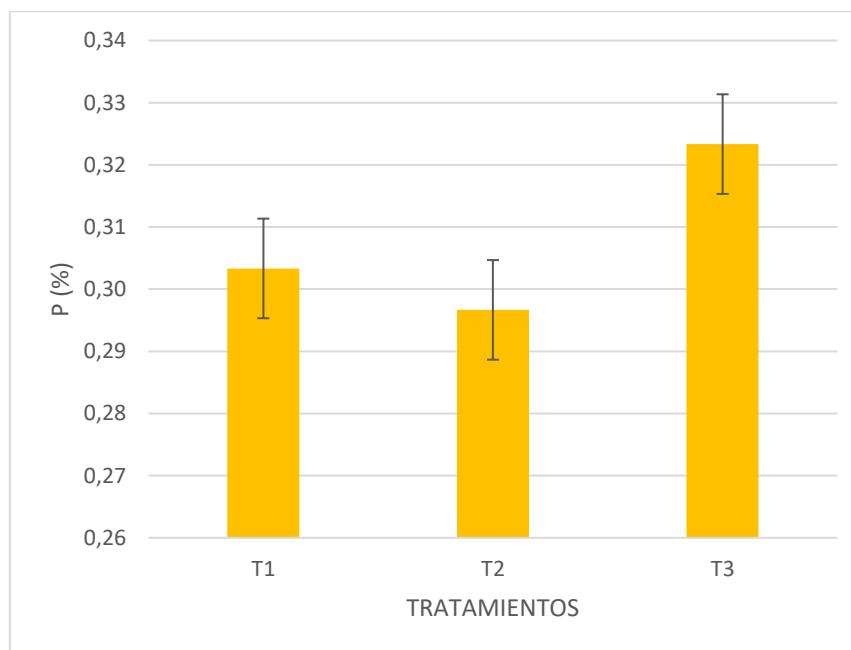


Figura 18. Promedios para la cantidad de fosforo en el tubérculo.

Elaborado por: La autora

Según la figura 18. Promedio para concentración de P en el tubérculo se observa que el mejor tratamiento corresponde al T3 por presentar la mayor concentración de P, mientras que el T1 es el de menos concentración.

Tabla 19.

Análisis de la varianza del contenido de potasio en el tubérculo.

F.V	S.C	G	CM	F	p-valor	Significancia
TRATAMIENTOS	0,40	2	0,20	13,65	0,1783	Ns
BLOQUES	0,08	2	0,04	2,74	0,0163	**
Error	0,06	4	0,01			
Total	0,54	8				
CV: 4,77%						

Nota: F.V.=Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios, C.V.= Coeficiente de Variación, ns= No existen diferencias significativas ($p>0,05$), *= Diferencia significativa ($p<0,05$); **= Diferencia altamente significativa ($p<0,01$).

Elaborado por: La autora

Según la tabla 19. En el análisis de varianza para el contenido de potasio en el tubérculo se puede observar que según el coeficiente de variación 4,77 %, muestra que hay una homogeneidad en los datos.

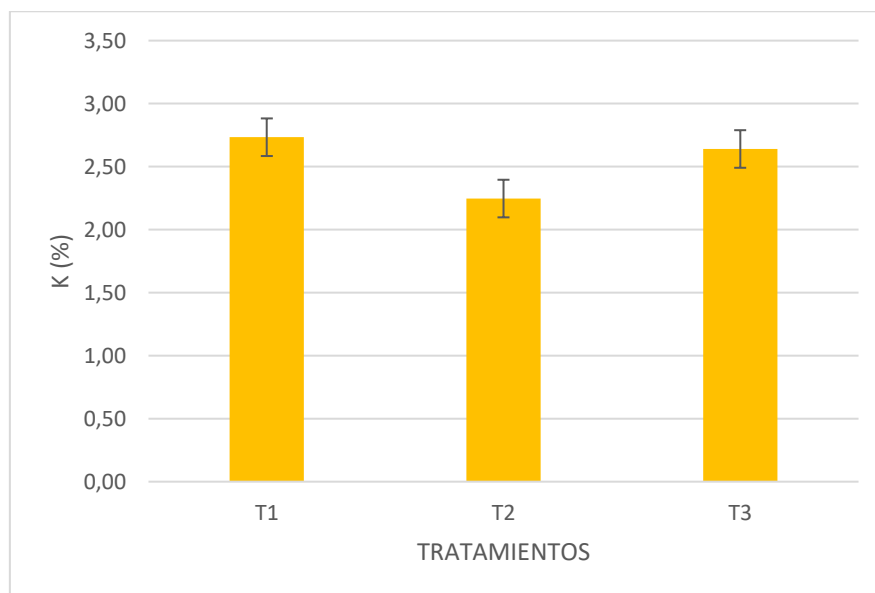


Figura 19. Promedios para la cantidad de potasio en el tubérculo.

Elaborado por: La autora

Según la figura 19. Promedio para concentración de K en el tubérculo se observa que el mejor tratamiento corresponde al T1 por presentar la mayor concentración de K, mientras que el T2 es el de menos concentración.

Tabla 20.

Análisis de la varianza del contenido de calcio en el tubérculo.

F.V	S.C	gl	CM	F	p-valor	Significancia
TRATAMIENTOS	8,9	2	4,4	1,60	0,3086	ns
BLOQUES	6,9	2	3,4	12,40	0,0193	**
Error	1,1	4	2,8			
Total	8,9	8				
CV: 5,33%						

Nota: F.V.=Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios, C.V.= Coeficiente de Variación, ns= No existen diferencias significativas ($p>0,05$), *= Diferencia significativa ($p<0,05$); **= Diferencia altamente significativa ($p<0,01$).

Elaborado por: La autora

Según la tabla 20. En el análisis de varianza para el contenido de calcio en el tubérculo se puede observar que según el coeficiente de variación 5,33 %, muestra que hay una homogeneidad en los datos.

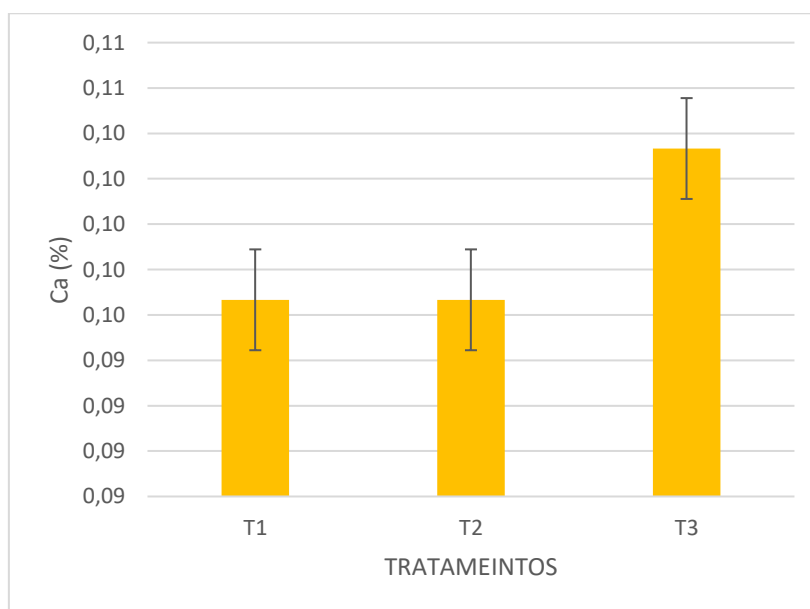


Figura 20. Promedios para la cantidad de calcio en el tubérculo.

Elaborado por: La autora

Según la figura 20. Promedio para concentración de Ca en el tubérculo se observa que el mejor tratamiento corresponde al T3 por presentar la mayor concentración de Ca, mientras que el T1 y T2 son los de menos concentración.

Tabla 21.

Análisis de la varianza del contenido de magnesio en el tubérculo.

F.V	S.C	gl	CM	F	p-valor	Significancia
TRATAMIENTOS	2,2	2	1,1	1,00	0,4444	ns
BLOQUES	2,2	2	1,1	1,00	0,4444	ns
Error	4,4	4	1,1			
Total	8,9	8				
CV: 30%						

Nota: F.V.=Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios, C.V.= Coeficiente de Variación, ns= No existen diferencias significativas ($p>0,05$), *= Diferencia significativa ($p<0,05$); **= Diferencia altamente significativa ($p<0,01$).

Elaborado por: La autora

Según la tabla 21. En el análisis de varianza para el contenido de magnesio en el tubérculo se puede observar que según el coeficiente de variación 30 %, muestra que no hay una homogeneidad en los datos.

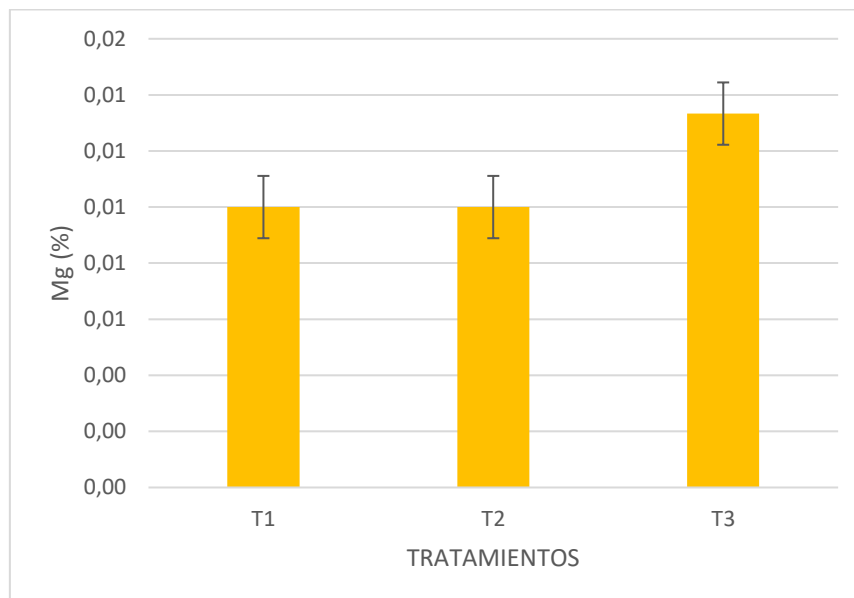


Figura 21. Promedios para la cantidad de magnesio en el tubérculo.

Elaborado por: La autora

Según la figura 21. Promedio para concentración de Mg en el tubérculo se observa que el mejor tratamiento corresponde al T3 por presentar la mayor concentración de Mg, mientras que el T1 y T2 son los de menos concentración.

Tabla 22.

Análisis de la varianza del contenido de azufre en el tubérculo.

F.V	S.C	gl	CM	F	p-valor	Significancia
TRATAMIENTOS	8,9	2	4,4	0,23	0,6944	ns
BLOQUES	1,6	2	7,8	0,40	0,8054	ns
Error	7,8	4	1,9			
Total	1,0	8				
CV: 12,18%						

Nota: F.V.=Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios, C.V.= Coeficiente de Variación ns= No existen diferencias significativas ($p>0,05$), *= Diferencia significativa ($p<0,05$); **= Diferencia altamente significativa ($p<0,01$).

