



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“EVALUACIÓN DE ENRAIZANTES EN ESQUEJES DE DOS
VARIETADES DE PAPA SÚPERCHOLA (*Solanum tuberosum*),
INIAP-PUCA SHUNGO (*Solanum andigenum*) EN LA
ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA INIAP-
2024.”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniero Agrónomo.

Autora:

Toapanta Dias Dorys Maribel

Tutor:

Yauli Chicaiza Guido Euclides

Co – Tutor:

Peñaherrera Mafla Diego Fernando

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Toapanta Dias Dorys Maribel, con cédula de ciudadanía 0550377824, declaro ser autora del presente Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DE ENRAIZANTES EN ESQUEJES DE DOS VARIEDADES DE PAPA SÚPERCHOLA (*Solanum tuberosum*), INIAP-PUCA SHUNGO (*Solanum andigenum*) EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA INIAP-2024”**, siendo el Ingeniero MSc. Guido Euclides Yauli Chicaiza, Tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 15 de agosto del 2024



Dorys Maribel Toapanta Dias

C.C.: 0550377824

ESTUDIANTE

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebre una parte **TOAPANTA DIAS DORYS MARIBEL**, identificada con cédula de ciudadanía **0550377824** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LACIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“EVALUACIÓN DE ENRAIZANTES EN ESQUEJES DE DOS VARIEDADES DE PAPA SÚPERCHOLA (*Solanum tuberosum*), INIAP- PUCA SHUNGO (*Solanum andigenum*) EN LA ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA INIAP-2024**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Mayo 2020 - Septiembre 2020

Finalización de la carrera: Abril – Agosto 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 29 de febrero del 2024

Tutor: Ing. Guido Euclides Yauli Chicaiza, MSc.

Tema: **“EVALUACIÓN DE ENRAIZANTES EN ESQUEJES DE DOS VARIEDADES DE PAPA SÚPERCHOLA (*Solanum tuberosum*), INIAP-PUCA SHUNGO (*Solanum andigenum*) EN LA ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA INIAP-2024.**

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como

requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DECIMA. - En todo lo previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 15 días del mes de agosto del 2024.



Doris Maribel Toapanta Dias

LA CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, PhD.

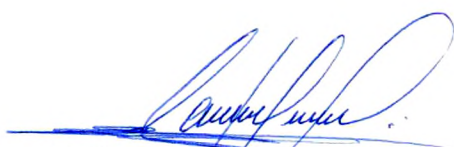
LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación sobre el título:

“EVALUACIÓN DE ENRAIZANTES EN ESQUEJES DE DOS VARIEDADES DE PAPA SÚPERCHOLA (*Solanum tuberosum*), INIAP-PUCA SHUNGO (*Solanum andigenum*) EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA INIAP-2024”, de Toapanta Dias Dorys Maribel, de la carrera de Agronomía, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 15 de agosto del 2024



Ing. Guido Euclides Yauli Chicaiza, MSc.
C.C:0501604409
DOCENTE TUTOR

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, por cuanto, la postulante: **Toapanta Dias Dorys Maribel**, con el título de Proyecto de Investigación: “**EVALUACIÓN DE ENRAIZANTES EN ESQUEJES DE DOS VARIEDADES DE PAPA SÚPERCHOLA (*Solanum tuberosum*), INIAP-PUCA SHUNGO (*Solanum andigenum*) EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA INIAP-2024**”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 15 agosto del 2024



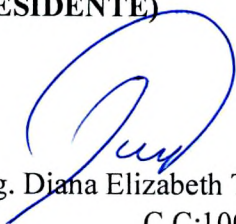
Ing. Emerson Javier Jácome Mogro, PhD.
C.C:0501974703

LECTOR 1 (PRESIDENTE)



Ing. Clever Gilberto Castillo de la Guerra, Mg.
C.C:0501715494

LECTOR 2 (MIEMBRO)



Ing. Diana Elizabeth Toapanta Gallegos, Mg.
C.C:1002749800

LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

En primer lugar y, antes que nada, expreso un fraterno agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi en especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales por su acogida y enseñanzas para formarme académicamente.

Agradezco profundamente al Departamento del Núcleo de Desarrollo Tecnológico perteneciente al Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) quien me dio la oportunidad de demostrar mis capacidades al realizar el presente trabajo, en especial agradezco al Ing. Diego Peñaherra, Ing. Gaby Simbana por brindarme cada uno de sus conocimientos, confianza y apoyo.