Elaborado por: La autora

Según la tabla 22. En el análisis de varianza para el contenido de azufre en el tubérculo se puede observar que según el coeficiente de variación 12,18 %, muestra que hay una homogeneidad en los datos.

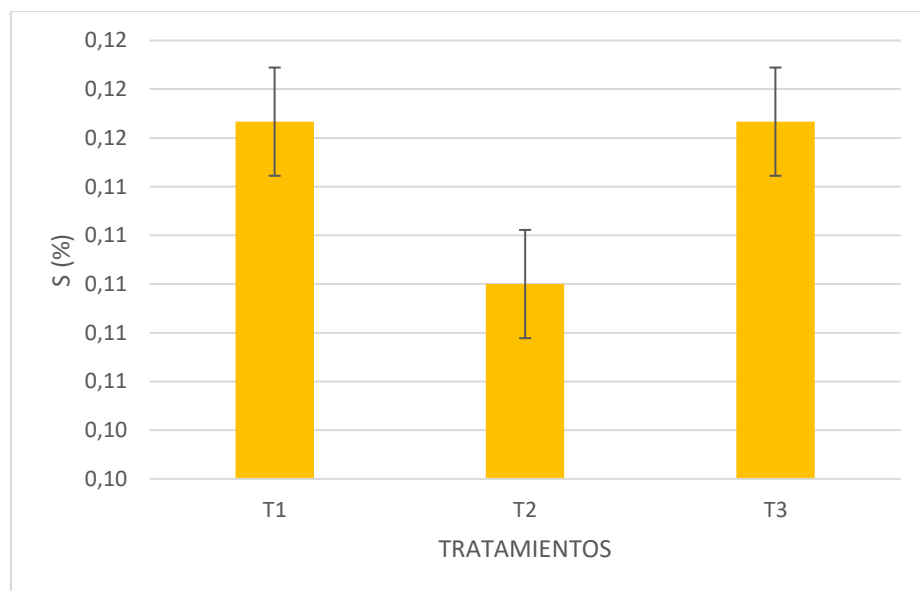


Figura 22. Promedios para la cantidad de azufre en el tubérculo.

Elaborado por: La autora

Según la figura 22. Promedio para concentración de S en el tubérculo se observa que los tratamientos T1 y T3 son los que presentan mayor concentración de S, y el T2 es el de menor concentración.

Tabla 23.

Análisis de la varianza del contenido de sodio en el tubérculo.

F.V	S.C	gl	CM	F	p-valor	Significancia
TRATAMIENTOS	2,2	2	1,1	1,00	0,4444	Ns
BLOQUES	2,2	2	1,1	1,00	0,4444	Ns
Error	4,4	4	1,1			
Total	8,9	8				
CV: 10,71%						

Nota: F.V.=Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios, C.V.= Coeficiente de Variación, ns= No existen diferencias significativas ($p>0,05$), *= Diferencia significativa ($p<0,05$); **= Diferencia altamente significativa ($p<0,01$).

Elaborado por: La autora

Según la tabla 23. En el análisis de varianza para el contenido de sodio en el tubérculo se puede observar que según el coeficiente de variación 10,71 %, muestra que hay una homogeneidad en los datos.

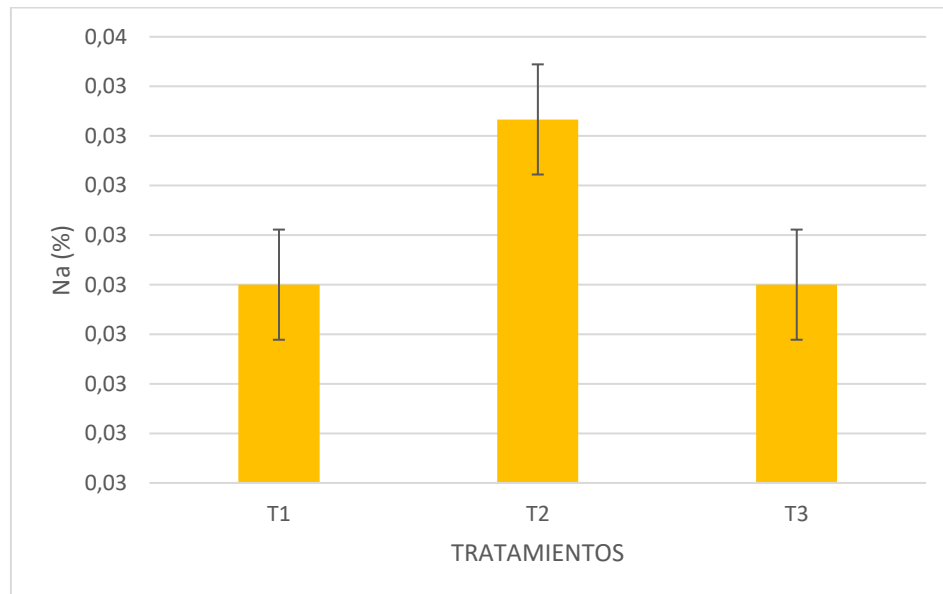


Figura 23. Promedios para la cantidad de sodio en el tubérculo.

Elaborado por: La autora

Según la figura 23. Promedio para concentración de Na en el tubérculo se observa que el tratamiento T2 es el que presenta mayor concentración de Na en el tubérculo, y los tratamientos T1 y T3 son los de menor concentración.

Tabla 24.

Análisis de la varianza del contenido de hierro en el tubérculo.

F.V	S.C	gl	CM	F	p-valor	Significancia
TRATAMIENTOS	2,2	2	1,1	1,12	0,2181	Ns
BLOQUES	4,4	2	2,2	2,28	0,4118	ns
Error	3,9	4	9,7			
Total	1,0	8				
CV:5,78%						

Nota: F.V.=Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios, C.V.= Coeficiente de Variación, ns= No existen diferencias significativas ($p>0,05$), *= Diferencia significativa ($p<0,05$); **= Diferencia altamente significativa ($p<0,01$).

Elaborado por: La autora

Según la tabla 24. En el análisis de varianza para el contenido de hierro en el tubérculo se puede observar que según el coeficiente de variación 5,78 %, muestra que hay una homogeneidad en los datos.

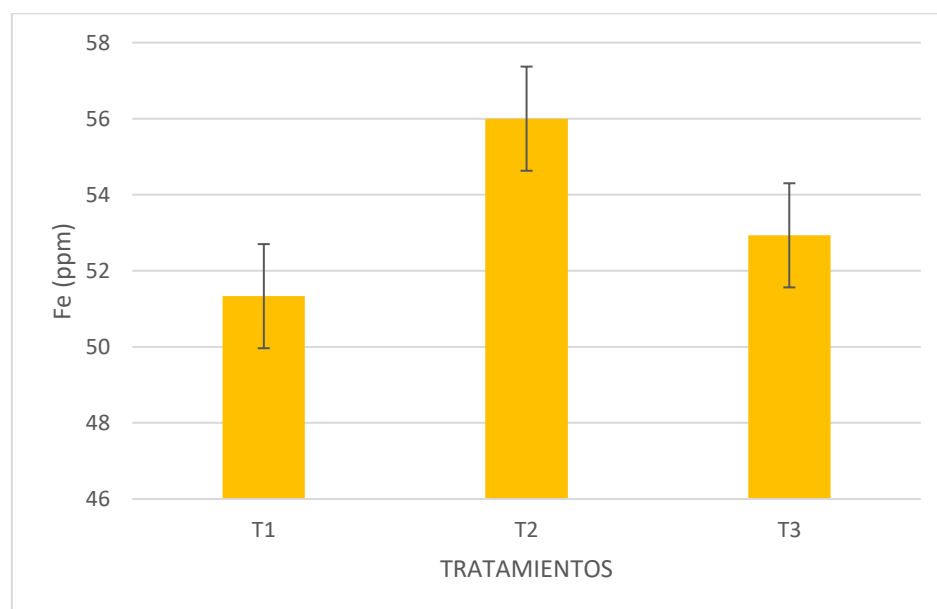


Figura 24. Promedios para la cantidad de hierro en el tubérculo.

Elaborado por: La autora

Según la figura 24. Promedio para concentración de Fe en el tubérculo se observa que el tratamiento T2 es el que presenta mayor concentración de Fe en el tubérculo, y el de menor concentración es el T1.

Tabla 25.

Análisis de la varianza del contenido de manganeso en el tubérculo.

F.V	S.C	gl	CM	F	p-valor	Significancia
TRATAMIENTOS	1,7	2	8,6	1,81	0,2754	ns
BLOQUES	3,6	2	1,8	3,83	0,1179	ns
Error	1,9	4	4,8			
Total	7,3	8				
CV: 7,05%						

Nota: F.V.=Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios, C.V.= Coeficiente de Variación, ns= No existen diferencias significativas ($p>0,05$), *= Diferencia significativa ($p<0,05$); **= Diferencia altamente significativa ($p<0,01$).

Elaborado por: La autora

Según la tabla 25. En el análisis de varianza para el contenido de manganeso en el tubérculo se puede observar que según el coeficiente de variación 7,05 %, muestra que hay una homogeneidad en los datos.

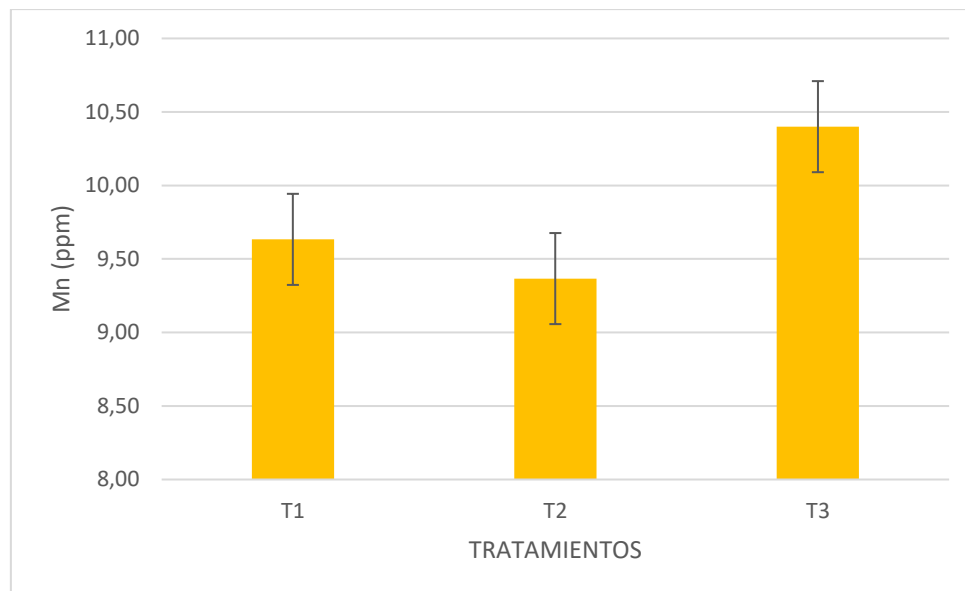


Figura 25. Promedios para la cantidad de manganeso en el tubérculo.

Elaborado por: La autora

Según la figura 25. Promedio para concentración de Fe en el tubérculo se observa que el tratamiento T3 es el que presenta mayor concentración de Fe en el tubérculo, y el de menor concentración es el T2.

Tabla 26.

Análisis de la varianza del contenido de cobre en el tubérculo.

F.V	S.C	gl	CM	F	p-valor	Significancia
TRATAMIENTOS	8,3	2	4,1	0,98	0,4504	ns
BLOQUES	1,7	2	8,6	2,05	0,2442	ns
Error	1,7	4	4,2			
Total	4,2	8				
CV: 9,89%						

Nota: F.V.=Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios, C.V.= Coeficiente de Variación, ns= No existen diferencias significativas ($p>0,05$), *= Diferencia significativa ($p<0,05$); **= Diferencia altamente significativa ($p<0,01$).

Elaborado por: La autora

Según la tabla 26. En el análisis de varianza para el contenido de cobre en el tubérculo se puede observar que según el coeficiente de variación 9,89 %, muestra que hay una homogeneidad en los datos.

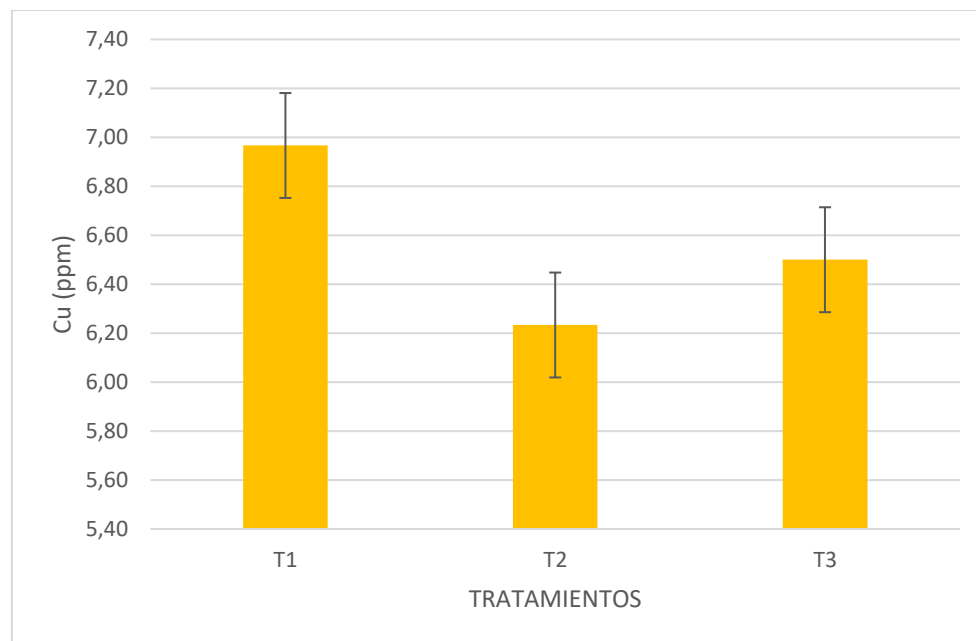


Figura 26. Promedios para la cantidad de cobre en el tubérculo.

Elaborado por: La autora

Según la figura 26. Promedio para concentración de Cu en el tubérculo se observa que el tratamiento T1 es el que presenta mayor concentración de Cu en el tubérculo, y el de menor concentración es el T2.

Tabla 27.

Análisis de la varianza del contenido de zinc en el tubérculo.

F.V	S.C	gl	CM	F	p-valor	Significancia
TRATAMIENTOS	4,5	2	2,3	6,22	0,0592	ns
BLOQUES	1,6	2	7,9	2,18	0,2292	ns
Error	1,5	4	3,6			
Total	7,5	8				
CV: 8,14%						

Nota: F.V.=Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios, C.V.= Coeficiente de Variación, ns= No existen diferencias significativas ($p>0,05$), *= Diferencia significativa ($p<0,05$); **= Diferencia altamente significativa ($p<0,01$).

Elaborado por: La autora

Según la tabla 27. En el análisis de varianza para el contenido de zinc en el tubérculo se puede observar que según el coeficiente de variación 8,14%, muestra que hay una homogeneidad en los datos.

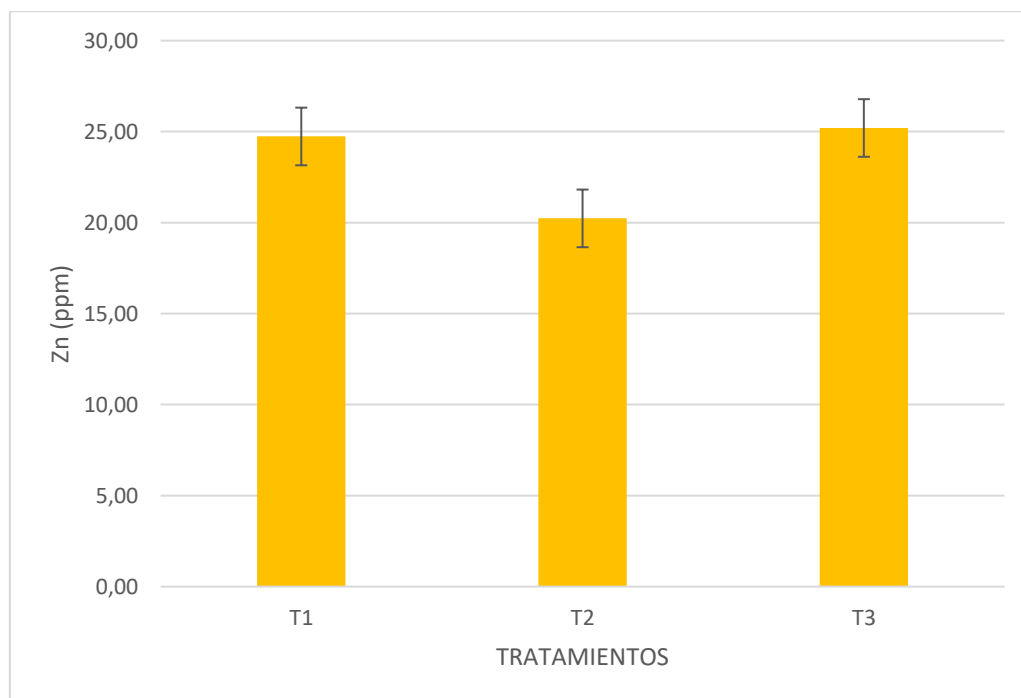


Figura 27. Promedios para la cantidad de zinc en el tubérculo.

Elaborado por: La autora

Según la figura 27. Promedio para concentración de Zn en el tubérculo se observa que el tratamiento T3 es el que presenta mayor concentración de Zn en el tubérculo, y el de menor concentración es el T2.

Tabla 28.

Análisis de la varianza del contenido de boro en el tubérculo.

F.V	S.C	gl	CM	F	p-valor	Significancia
TRATAMIENTOS	8,1	2	4,0	13,54	0,0166	**
BLOQUES	6,8	2	3,4	1,13	0,4072	ns
Error	1,2	4	3,0			
Total	9,9	8				
CV: 2,45%						

Nota: F.V.=Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios, C.V.= Coeficiente de Variación, ns= No existen diferencias significativas ($p>0,05$), *= Diferencia significativa ($p<0,05$); **= Diferencia altamente significativa ($p<0,01$).

Elaborado por: La autora

Según la tabla 28. En el análisis de varianza para el contenido de boro en el tubérculo se puede observar que según el coeficiente de variación 2,45%, muestra que hay una homogeneidad en los datos.

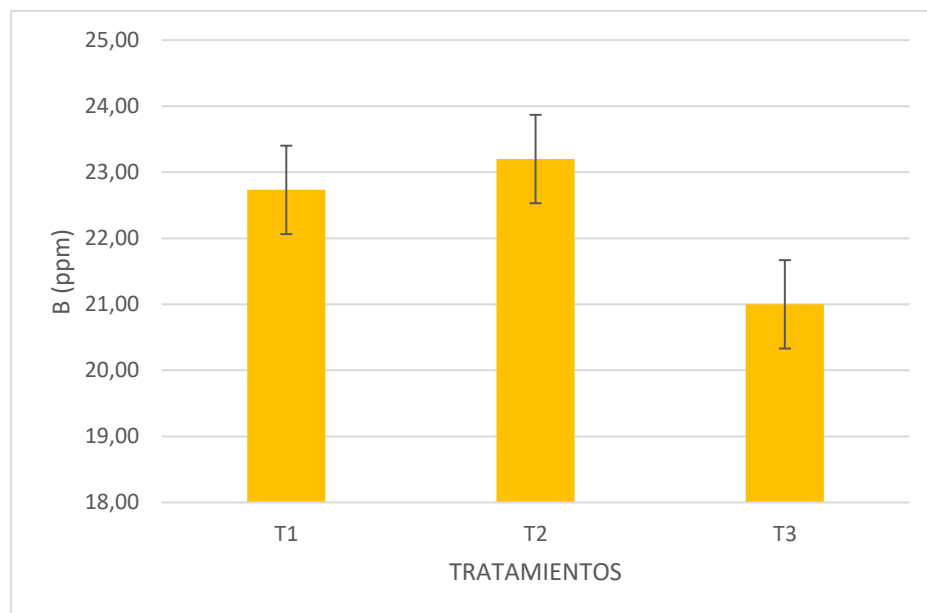


Figura 28. Promedios para la cantidad de boro en el tubérculo.

Elaborado por: La autora

Según la figura 28. Promedio para concentración de B en el tubérculo se observa que el tratamiento T2 es el que presenta mayor concentración de B en el tubérculo, y el de menor concentración es el T3.

En lo que respecta al contenido de nutrientes en el tubérculo, se determinó que el T3, (6×10^{18} ufc /m), mostro un incremento del 0,02%, con respecto a los demás tratamientos.

Para el fósforo, que fue el elemento de interés en el estudio, cabe destacar que la acción de las micorrizas ha potenciado el contenido de materia orgánica, el cual influyo en el número de tubérculos/ planta, (Ortíz, Quispe, Rojas y Sánchez 2012). Además, para Polón y Ruiz (2021), determina que en lo que respecta al uso de micorrizas, estos incrementan el número de tubérculos por planta; mismos resultados que obtuvieron, quienes identificaron diferencias significativas para las micorrizas al igual que el incremento en el número de tubérculos por planta se vio con la inoculación de las micorrizas.

La utilización de *Glomus iranicum var. tenuihypharum* dio, un efecto positivo en algunas propiedades evaluadas lo cual afirma que los hongos promotores incrementan el vigor de la planta, en el cual logro mayor asimilación de magnesio, calcio y manganeso, además que incrementó la disponibilidad de fósforo del suelo o ha sido capaz de alterar la permeabilidad de las células haciendo más fácil la absorción de iones, constituyéndose como una opción de coinoculación para minimizar precios en la aplicación de fósforo y minimizar el efecto al ambiente (Blandón y Harcía 2017).