También quiero expresar mi eterno agradecimiento a mi tutor Ing. Guido Yauli y lectores de la mesa tribunal por ofrecerme su apoyo y guiarme de la mejor manera para culminar con éxitos mi proyecto de titulación.

Por último y no menos importante agradezco el apoyo y los ánimos que cada día me brindaban mi familia y mi amiga, Odila, ayudándome a sobresalir cada día.

Dorys Maribel Toapanta Dias

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación es dedicado especialmente a mis padres, Enrique Toapanta y Lourdes Dias, a mi hijo Cristian Masapanta quienes, supieron brindarme su amor, apoyo incondicional, sabios consejos y palabras de ánimo en el momento adecuado a lo largo de mi formación profesional.

A mi hermana Jacqueline que descansa en paz, que ha sido mi guía espiritual que desde el cielo me guio para alcanzar una meta más en mi vida.

Gracias a todas las personas que estuvieron en este proceso de formación académica brindándome palabras de aliento para seguir adelante y no decaer en ningún momento pudiendo así, cumplir mi meta más anhelada.

Dorys Maribel Toapanta Dias

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “EVALUACIÓN DE ENRAIZANTES EN ESQUEJES DE DOS VARIETADES DE PAPA SÚPERCHOLA (*Solanum tuberosum*), INIAP-PUCA SHUNGO (*Solanum andigenum*) EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA INIAP-2024”

Autora:
Toapanta Dias Dorys Maribel

RESUMEN

La papa es un cultivo muy importante para la humanidad, ya que por su volumen de producción ocupa el cuarto lugar a nivel mundial, el tubérculo se encuentra amenazado por problemas fitosanitarios y por el desconocimiento de los agricultores no se practican sistemas de multiplicación mediante esquejes. La presente investigación evaluó enraizantes en esquejes de dos variedades de papa Súperchola (*Solanum tuberosum*), Iniap-Puca shungo (*Solanum andigenum*) en la Estación Experimental Santa Catalina INIAP situado en la provincia de Pichincha, cantón Mejía, parroquia Cutuglagua. Mediante un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con arreglo factorial AxB; donde el factor A son las variedades de papas (Superchola e Iniap-Puca shungo) y el factor B son los enraizantes (*Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis*, A base de café “Minerva” y como testigo el Hormonagro1), por lo que la investigación cuenta con ocho tratamientos con tres repeticiones dándonos un total de 24 unidades experimentales. Las variables evaluadas fueron porcentaje de prendimiento (%), altura de brotes(cm), número de raíces, longitud de raíces(cm), y el peso de raíces(gr) en las cuales se realizó un análisis de varianza y prueba Tukey al 5%. Mediante la interpretación de los resultados se identificó que estadísticamente todos los tratamientos tienen igual porcentaje de prendimiento, pero en valores el tratamiento V2E2 (INIAP-Puca shungo + *Bacillus subtilis*) presentó el mejor prendimiento de (92,18%); los mejores tratamientos para la longitud de brote fueron V2E2 (INIAP-Puca shungo + *Bacillus subtilis*) con una media de (4,26cm) y V1E2 (Superchola + *Bacillus subtilis*) con una media de (3,93cm). En las variables relacionadas al sistema radicular, el tratamiento V2E2 (INIAP-Puca shungo + *Bacillus subtilis*) con el número de raíces (9,89); en la longitud de raíces con una media de (9,23 cm) y sin embargo en el peso de raíces sobresale el tratamiento V2E3 (INIAP-Puca shungo + A base de café “Minerva”) con (0,36gr), los enraizantes ayudaron a promover el desarrollo vegetal tanto a nivel de raíces como vegetativo. Además, se realizó el análisis beneficio/costo del proyecto obteniendo un valor de \$1,39, ya que, por cada dólar invertido se obtuvo una ganancia de 0,39centavos. Donde se establece que la aplicación de enraizantes en los esquejes provenientes de plantas madres ayudan a obtener plántulas de papas.