5.6. Análisis de varianza de la papa primera o gruesa.

En el análisis de varianza de la papa gruesa se obtuvo un valor p de 0,1202, que expreso que no hay diferencia significativa entre los tratamientos, por tanto, no se rechaza la hipótesis nula, como se indica en la tabla 29. Además, en el análisis de varianza según la prueba Tukey con una significancia del 5% se identificó que los mejores valores entre las medias obtenidas fue el T3 con 23,73 kg/parcela, así mismo, la dispersión de los datos no fue elevado y obtuvieron mayor estabilidad. En cuanto al rendimiento por hectárea se observó (figura 29),

que el T1(6 X 10⁶ ufc /m) nos da un valor de 20tm/ha, lo cual según el Sistema de Información Pública Agropecuaria ,(2020) la producción de papa en el país llego a 16,32tm/ha lo cual comparando con nuestro resultado nos dice que tuvimos un rendimiento alto.

Tabla 29.

Análisis de varianza del rendimiento (papa primera o gruesa).

F.V	S.C	gl	CM	F	p-valor	Significancia
TRATAMIENTOS	195,42	2	97,71	1,93	0,1202	ns
BLOQUES	417,62	2	235,81	4,66	0,2891	ns
Error	151,84	3	50,61			
Total	818,88	7				
CV: 33,9%						

Nota: F.V.=Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios, C.V.= Coeficiente de Variación, ns= No existen diferencias significativas (p>0,05), *= Diferencia significativa (p<0,05); **= Diferencia altamente significativa (p<0,01).

Elaborado por: La autora

Según la tabla 29. En el análisis de varianza para el rendimiento de papa primera o gruesa, se puede observar que por su coeficiente de variación 33,9%, muestra que no hay una homogeneidad en los datos.

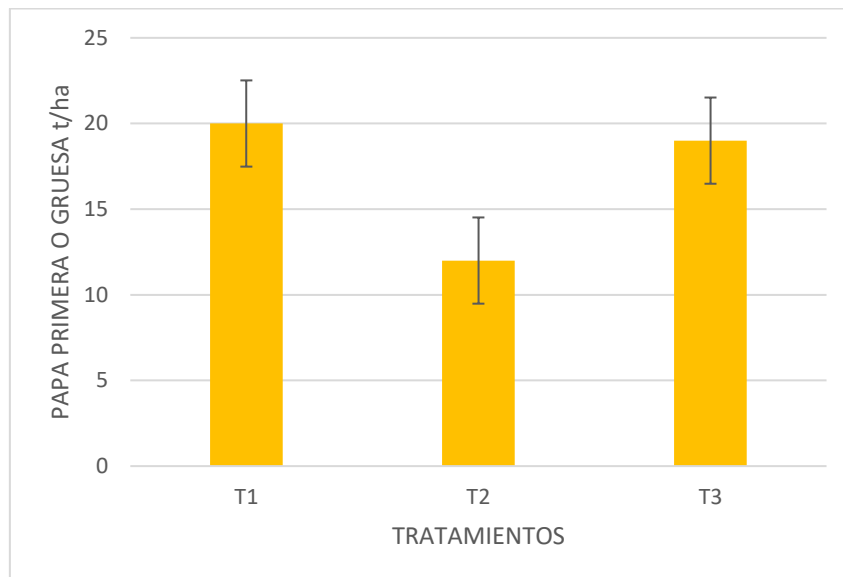


Figura 29. Promedio para el rendimiento de papa primera o gruesa.

Elaborado por: La autora

Según la figura 29. Promedio para el rendimiento de papa primera o gruesa se puede observar que con el T1 se obtuvo mayor cantidad de papa primera, y con el T2 se obtuvo un rendimiento muy bajo.

5.7. Análisis del rendimiento de la papa segunda o delgada.

En el análisis de varianza de la papa delgada se obtuvo un valor p de 0,0041 que expresa que si existió un grado de diferencia significativa entre los tratamientos, por tanto, se rechazó la hipótesis nula. Además, en el análisis de varianza según la prueba Tukey con una significancia del 5% se identificó que el rendimiento más alto se obtuvo en el T1 (6×10^6 ufc /m) y T2 (6×10^{12} ufc /m), los cuales tienen una gran diferencia del 20% con él, T3 (6×10^{18} ufc /m), así mismo, la dispersión de los datos no fue alta y obtuvieron mayor estabilidad, como se ilustran en la figura 30.

Tabla 30.

Análisis de varianza del rendimiento de la papa segunda o delgada.

F.V	S.C	gl	CM	F	p-valor	Significancia
TRATAMIENTOS	108,06	2	54,03	56,8	0,0041	**
BLOQUES	78,99	2	39,49	41,5	0,0065	**
Error	2,85	3	0,95			
Total	189,90	7				
CV: 25,6%						

Nota: F.V.=Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios, C.V.= Coeficiente de Variación, ns= No existen diferencias significativas ($p > 0,05$), *= Diferencia significativa ($p < 0,05$); **= Diferencia altamente significativa ($p < 0,01$).

Elaborado por: La autora.

Según la tabla 30. En el análisis de varianza para el rendimiento de papa segunda o delgada, se puede observar que por su coeficiente de variación 25,6%, muestra que no hay una homogeneidad en los datos.

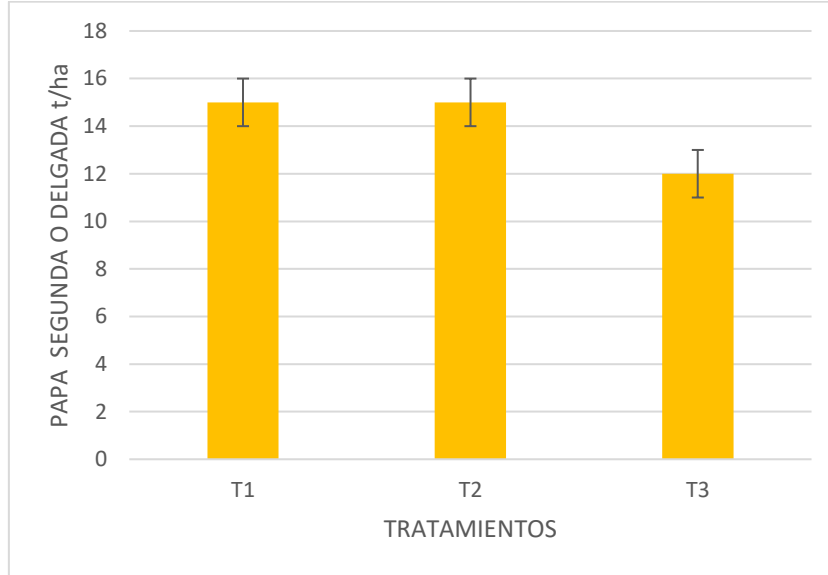


Figura 30. Promedio para el rendimiento de papa segunda o delgada.

Elaborado por: La autora

Según la figura 30. Promedio para el rendimiento de papa segunda o delgada se puede observar que con el T1y T2 obtuvieron igual cantidad en cuanto al rendimiento de papa segunda o delgada y el T3 obtuvo un valor muy bajo.

5.8. Análisis del rendimiento de la papa tercera o pareja

En el análisis de varianza de la papa pareja se obtuvo un valor p de 0,2017 que expreso que no existió un grado de diferencia significativa entre los tratamientos por tanto no se rechazó la hipótesis nula. Además, en el análisis de varianza según la prueba Tukey con una significancia del 5% identificó que el rendimiento más alto se obtuvo con él, T1(6 X 10⁶ufc /m) con un valor de 13Tm/ha, en comparación con los otros tratamientos tiene una diferencia de casi un 40 %, así mismo, la dispersión de los datos no fue alto y obtuvieron mayor estabilidad.

Además, al comparar estos resultados con los obtenidos en la investigación de Torres (2019), se identificó que al analizar un cultivo de papa pareja la significancia estadística no se presenta debido a que las micorrizas no actúan de forma diferente debido a que la asimilación de nutrientes del suelo es normal.

Según los datos más altos en cuanto al rendimiento por hectárea se estima que la producción total del cultivo, de papa gruesa, delgada y pareja llega a un valor de 16Tm/ha, según el Sistema de Información Pública Agropecuaria, (2020) en la provincia de Imbabura el valor promedio de rendimiento llego a 13,10Tm/ha siendo este un valor muy bajo en cuanto al valor que nosotros obtuvimos siendo un 18,5% más alto que el rendimiento en la provincia.

Tabla 31.

Análisis de varianza del rendimiento de la papa tercera o pareja.

F.V	S.C	gl	CM	F	p-valor	Significancia
TRATAMIENTOS	68,11	2	34,06	2,86	0,2017	ns
BLOQUES	38,11	2	19,05	1,60	0,3364	ns
Error	35,70	3	11,90			
Total	141,92	7				
CV: 25,6%						

Nota: F.V.=Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios, C.V.= Coeficiente de Variación, ns= No existen diferencias significativas ($p>0,05$), *= Diferencia significativa ($p<0,05$); **= Diferencia altamente significativa ($p<0,01$).

Elaborado por: La autora

Según la tabla 31. En el análisis de varianza para el rendimiento de papa tercera o pareja, se puede observar que por su coeficiente de variación 25,6%, muestra que no hay una homogeneidad en los datos.

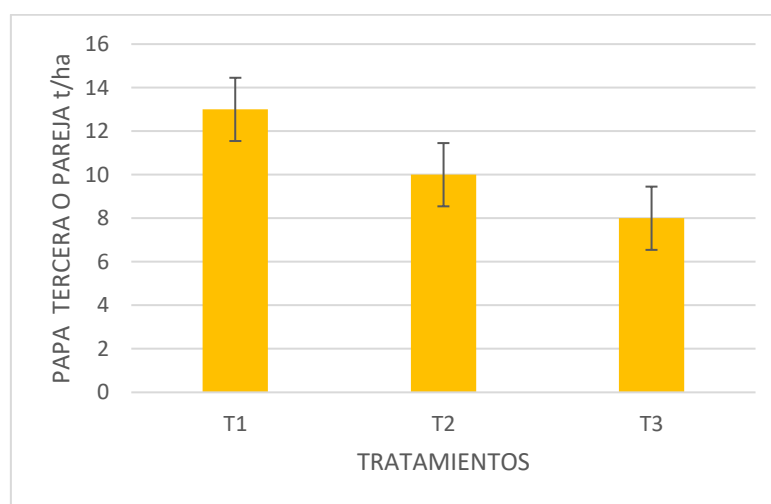


Figura 31. Promedio para el rendimiento de papa tercera o pareja.

Elaborado por: La autora

Según la figura 31. Promedio para el rendimiento de papa tercera o pareja se puede observar que el T1 obtuvo mayor cantidad en cuanto al rendimiento de papa tercera o pareja y el T3 obtuvo un valor muy bajo.

La efectividad de las micorrizas de *Glomus intraradices*, sobre todo en las características evaluadas durante la investigación; esto indicaría que el uso de la cepa micotica ha tenido un comportamiento favorable con las micorrizas, ya que afectaron significativamente algunas de las variables en estudio. Al respecto, Punina (2013), afirmó que tres rizobacterias de los géneros Actinomycetes y Azotobacter aumentaron los rendimientos de tubérculos de manera significativa, comparables con los rendimientos de diversas variedades de papa con fertilización inorgánica. Al final se observaron las interacciones positivas para la planta en relación a la coinoculación de *Glomus intraradices*, lo que coincide con la investigación de Torres (2019), donde se observó una mejora al solubilizar calcio junto con las micorrizas.

5.9. Socialización

La socialización se pudo realizar vía online con 16 participantes, estudiantes de la carrera de agropecuaria, cursantes de 5to nivel a los cuales se les desarrollo una encuesta sobre lo importante del proyecto de investigación, de la cual se obtuvo resultados favorables sobre la relevancia que tiene el proyecto de investigación.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

- Se identificó a través del análisis foliar, que el uso de dosis de micorrizas en los tres tratamientos, contribuyó, a nivel de suelo, a la movilización y asimilación de los nutrientes por parte de la planta, tal es el caso del tratamiento T3 (6×10^{18} ufc /m), el cual reporto porcentajes de 5,8; 0,5 y 2,8 de N, P y K, respectivamente, mientras que el testigo llega a obtener porcentajes de 5; 0,35 y 5 de N, P y K respectivamente. Además, se obtuvo mayor cantidad de hierro en el T2 (6×10^{12} ufc /m), tuvo un valor de 158,7 ppm, el valor máximo que puede llegar en condiciones normales es de 150 ppm.
- En el análisis de tubérculo, se identificó que para el tratamiento T2 (6×10^{12} ufc /m), el hierro obtuvo un valor 56ppm, los valores de N, P y K fueron ligeramente superiores en el tratamiento T3 (6×10^{18} ufc /m) con valores de 2,10; 0,32 y 2,64% respectivamente, a diferencia del testigo, el cual puede tener valores 2,6; 0,44; 2,4 esto se debe a la eficiencia del hongo utilizado, tuvo un grado de respuesta adecuado ya que muchas veces por el tipo de cultivo no se asocia de la mejor manera, sin embargo, para este estudio, los datos obtenidos muestran una buena asociación con las micorrizas arbusculares.
- En lo que se refiere a rendimiento, el T1 (6×10^6 ufc /m) fue el mejor al obtener papa gruesa (primer), con un valor promedio de 20 Tm/Ha, mientras que en el caso de la papa delgada (segunda) el de mayor productividad fue el T1(6×10^6 ufc /m), con un valor promedio de 15 Tm/Ha, y en el caso de la papa pareja (tercera) el T1 (6×10^6 ufc /m), fue aquel que obtuvo el mejor valor promedio de 13 Tm/Ha, en esta variable se obtuvo diferencias significativas en el rendimiento de papa delgada (segunda), por lo cual podemos decir que el producto micorrícico ayudo en el aumento de producción de papa delgada que también es utilizada para la industria.
- Uno de los minerales de interés que se analizó fue el fósforo, debido a que las micorrizas contribuyen de manera especial a la asimilación de este nutriente por la planta, sin embargo, no se encontró diferencias significativas debido a las altas precipitaciones que se presentaron desde el establecimiento hasta la cosecha del cultivo, determinando una lixiviación de nutrientes en el suelo.

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES

- Ante los resultados obtenidos en la presente investigación, es importante contar con los datos de INAMHI, en base a precipitaciones, para poder establecer la siembra de cultivos, a fin de no tener lixiviación de nutrientes al momento de la siembra, para evitar que el ensayo no se encuentre supeditado en este aspecto.
- Evaluar otros productos micorrícicos, para contar con opciones viables que contribuyan a lograr mejores resultados, así como en el uso óptimo de fertilizantes y por ende la reducción de costos de producción.
- Los microorganismos entomopatógenos, pueden ser una alternativa para el manejo de cultivos, ya que ayudan a aumentar la producción y mejorar la calidad del producto, lo más importante es tomar en cuenta los productos que más influyen en el país para así salvaguardar la seguridad alimentaria.
- Una de las opciones para poder conseguir una asimilación óptima de nutrientes en el cultivo, es el uso de nuevos mecanismos y productos, los cuales colocamos directamente al suelo, y lo podemos manejar en las condiciones adecuadas si realizamos el cultivo bajo invernadero para poder controlar los cambios climáticos.

CAPÍTULO VIII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, L., Olalde, V., Arriaga, R, y Contreras, R. (2009). *Micorrizas arbusculares*. *Revista Ciencias Ergo Sum*.14(3), pp. 300-306. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/104/10414307.pdf>
- ALAP. (2010). *Memoria del XXIV Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa - ALAP 2010 y I Simposium Internacional de Recursos Genéticos de la Papa* (Primera ed.). Cusco: Asociación Latinoamericana de la Papa. Recuperado el 14 de Noviembre de 2021, de http://www.papaslatinas.org/wp-content/uploads/2017/09/alap2010_Memorias-XXIV-Congreso-ALAP-2010.pdf
- Arcos, J. (2017). *Rozobacter promotoras de crecimiento de plantas mejorar la productividad en papa*. Lima: Universidad Nacional Agraria. Recuperado el 11 de Noviembre de 2021, de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3078/P34-A73-T.pdf?sequence=1>
- Barrer, S. (Mayo de 2009). *El uso de hongos micorrizicos arbusculares*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v7n1/v7n1a14.pdf>
- Blandón, M., & Harcía, M. (2017). *Micorrizas y rhizobium: opciones agroecológicas para la nutrición de frijol (Phaseolus vulgaris L)*. Managua: Universidad Nacional Agraria. Recuperado el 11 de Noviembre de 2021, de <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf61b642.pdf>
- Castillo, C., Huenchuleo, M., Michaud, A., & Solano, J. (2016). Micorrización en un cultivo de papa adicionado del biofertilizante Twin-N establecido en un Andisol de la Región de La Araucanía. *Arica*, 34(1), 39-45. Recuperado el 13 de Noviembre de 2021
- Contreras, S. (2021). Mejora Genética de la Papa (*Solanum tuberosum* L.). *ResearchGate*. Recuperado el 14 de Noviembre de 2021, de https://www.researchgate.net/publication/351669809_La_papa_en_el_Peru
- Dominguez, M. (2014). *Factores que intervienen en la calidad del riego durante el cultivo de minitubérculos de papa*. Obtenido de <https://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/423>

- Egúsqüiza, R. (2013). *Manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de papa*. Obtenido de <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/032-d-papa.pdf>
- Franco , W., Peñafiel , M., Cerón, C., & Freire, E. (2016). *Biodiversidad productiva y asociada en el Valle Interandino Norte del Ecuador*. Bioagro.
- Fries , A., & Tapia , M. (2007). *Guia de campo de los cultivos andinos* . Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/55761746/Guia_de_campo_de_los_cultivos_andinos-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1642040421&Signature=Frxf5d5XsmQHIASTcU6Vuas4tvH~Bci0Ari6CQ7aPVyHS9oFcwzDz9NeNxuauNB-kxJjR2I5MJAYqeiYssc6~ltM7fK6OhjsIO19HKu7oEwr bmpxHBUK69
- Garzón, L. (Junio de 2016). *Importancia de las micorrizas arbusculares (ma) para uso sostenible del suelo* . Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n42/n42a14.pdf>
- Henry, J., & Roberts, T. (2000). *El muestreo de suelos* . Obtenido de El muestreo de suelos : [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/97F3E059E43811A0852579A300790776/\\$FILE/EI%20muestreo%20de%20suelos.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/97F3E059E43811A0852579A300790776/$FILE/EI%20muestreo%20de%20suelos.pdf)
- Hidalgo, J. (2017). *La situación actual de la sustitución de insumos agroquímicos por productos biológicos como estrategia en la producción agrícola: el sector florícola ecuatoriano*. Obtenido de La situación actual de la sustitución de insumos agroquímicos por productos biológicos como estrategia en la producción agrícola: el sector florícola ecuatoriano: <http://hdl.handle.net/10644/6095>
- Hidalgo, L. (2017). *La situación actual de la sustitución de insumos agroquímicos por productos biológicos como estrategia en la producción agrícola: el sector florícola ecuatoriano*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10644/6095>
- Luna , J., Zapana , J., Cutipo , A., & Florina, N. (2020). *Efecto de la micorriza (Glomus Intrarradices), en el rendimiento de dos variedades de papa (Solanum tuberosum L.) en el Altiplano de Puno - Perú*. Obtenido de Efecto de la micorriza (Glomus Intrarradices), en el rendimiento de dos variedades de papa (Solanum tuberosum L.) en el Altiplano de Puno - Perú.: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2313-29572020000100058&script=sci_arttext

- Mompies, & Martin. (2012). *Comportamiento del crecimiento y rendimiento de la variedad de papa*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362012000400007
- Monteros , C., Cuesta, X., Jimenez, J., & Lopez , G. (2005). *Las papas nativas en el ecuador*. Obtenido de https://nfxms1019hx1xmtstxk3k9sko-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/Documentacion%20PDF/papas_nativas_ecuador.pdf
- Ortíz, O., Quispe, G., Rojas, M., & Sánchez, J. (2012). *Desarrollo de bioinsumos para la producción sostenible de hortalizas con pequeños agricultores para una soberanía alimentaria en los Andes*. FONTAGRO. Recuperado el 11 de Noviembre de 2021, de https://www.fontagro.org/new/uploads/adjuntos/10914_Informe_tecnico_final.pdf
- Polón, R., & Ruiz, M. (2021). La simbiosis micorrizica arbuscular en plantas de arroz (*Oryza sativa* L.) sometidas a estrés hídrico. Parte I. Mejora la respuesta fisiológica. *Cultivos Tropicales*, 33(4), 47-52. Recuperado el 11 de Noviembre de 2021, de <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v33n4/ctr06412.pdf>
- Pumisacho, & Velasquez. (2009). *Manual del cultivo de papa para pequeños productores*. Obtenido de Manual del cultivo de papa para pequeños productores: <http://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/handle/41000/840>
- Punina, E. (2013). *Evaluación agronómica del cultivo de papa C.V fripap a la aplicación de tres abonos completos*. Ambato: Universidad Tecnica de Ambato. Recuperado el 11 de Noviembre de 2021, de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6532/1/Tesis-69%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%202010.pdf>
- Rodriguez, E. (2009). *Teorias sobre la clasificación taxonomica de las papas*. Obtenido de Teorias sobre la clasificación taxonomica de las papas: <http://www.scielo.org.co/img/revistas/agc/v27n3/v27n3a03.pdf>
- SIPA. (2020). *Sistema de Información Pública Agropecuaria*. Obtenido de Sistema de Información Pública Agropecuaria: http://sipa.agricultura.gob.ec/descargas/estudios/rendimientos/resultados_rendimientos_2020.pdf
- Torres, H. (2017). *Manual de las enfermedades mas importantes de la papa en el Perú*. Lima: Centro Internacional de la Papa. Recuperado el 11 de Noviembre de 2021, de <https://cipotato.org/wp-content/uploads/2002/05/002485-1.pdf>

- Torres, H. (2019). *Efecto de Glomus intraradices (micorrizas) sobre el comportamiento agronómico de Solanum tuberosum "papa" en invernadero*. Huacho: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Recuperado el 13 de Noviembre de 2021, de <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/3084/TORRES%20VITE%20BRYAN%20HERSON%20ALEXANDER.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vignola, R., William , W., Armando , V., & Mariela, M. (Enero de 2017). *Eventos climáticos en el cultivo de papa*. Obtenido de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/reduccion-impacto-por-eventos-climaticos/Informe-final-papa.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Datos climáticos