Palabras claves: Enraizantes, esquejes, *Bacillus subtilis*, tratamientos, raíces.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: EVALUATION OF ROOTING IN CUTTINGS OF TWO POTATO VARIETIES: SÚPERCHOLA (*Solanum tuberosum*) AND INIAP-PUCA SHUNGO (*Solanum andigenum*) AT THE SANTA CATALINA EXPERIMENTAL STATION INIAP - 2024"

Author:

Toapanta Dias Dorys Maribel

ABSTRACT

Potatoes are a very important crop for humanity, since of its production volumen ranked fourth in global, The tuber is threatened by phytosanitary issues, and the lack of knowledge of farmers multiplication systems using cuttings are not practiced. This research evaluated rooting in cuttings of two potato varieties: Súperchola (*Solanum tuberosum*) Iniap -Puca Shungo (*Solanum andigenum*) at the Santa Catalina Experimental Station INIAP located in the Pichincha province, Mejía canton, Cutuglagua parish. Using a completely random block design (CRBD) with a factorial arrangement AxB, where factor A represents the potato varieties (Súperchola and Iniap-Puca Shungo) and factor B represents the rooting (*Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis*, coffee in based 'Minerva', and as witness the Hormonagro1), so the research includes eight treatments with three replications, giving us in total 24 experimental units. The variables evaluated were percentage of rooting (%), height of shoots (cm), number of roots, root length (cm) and root weight (gr) in which was carried out a variance analysis and test Tukey of 5%. Based on the result nterpretation, it was identified that statistically all treatments had the same percentage of rooting, but in values the treatment V2E2 (INIAP-Puca Shungo + *Bacillus subtilis*) showed the best rooting (92.18%); the best treatments for shoot length were V2E2 (INIAP-Puca Shungo + *Bacillus subtilis*) with an average of (4.26 cm) and V1E2 (Súperchola + *Bacillus subtilis*) with an average of (3.93 cm). In the variables related to the root system, the treatment V2E2 (INIAP-Puca shungo + *Bacillus subtilis*) with the number of roots (9.89); in the length of roots with an average of (9.23 cm) and however in the weight of roots the treatment V2E3 (INIAP-Puca shungo + coffee base in "Minerva") with (0,36gr), rooting agents will help to promote plant development both at the root and vegetative level. In addition, the benefit/cost analysis of the project was carried out with a value of \$1.39, since for each dollar invested there was a profit of 0.39 cents. Where it is stated that the application of rooting agents on cuttings from mother plants helps to obtain potato seedlings.

Keywords: Rooting, cuttings, *Bacillus subtilis*, treatments, roots.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|------|
| DECLARACIÓN DE AUTORÍA | ii |
| CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR | iii |
| AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN..... | v |
| AVAL DE APROBACION DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN | vi |
| AGRADECIMIENTO | vii |
| DEDICATORIA..... | viii |
| RESUMEN..... | ix |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | xv |
| 1. INFORMACIÓN GENERAL | 1 |
| 2.JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO | 3 |
| 3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO | 4 |
| 3.1. Beneficiarios directos | 4 |
| 3.2. Beneficiarios indirectos | 4 |
| 4. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN..... | 4 |
| 5. OBJETIVOS:..... | 5 |
| 5.1. Objetivo General..... | 5 |
| 5.2. Objetivos Específicos | 5 |
| 6. ACTIVIDADES EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS..... | 6 |
| 7. FUNDAMENTACIÓN CIENTIFICO TÉCNICA..... | 7 |
| 7.1 Antecedentes..... | 7 |
| 7.2 Enraizantes..... | 8 |
| 7.2.1 Tipo de enraizantes..... | 9 |
| 7.2.2 Inorgánicos | 9 |
| 7.2.3 Orgánicos | 9 |
| 7.2.4 Ventajas del enraizante orgánico..... | 9 |
| 7.2.5 Desventajas del enraizante orgánico | 10 |
| 7.3 Características de los Enraizantes En Estudio | 10 |
| 7.3.1 Trichoderma harzianum como enraizante | 10 |
| 7.3.2 Ventajas del Trichoderma harzianum | 10 |
| 7.3.4 Bacillus subtilis como enraizante..... | 11 |
| 7.3.5 Ventajas del Bacillus subtilis | 11 |
| 7.3.6 Composición Química:..... | 11 |
| 7.3.7 A base de café como enraizante “Minerva” | 12 |