Semana	Temp Max (°C)	Temp Min (°C)	Temp Prom (°C)	Precipitación total (mm)
1	17,71	8,14	12,9	3,60
2	11,86	4,14	8,0	23,13
3	17,43	9,00	13,2	7,80
4	18,57	7,14	12,9	6,66
5	17,43	6,14	11,8	18,71
6	17,57	6,00	11,8	14,90
7	18,00	6,29	12,1	16,69
8	19,57	7,14	13,4	6,19
9	18,43	5,86	12,1	14,86
10	16,71	5,86	11,3	24,89
11	19,71	6,43	13,1	3,34
12	19,00	7,29	13,1	3,89
13	18,29	5,43	11,9	12,77
14	19,14	6,14	12,6	9,40
15	19,29	4,57	11,9	8,27
16	18,71	4,71	11,7	4,59
17	18,14	5,00	11,6	5,84
18	16,00	5,14	10,6	1,80
19	17,29	5,00	11,1	1,73
20	17,00	4,86	10,9	2,51
21	16,29	3,86	10,1	1,43
22	16,14	4,14	10,1	1,21
23	16,14	4,43	10,3	0,87
24	17,86	3,86	10,9	0,36
25	17,14	3,71	10,4	0,47

Anexo 2. Rendimiento del cultivo

GRUESA	Tm/ha	DELGADA	Tm/ha	PAREJA	Tm/ha
T0	14	T0	14	T0	9
T1	20	T1	15	T1	13
T2	12	T2	15	T2	10
T3	19	T3	12	T3	8

Anexo 3. Resultados análisis bromatológico foliar

Bloque	Nro. Parcela	Tratamiento (kg)	%							mg kg-1					
			N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Fe	Mn	Cu	Zn	B	
1	102	3	2,1	0,3	2,8	0,1	0,01	0,11	0,03	53,2	9,7	7,8	26,6	22	
1	103	6	1,8	0,31	2,34	0,11	0,01	0,12	0,03	50	9,4	6,6	18,9	23	
1	104	9	2,3	0,34	2,56	0,11	0,02	0,1	0,03	51,8	11,7	7,1	23,2	21	
2	202	3	1,7	0,28	2,72	0,1	0,01	0,11	0,03	50,4	10,6	6	25,4	23,6	
2	203	6	1,8	0,31	2,4	0,1	0,01	0,11	0,04	60,2	9,9	6,7	21,8	23	
2	204	9	2,2	0,34	2,8	0,11	0,01	0,12	0,03	56,4	10,2	6,5	28,4	21,4	
3	302	3	1,7	0,33	2,68	0,09	0,01	0,13	0,03	50,4	8,6	7,1	22,2	22,6	
3	303	6	1,9	0,27	2	0,08	0,01	0,1	0,03	57,8	8,8	5,4	20	23,6	
3	304	9	1,9	0,29	2,56	0,09	0,01	0,13	0,03	50,6	9,3	5,9	24	20,6	

Anexo 4. Resultados análisis de asimilación de nutrientes por parte del tubérculo

Bloque	Nro. Parcela	Tratamiento (kg)	%							mg kg-1					
			N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Fe	Mn	Cu	Zn	B	
1	102	3	6,03	0,54	2,77	0,56	1,37	0,30	0,02	141	79,20	14,40	48,40	44,00	
1	103	6	5,64	0,55	2,93	0,56	1,29	0,29	0,12	155	156	21,80	53,80	61,40	
1	104	9	5,46	0,54	2,69	0,60	1,10	0,27	0,06	139	95	20,20	59,80	45,60	
2	202	3	5,78	0,59	2,59	0,72	1,67	0,27	0,07	129	112	17,00	40,80	42,00	
2	203	6	5,56	0,43	2,51	0,75	1,72	0,27	0,06	126	76,0	16,30	42,20	48,40	
2	204	9	6,28	0,58	2,85	0,69	1,94	0,29	0,02	143	75,80	13,80	49,20	36,40	
3	302	3	6,31	0,46	2,57	0,74	1,99	0,25	0,02	96,60	63,20	11,60	42,00	38,00	
3	303	6	6,06	0,41	2,74	0,73	2,00	0,28	0,03	195	71,60	13,20	45,40	38,80	
3	304	9	5,59	0,43	2,83	0,81	2,02	0,27	0,02	192	52,80	11,00	39,80	35,60	

Anexo 5. Análisis de presencia del hongo en producto micorrícico.



Certificado de Composición

Producto: **MycoUp**

Lote: **1098/51-02/0318**

Metodología:

El lote **1098/51-02/0318**, almacenado en las condiciones adecuadas indicadas en etiqueta, ha sido analizado para determinar el número de propágulos micorrícicos infectivos según el método analítico desarrollado por W. M. Porter: The "most probable number" method in order to enumerate the infective propagule of the vesicular arbuscular mycorrhizal fungi in the soil. Australian Soil Research Magazine, volume, 17, no. 3, 1979.

Fecha de análisis: **29 de Enero de 2020**

Datos de Composición

Lote No.	Mes/Año	Concentración mínima de propágulos de <i>Glomus iranicum</i> var. <i>tenuihypharum</i>
1098/51-02/0318	01/2020	120 propágulos/g equivalente a 1,2 x 10 ⁴ NMP/100 g

Resultado

La concentración mínima de propágulos de *Glomus iranicum* var. *tenuihypharum* del lote **1098/51-02/0318**, almacenado en las condiciones adecuadas indicadas en etiqueta, es 120 propágulos/gramo, equivalente a 1,2 x 10⁴ NMP/100 g de producto.




Dra. Ana Vila Martínez
Quality Control Lab
SYMBORG, SLU.



Dr. Jesús Martínez Ruiz
Chief Technology Officer
SYMBORG, SLU



Anexo 6. Análisis inicial del suelo.



agrAR PROJEKT
Consultancy & Laboratory Services

Agrarprojekt S.A.
Urb. El Condado, Calle V 4941 y Av. A, Quito
Tel: 02-2460575/02-2492148/0984-034148 agrarprojekt@cablenetmodem.com.ec info@agrarprojekt.com
www.agrarprojekt.com

INFORME: ANÁLISIS DE SUELO

Pág 1/2

Código Agrarprojekt:	JLP-03-02-20	Informe de Ensayo N°	114
Fecha de recepción:	03-02-20	Fecha de informe:	14-02-20

DATOS DEL CLIENTE	
Cliente:	Paulina Alejandra Luna
Solicitado por:	Paulina Alejandra Luna
Ubicación:	Ibarra

PROCESO DE ANÁLISIS	
Método utilizado para la preparación de la muestra y elaboración de extractos: Secado → Tamizar para excluir partículas mayores y desmenuzar terrones → Mezcla homogénea pH: en H ₂ O y KCl, Método Volumen 1:2 C.E. – Método Volumen 1:2 (extracto en H ₂ O)	
NH ₄ , K, Ca y Mg: Extracción con NaCl 0.05 M	
Fe, Mn, Zn y Cu: Extracción con DTPA	
P: Extracción con NaHCO ₃ 0,5 M (Método Olsen)	
NO ₃ , SO ₄ , Na, Cl y B: Extracto Agua	

MÉTODOS DE REFERENCIA UTILIZADOS	
PARÁMETROS	MÉTODO
pH	EPA 9045 D
Conductividad (C.E.)	SM 2510 B
Nitrato (NO ₃)	ISO 7890-1
Amonio (NH ₄)	SM 4500-NH ₄ D
Fosfato (PO ₄)	SM 4500-P C
Potasio (K)	SM 3500-K B
Magnesio (Mg)	EPA 7000 B
Calcio (Ca)	EPA 7000 B
Sulfato (SO ₄)	SM 4500-SO ₄ E
Sodio (Na)	SM 3500-Na B
Cloruro (Cl ⁻)	SM 4500-Cl G
Hierro (Fe)	EPA 7000 B
Manganeso (Mn)	EPA 7000 B
Cobre (Cu)	EPA 7000 B
Zinc (Zn)	EPA 7000 B
Boro (B)	EPA 7000 B
Molibdeno (Mo)	EPA 7010
Silicio (Si)	EPA 7010
Aluminio (Al)	EPA 7010
Bicarbonato (HCO ₃)	SM 2320 B
Materia Orgánica	ADAC 967.05 / DIN 19684-3

Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	EPA 9081
% Saturación de Bases	EPA 9081
Fración de Partículas	ISO 11277

Agrarprojekt S.A.

Urb. El Condado, Calle V #941 y Av. A, Quito

Tel: 02-2492575/02-2492148/0984-038148 agrarprojekt@cablenetmodem.com.ec info@agrarprojekt.com www.agrarprojekt.com

RESULTADOS

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA	
Tipo de Muestra:	Suelo
Cultivo:	Papa
Número de Muestra:	# 1
Identificación de la Muestra:	Lote Papa

Contenido de macro- y microelementos en mg / kg de suelo seco

	Análisis	Unidades	*Método de Extracción	*Niveles Óptimos para Papas - Cultivo Intensivo	Resultado
Características del Suelo	Mat. Orgánica	%	-	2 - 6	3.8
	Textura	-	-	"arena limosa" hasta "lima arenoso-arcilloso"	lima arenoso
	Conductividad (CE)	mS/cm	Vol. 1:2	0.3 - 0.6	0.2
	pH (en H ₂ O)	-	Vol 1:2	-	6.7
	pH (en KCl)	-	Vol 1:2	5.6 - 6.2	5.5
	Macroelementos	Nitrato (NO ₃ -N)	mg/kg	Extracción Agua	-
Amonio (NH ₄ -N)		mg/kg	NaCl 0.05 M	-	3.3
(NO ₃ +NH ₄)-N		mg/kg	-	30 - 50	7.8
Fósforo (P)		mg/kg	NH ₄ CO ₃ 0.5M	30 - 60	22.6
Potasio (K)		mg/kg	NaCl 0.05 M	200 - 340	101
Magnesio (Mg)		mg/kg	NaCl 0.05 M	75 - 180	98.0
Calcio (Ca)		mg/kg	NaCl 0.05 M	600 - 1800	258
Azúfre (SO ₄ -S)		mg/kg	Extracción Agua	10 - 15	5.9
Microelementos	Hierro (Fe)	mg/kg	DTPA/CaCl ₂	20 - 50	103
	Manganeso (Mn)	mg/kg	DTPA/CaCl ₂	6 - 30	19.3
	Cobre (Cu)	mg/kg	DTPA/CaCl ₂	1.0 - 4.0	3.6
	Zinc (Zn)	mg/kg	DTPA/CaCl ₂	1.2 - 6.0	3.0
	Boro (B)	mg/kg	Extracción Agua	0.15 - 0.60	0.30
	Sodio (Na)	mg/kg	Extracción Agua	< 140	4.2

Microelementos	Manganeso (Mn)	mg/kg	DTPA/CaCl ₂	0 - 30	19.3
	Cobre (Cu)	mg/kg	DTPA/CaCl ₂	1.0 - 4.0	3.6
	Zinc (Zn)	mg/kg	DTPA/CaCl ₂	1.2 - 6.0	3.0
	Boro (B)	mg/kg	Extracto Agua	0.15 - 0.60	0.30
Fertilizantes	Sodio (Na)	mg/kg	Extracto Agua	< 140	4.2
	Cloruro (Cl ⁻)	mg/kg	Extracto Agua	< 210	13.1
	Salas Totales	mg/kg	Extracto Agua	< 2000	70.8

* Fuente: Soil Science Society of America Inc. (Ed.), 2001. Methods of Soil Analysis. 1380 pp.