| | |
|---|----|
| 7.3.8 Ventajas de usar enraizantes orgánicos. Son 100% ecológicos. | 12 |
| 7.3.9 Hormonagro1 como enraizante | 12 |
| 7.3.10 Ventajas del Hormonagro1 | 13 |
| 7.4 Fitohormonas | 13 |
| 7.4.1 Auxinas..... | 14 |
| 7.4.2 Giberelinas | 15 |
| 7.4.3 Citoquininas | 15 |
| 7.4.4 Etileno | 16 |
| 7.4.5 Ácido abscísico | 17 |
| 7.5 Técnicas de Propagación Vegetativa de Esquejes | 17 |
| 7.5.1 Esquejes..... | 18 |
| 7.5.2 Esquejes de brotes | 19 |
| 7.5.3 Esqueje de tallo juvenil..... | 20 |
| 7.5.4 Esqueje de tallo lateral..... | 21 |
| 7.5.5 Esqueje de talo adulto | 21 |
| 7.6 ORIGEN DE LA VARIEDAD SÚPERCHOLA (<i>Solanum tuberosum</i>) | 22 |
| 7.6.1 Características Agronómicas..... | 23 |
| 7.6.2 Características Morfológicas..... | 23 |
| 7.7 ORIGEN DE LA VARIEDAD INIAP-PUCA SHUNGO (<i>Solanum andigenum</i>)..... | 23 |
| 7.7.1 Características Agronómicas | 24 |
| 7.7.2 Características Morfológicas | 24 |
| 8. HIPOTESIS | 25 |
| 8.1 Hipótesis Nula (H_0) | 25 |
| 8.2 Hipótesis Alternativa (H_a) | 25 |
| 9.METODOLOGIA Y DISEÑO EXPERIMENTAL | 26 |
| 9.1 Ubicación del ensayo | 26 |
| 9.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN | 26 |
| 9.2.1 Experimental | 26 |
| 9.2.2 Diseño Experimental | 26 |
| 9.2.3 Cuantitativa | 27 |
| 9.3 Modalidad Básica de Investigación | 27 |
| 9.3.1 De campo..... | 27 |
| 9.3.2 Bibliografía Documental | 27 |
| 9.4 Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos | 27 |
| 9.4.1 Registro de datos | 27 |

| | |
|--|----|
| 9.4.2 Materiales | 27 |
| 9.4.3 Análisis Estadístico | 28 |
| 9.4.5 Factores en estudio | 29 |
| 9.5 Diseño del Ensayo de Campo | 30 |
| 9.5.1 Variables en Estudio..... | 30 |
| 9.6 Variables y Métodos de Evaluación | 31 |
| 9.6.1 Porcentaje de prendimiento del esqueje | 31 |
| 9.6.2 Longitud del brote del esqueje | 31 |
| 9.6.3 Número de raíces..... | 31 |
| 9.6.4 Longitud de raíces | 31 |
| 9.6.5 Peso de raíces en fresco..... | 31 |
| 9.6.6 Análisis Económico..... | 31 |
| 9.7 Manejo específico del experimento | 32 |
| 9.7.1 Identificación del área de estudio..... | 32 |
| 9.7.2. Limpieza y desinfección del área de trabajo | 32 |
| 9.7.3 Preparación del Enraizante Trichoderma harzianum | 33 |
| 9.7.4 Preparación del Enraizante Bacillus subtilis | 33 |
| 9.7.5 Preparación del Enraizante a base del café “Minerva” | 34 |
| 9.7.6 Preparación del Enraizante Hormonagro1 | 34 |
| 9.7.7 Desinfección de bandejas | 35 |
| 9.7.8 Humedecer el sustrato | 35 |
| 9.7.9 Corte de esquejes de plantas madres | 36 |
| 9.7.10 Incorporación del sustrato y siembra de esquejes | 36 |
| 9.7.11 Toma de Datos | 37 |
| 9.7.12. Toma de datos de la longitud de brote de esqueje..... | 37 |
| 9.7.13 Toma de datos número de raíces..... | 37 |
| 9.7.14 Toma de datos longitud de raíces..... | 38 |
| 9.7.15 Toma de datos peso de raíces..... | 38 |
| 10. ANALISIS Y DISCUSION RESULTADOS | 39 |
| 10.1 Porcentaje de prendimiento a los 30 días en los esquejes..... | 39 |
| 10.2 Longitud de brote a los 30 días en los esquejes..... | 40 |
| 10.3 Longitud de brote a los 45 días en los esquejes | 43 |
| 10.4 Número de raíces a los 45 días en los esquejes | 44 |
| 10.5 Longitud de raíces a los 45 días en los esquejes..... | 46 |
| 10.6 Peso de raíces..... | 49 |