-- No Aplica

Nota: Los métodos de ensayo utilizados, están a disposición del cliente cuando lo requiera.

Los resultados del presente informe corresponden únicamente a las muestras sometidas a los ensayos.

El Laboratorio no realizó el muestreo por lo tanto no certifica el origen de las muestras.

Prohibida la reproducción total o parcial de los resultados. No procede copia.



Agrarprojet S.A.
Dr. Karl Sponagel
Director del Laboratorio

Anexo 7. Análisis foliar del cultivo.



Agrarprojekt S.A.
 Urb. El Cardado, Calle V #941 y Av. A, Quito
 Tel: 00-2480575/00-2482148/0988-
 036148
 agrarprojekt@callesidem.com.ec
 c.info@agrarprojekt.com
 www.agrarprojekt.com

INFORME: ANÁLISIS FOLIAR

PT0901.82V05

Pág 1/4

Código Agrarprojekt:	LUN-30-04-20	Informe de Ensayo N°	416
Fecha de recepción:	30-04-20	Fecha de informe:	13-05-20

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	Paulina Luna Obando		
Solicitado por:	Paulina Luna Obando		
Ubicación:	San Roque, Imbabura	Teléfono:	0983663038

PROCESO DE ANÁLISIS

Método utilizado para la preparación de la muestra ("Método Incineración Seca"):
 Secado de las hojas → Desmenución ("40 mesh") → Incineración Seca → Dilución en "Agua Regia"
 Proceso según "G. Bryson. 2004. Plant Analysis Handbook 81. 571 pp."

MÉTODOS DE REFERENCIA UTILIZADOS

PARÁMETROS	MÉTODO
Nitrógeno Total Kjeldahl (N-Total)	ADAC 978.04
Fósforo (P)	SM 4500-P C
Potasio (K)	SM 3500-K B
Magnesio (Mg)	ADAC 975.01
Calcio (Ca)	ADAC 975.03
Azufre (S)	ADAC 923.01
Sodio (Na)	SM 3500-Na B
Hierro (Fe)	EPA 7000 B

RESULTADOS

Código Agrarprojekt: LUN-20-04-20

Pág 2/5

Manganeso (Mn)	EPA 7000 B
Cobre (Cu)	EPA 7000 B
Zinc (Zn)	EPA 7000 B
Niobio (Nb)	DIN 38405-D17
Molibdeno (Mo)	EPA 7010
Silicio (Si)	EPA 7010
Cloruro (Cl)	SM 4500-Cl-G
% Materia Seca	AOAC 930.04

INFORMACIÓN DE LAS MUESTRA

Tipo de Muestra:	Hoja		
Cultivo:	Papa		
Número de Muestra:	# 1	# 2	# 3
Información Proporcionada por el Cliente:	101	102	103

Contenido de macro- y microelementos en Materia Seca (macroelementos en %, microelementos en ppm equivalente a mg/kg o µg/g)

Análisis	Unidades	*Valores considerados como "Normal" para Hojas de Papas	Resultado	Resultado	Resultado
Nitrogeno Total (N)	%	4.00 - 6.00	5.46	5.64	6.03
Fósforo (P)	%	0.25 - 0.50	0.54	0.55	0.54
Potasio (K)	%	4.00 - 7.00	2.69	2.93	2.77
Magnesio (Mg)	%	0.50 - 1.00	0.60	0.56	0.56
Calcio (Ca)	%	0.75 - 1.50	1.10	1.29	1.37
Azufre (S)	%	0.30 - 0.50	0.27	0.29	0.30
Sodio (Na)	%	0.02 - 0.10	0.06	0.12	0.02
Hierro (Fe)	ppm	70 - 150	139	155	141

RESULTADOS

Código Agrarprojekt: LUN-30-04-20

Pág 3/5

Elemento	Unidad	Rango	Resultado 1	Resultado 2	Resultado 3
Manganeso (Mn)	ppm	50 – 300	95.0	156	79.2
Cobre (Cu)	ppm	6 – 20	20.2	21.8	14.4
Zinc (Zn)	ppm	40 – 150	59.8	53.8	48.4
Boro (B)	ppm	25 – 50	45.6	51.4	44.0

* Fuente: G. Arayas, 2014. Plant Analysis Handbook II, 571 pp

* Hojas jóvenes que han alcanzado su tamaño final. Estado fenológico: inicio de floración; Análisis de hojas sin pedúnculo

- = No Aplica

Nota: - Los datos y resultados están basados en la información y muestras entregadas por el cliente para quien se ha realizado este informe de manera exclusiva y confidencial.

- La fecha de análisis y los métodos utilizados están a disposición del cliente cuando lo requiere. - El Laboratorio ha revisado el muestra por lo tanto no verifica el origen de las muestras.

- Prohibida la reproducción total o parcial de los resultados. No procede copia.

INFORMACIÓN DE LAS MUESTRA			
Tipo de Muestra:	Hojas		
Cultivo:	Papa		
Número de Muestra:	# 4	# 5	# 6
Información Proporcionada por el Cliente:	201	202	203

Contenido de macro- y microelementos en Materia Seca (macroelementos en %, microelementos en ppm equivalente a mg/kg o µg/g)

Análisis	Unidades	*Valores considerados como "Normal" para Hojas de Papas	Resultado	Resultado	Resultado
Nitrógeno Total (N)	%	4.00 – 6.00	5.78	6.28	5.56
Fósforo (P)	%	0.25 – 0.50	0.39	0.58	0.43
Potasio (K)	%	4.00 – 7.00	2.59	2.85	2.51
Magnesio (Mg)	%	0.50 – 1.00	0.72	0.69	0.75
Calcio (Ca)	%	0.75 – 1.50	1.67	1.94	1.72
Azufre (S)	%	0.30 – 0.50	0.27	0.29	0.27
Sodio (Na)	%	0.01 – 0.10	0.07	0.02	0.06

RESULTADOS

Código Agrarprojekt: LUN-30-04-20

Pág 4/5

Hierro (Fe)	ppm	70 – 150	129	143	126
Manganeso (Mn)	ppm	90 – 300	112	75.8	76.0
Cobre (Cu)	ppm	6 – 20	17.0	13.8	16.3
Zinc (Zn)	ppm	40 – 150	40.8	49.2	42.2
Boro (B)	ppm	25 – 50	42.0	36.4	48.4

* Fuente: S. Arayas, 2014. Plant Analysis Handbook II. 571 pp.

* Hojas jóvenes que han alcanzado su tamaño final. Estado fenológico: inicio de floración; Análisis de hojas en período

- > No aplica

Nota: - Los datos y resultados están basados en la información y muestras entregadas por el cliente para quien se ha realizado este informe de manera exclusiva y confidencial.

- La fecha de ensayo y los métodos utilizados están a disposición del cliente cuando lo requiere. - El Laboratorio no realiza el muestreo por lo tanto no verifica el origen de las muestras.

- Prohibida la reproducción total o parcial de los resultados. No procede copia.

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA			
Tipo de Muestra:	Hojas		
Cultivo:	Papa		
Número de Muestra:	# 7	# 8	# 9
Información Proporcionada por el Cliente:	301	302	303

Contenido de macro- y microelementos en Materia Seca (macroelementos en %, microelementos en ppm equivalente a mg/kg o µg/g)

Análisis	Unidades	*Valores considerados como "Normal" para Hojas de Papas	Resultado	Resultado	Resultado
Nitrógeno Total (N)	%	4.00 – 6.00	5.59	6.06	6.31
Fósforo (P)	%	0.25 – 0.50	0.43	0.41	0.46
Potasio (K)	%	4.00 – 7.00	2.83	2.74	2.57
Magnesio (Mg)	%	0.50 – 1.00	0.81	0.79	0.74
Calcio (Ca)	%	0.75 – 1.50	2.02	2.00	1.99
Azúfre (S)	%	0.30 – 0.50	0.27	0.28	0.25

RESULTADOS

Código Agrarprojekt: LUN-20-04-20

Pág. 5/5

Elemento	Unidad	Rango	Resultado	Resultado	Resultado
Sodio (Na)	%	0.02 - 0.50	0.02	0.03	0.02
Hierro (Fe)	ppm	70 - 150	192	190	96.6
Manganeso (Mn)	ppm	50 - 300	52.8	71.8	63.2
Cobre (Cu)	ppm	8 - 20	11.0	13.2	11.6
Zinc (Zn)	ppm	40 - 150	39.8	45.4	42.0
Boro (B)	ppm	25 - 50	35.6	38.8	38.0

* Fuente: G. Brayn, 2014. Plant Analysis Handbook II. 572 pp

* Hojas jóvenes que han alcanzado su tamaño final, Estado fenológico: Inicio de floración, Análisis de hoja: en pecolo

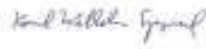
- No Aplica

Nota: - Los datos y resultados están basados en la información y muestras entregadas por el cliente para quien se ha realizado este informe de manera exclusiva y confidencial.

- La fecha de ensayo y los métodos utilizados están a disposición del cliente cuando lo requiere. - El laboratorio no recibe ni muestra por lo tanto no garantiza el origen de las muestras.

- Pruebas de reproducción total o parcial de los resultados. No procede copia.

Agrarprojekt S.A.
 Dr. Karl Sponagel


 Director del Laboratorio

Anexo 8. Análisis de tubérculo.



Agrarprojekt S.A.
 Urb. El Condado, Calle V #941 y Av. A, Quito
 Tel: 02-2490575/02-2492148/0984-034148
 agrarprojekt@cablemodem.com.ec
 info@agrarprojekt.com
 www.agrarprojekt.com

INFORME: ANÁLISIS BROMATOLÓGICO (Compuestos Inorgánicos)

PT0901.REV01

Pág 1/4

Código Agrarprojekt:	LUN-140820	Informe de Ensayo N°	866
Fecha de recepción:	14-08-20	Fecha de Informe:	03-09-20

DATOS DEL CLIENTE

Ciente:	Paulina Luna		
Solicitado por:	Paulina Luna		
Ubicación:	Imbabura	Teléfono:	098 0663038

PROCESO DE ANÁLISIS

Método utilizado para la preparación de la muestra ("Método Incineración Seca"):
 Secamiento de los tubérculos → Desmenuzación ("40 mesh") → Incineración Seca → Dilución en "Agua Regia"
 Proceso según "G. Bryson, 2014, Plant Analysis Handbook III, 571 pp."

MÉTODOS DE REFERENCIA UTILIZADOS

PARÁMETROS	MÉTODO
Nitrógeno Total Kjeldahl (N-Total)	AOAC 978.04
Fósforo (P)	SM 4500-P C
Potasio (K)	SM 3500-K B
Magnesio (Mg)	AOAC 975.03
Calcio (Ca)	AOAC 975.03
Azufre (S)	AOAC 923.01
Sodio (Na)	SM 3500-Na B
Hierro (Fe)	EPA 7000 B

RESULTADOS

Código Agroprojekt: LUN-140620

Pág 2/5

Manganeso (Mn)	EPA 7000 B
Cobre (Cu)	EPA 7000 B
Zinc (Zn)	EPA 7000 B
Boro (B)	DIN 38405-D17
Molibdeno (Mo)	EPA 7010
Silicio (Si)	EPA 7010
Cloruro (Cl)	SM 4500-Cl G
% Materia Seca	AOAC 930.04

INFORMACIÓN DE LAS MUESTRAS

Tipo de Muestra:	Tubérculos (preparado y analizado con cáscara)		
Cultivo:	Papas		
Número de Muestra:	# 1	# 2	# 3
Información Proporcionada por el Cliente:	101	102	103

Contenido de macro- y microelementos en Materia Seca (macroelementos en %, microelementos en ppm equivalente a mg/kg o µg/g)

Análisis	Unidades	Resultado	Resultado	Resultado
Nitrógeno Total (N)	%	2.26	1.75	2.12
Fósforo (P)	%	0.34	0.31	0.30
Potasio (K)	%	2.56	2.34	2.80
Magnesio (Mg)	%	0.11	0.11	0.10
Calcio (Ca)	%	0.02	0.01	0.01
Azufre (S)	%	0.10	0.12	0.11
Sodio (Na)	%	0.03	0.03	0.03
Hierro (Fe)	ppm	51.8	50.0	51.2
Manganeso (Mn)	ppm	11.7	9.4	9.7

Agroprojekt S.A.
 Dr. Karl Spangol

Karl Spangol
 Director del Laboratorio

RESULTADOS

Código Agrarprojekt: LUN-140820

Pág 3/5

Cobre (Cu)	ppm	7.1	6.6	7.8
Zinc (Zn)	ppm	23.2	18.9	26.6
Hierro (Fe)	ppm	21.0	23.0	22.0

- * No Aplica

Nota: - Los datos y resultados están basados en la información y muestras entregadas por el cliente para quien se ha realizado este informe de manera exclusiva y confidencial.

- La fecha de ensayo y los métodos utilizados están a disposición del cliente cuando lo requiere. - El laboratorio no realiza el muestreo por lo tanto no verifica el origen de las muestras.

- Prohibida la reproducción total o parcial de los resultados. No procede copia

INFORMACIÓN DE LAS MUESTRAS

Tipo de Muestra:	Tubérculos (preparado y analizado con cáscara)		
Cultivo:	Papa		
Número de Muestra:	# 4	# 5	# 6
Información Proporcionada por el Cliente:	201	202	203

Contenido de macro- y microelementos en Materia Seca (macroelementos en %, microelementos en ppm equivalente a mg/kg o µg/g)

Análisis	Unidades	Resultado	Resultado	Resultado
Nitrógeno Total (N)	%	1.69	2.19	1.82
Fósforo (P)	%	0.28	0.34	0.31
Potasio (K)	%	2.72	2.80	2.40
Magnesio (Mg)	%	0.10	0.11	0.10
Calcio (Ca)	%	0.01	0.01	0.01
Azufre (S)	%	0.11	0.12	0.11
Sodio (Na)	%	0.03	0.03	0.04
Hierro (Fe)	ppm	50.4	56.4	60.2
Manganeso (Mn)	ppm	10.6	10.2	9.9
Cobre (Cu)	ppm	6.0	6.5	6.7
Zinc (Zn)	ppm	25.4	26.4	21.8

RESULTADOS

Código Agrarprojekt: LUW-140820

Pág 4/5

Boro (B)	ppm	23.0	21.4	23.0
----------	-----	------	------	------

- = No Aplica

Nota: - Los datos y resultados están basados en la información y muestras entregadas por el cliente para quien se ha realizado este informe de manera exclusiva y confidencial.

- La fecha de envío y los métodos utilizados están a disposición del cliente cuando lo requiere. - El laboratorio no realiza el muestreo por lo tanto no verifica el origen de las muestras.

- Prohibida la reproducción total o parcial de sus resultados. No procede copia.

INFORMACIÓN DE LAS MUESTRAS

Tipo de Muestra:	Tubérculos (preparado y analizado con cáscara)		
Cultivo:	Papa		
Número de Muestra:	# 7	# 8	# 9
Información Proporcionada por el Cliente:	301	303	303

Contenido de macro- y microelementos en Materia Seca (macroelementos en %, microelementos en ppm equivalente a mg/kg o µm/g)

Análisis	Unidades	Resultado	Resultado	Resultado
Nitrógeno Total (N)	%	1.85	1.93	1.69
Fósforo (P)	%	0.29	0.27	0.33
Potasio (K)	%	2.56	2.00	2.68
Magnesio (Mg)	%	0.09	0.08	0.09
Calcio (Ca)	%	0.01	0.01	0.01
Azufre (S)	%	0.13	0.10	0.13
Sodio (Na)	%	0.03	0.03	0.03
Hierro (Fe)	ppm	50.6	57.8	50.4
Manganeso (Mn)	ppm	9.1	8.8	8.6
Cobre (Cu)	ppm	5.9	5.4	7.1
Zinc (Zn)	ppm	24.0	20.0	22.2
Boro (B)	ppm	20.0	23.6	22.6

- = No Aplica

Agrarprojekt S.A.
Dr. Karl Sponagel

Karl Sponagel
Director del Laboratorio

RESULTADOS

Código Agrarprojekt: LUN-140620

Pág 5/5

- Nota:** - Los datos y resultados están basados en la información y muestras entregadas por el cliente para quien se ha realizado este informe de manera exclusiva y confidencial.
- La fecha de ensayo y los métodos utilizados están a disposición del cliente cuando lo requiera. - El laboratorio no realizó el muestreo por lo tanto no certifica el origen de las muestras.
 - Prohibida la reproducción total o parcial de los resultados. No procede copia.

Agarprojekt S.A.
Dr. Karl Sponagel

Karl Sponagel
Director del Laboratorio

Anexo 9. Labores culturales preparación de terreno.



Anexo 10. Producto micorrízico.



Anexo 11. Muestra compuesta para análisis de suelo.



Anexo 12. Siembra.



Anexo 13. Aplicación de las micorrizas.



Anexo 14. Muestreo de crecimiento del cultivo.



Anexo 15. Muestreo para realizar el análisis foliar.



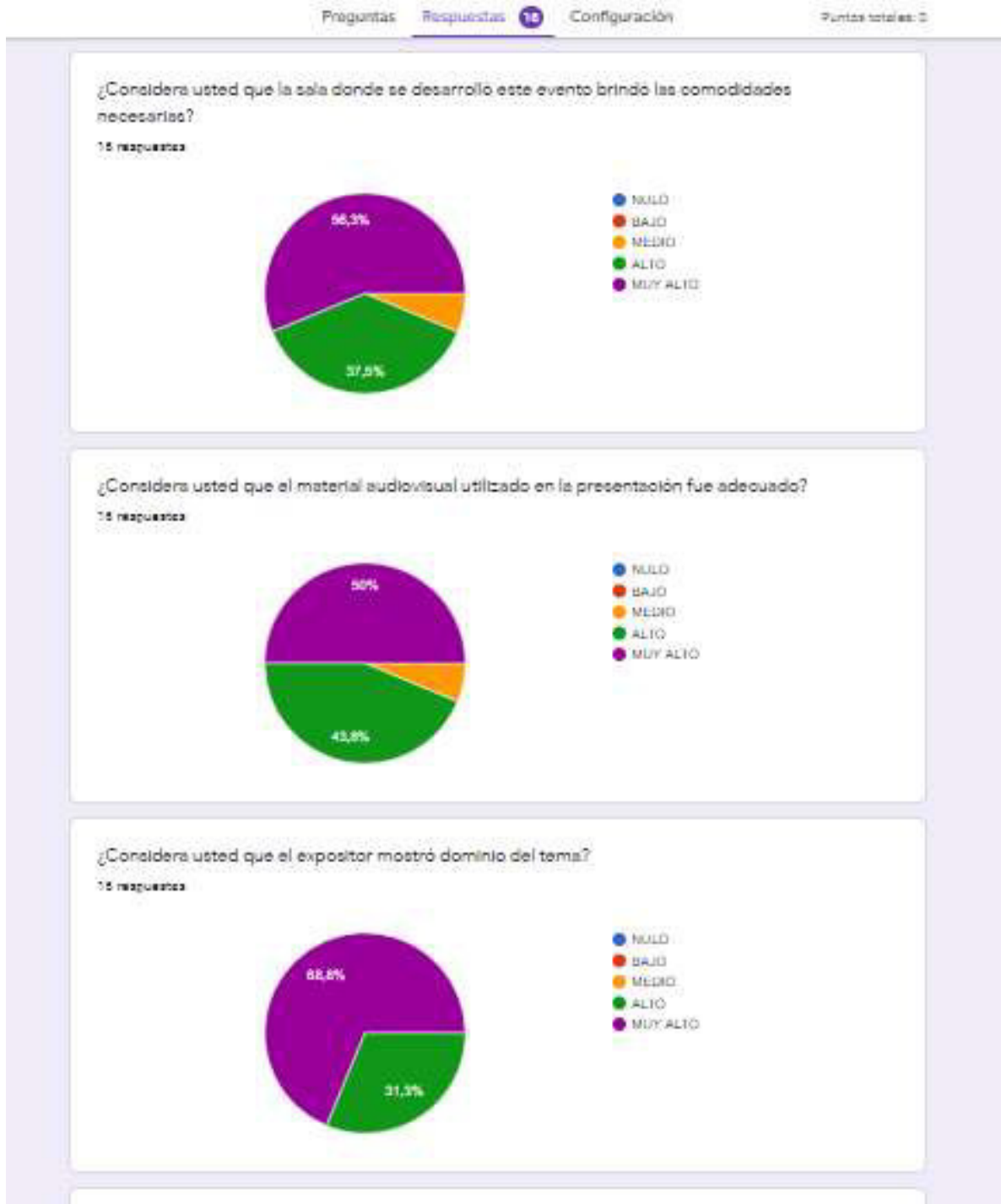


Anexo 16. Etapa de cosecha.





Anexo 17. Encuesta de la socialización.



¿Estima usted que el manejo del auditorio por parte del expositor fue adecuado?

18 respuestas



¿Considera usted que el expositor demostró facilidad de expresión?

18 respuestas



¿Considera usted que el tema investigativo posee relevancia para algún actor y/o sector de la sociedad?

18 respuestas



¿Considera usted que esta investigación posee perspectiva para estudios complementarios posteriores?

15 respuestas



¿Considera usted que el tema investigado genera actualmente o a futuro un beneficio concreto para alguna organización empresa pública o privada, comunidad o institución?

15 respuestas



¿En función de los objetivos planteados expuestos en la investigación, considera usted que éstos se cumplieron?

15 respuestas