| | |
|--|----|
| 10.7 Análisis Beneficio/Costo | 51 |
| 11.IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS) | 52 |
| 11.1 Técnicos | 52 |
| 11.2 Sociales | 53 |
| 11.3 Ambientales | 53 |
| 11.4 Económico | 53 |
| 12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO..... | 53 |
| 13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 53 |
| 13.2 Recomendaciones | 54 |
| 14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFIAS:..... | 55 |
| 15.ANEXOS | 60 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Sistema de tareas en relación a los objetivos planteados | 6 |
| Tabla 2. Composición química del <i>Trichoderma harzianum</i> | 10 |
| Tabla 3. Composición química a base de café “Minerva” | 12 |
| Tabla 4. Composición química Hormonagro1 | 13 |
| Tabla 5. Clasificación taxonómica de la papa Superchola | 22 |
| Tabla 6. Clasificación taxonómica de la papa INIAP- Puca shungo..... | 24 |
| Tabla 7. Características del área de estudio..... | 26 |
| Tabla 8. Esquema de ADEVA o ANOVA | 28 |
| Tabla 9. Tratamientos en estudio..... | 29 |
| Tabla 10. ADEVA para la variable de prendimiento a los 30 días | 39 |
| Tabla 11. Promedios de prendimiento de las variedades por enraizantes | 40 |
| Tabla 12. ADEVA para la variable longitud de brote a los 30 días | 41 |
| Tabla 13. Prueba Tukey al 5% de los enraizantes | 41 |
| Tabla 14. Prueba Tukey al 5% de variedades por enraizantes | 42 |
| Tabla 15. Prueba Tukey al 5% de repeticiones | 42 |
| Tabla 16. ADEVA para la variable longitud de brote a los 45 días | 43 |
| Tabla 17. Prueba Tukey al 5% de los enraizantes | 43 |
| Tabla 18. Prueba Tukey al 5% de variedades por enraizantes | 44 |
| Tabla 19. ADEVA para la variable de número de raíces a los 45 días | 45 |
| Tabla 20. Prueba Tukey al 5% de los enraizantes | 45 |
| Tabla 21. Prueba Tukey al 5% de variedades por enraizantes | 46 |
| Tabla 22. ADEVA para la variable de longitud de raíces a los 45 días | 47 |
| Tabla 23. Prueba Tukey al 5% de las variedades | 47 |
| Tabla 24. Prueba Tukey al 5% de los enraizantes | 47 |
| Tabla 25. Prueba Tukey al 5% de variedades por enraizantes | 48 |
| Tabla 26. ADEVA para la variable peso de raíces a los 45 días | 49 |
| Tabla 27. Prueba Tukey al 5% de las variedades | 49 |
| Tabla 28. Prueba Tukey al 5% de los enraizantes | 50 |
| Tabla 29. Prueba Tukey al 5% de variedades por enraizantes | 50 |
| Tabla 30. Prueba Tukey al 5% de repeticiones | 51 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Representación del enraizamiento de esquejes de brote. | 20 |
| Figura 2. Representación del esqueje de tallo juvenil. | 20 |
| Figura 3. Esquema de los esquejes de tallos lateral..... | 21 |
| Figura 4. Representación de tuberculillos a través de los esquejes de tallo adulto. | 22 |
| Figura 5. Ubicación del invernadero del Núcleo de Desarrollo Tecnológico. | 26 |
| Figura 6. Esquema del ensayo. | 30 |
| Figura 7. Identificación del área de estudio..... | 32 |
| Figura 8. Limpieza y desinfección | 33 |
| Figura 9. Preparación del <i>Trichoderma harzianum</i> | 33 |
| Figura 10. Preparación del <i>Bacillus subtilis</i> | 34 |
| Figura 11. Preparación a base de café “Minerva” | 34 |
| Figura 12. Preparación de Hormonagro1 | 35 |
| Figura 13. Desinfección de bandejas | 35 |
| Figura 14. Humedecer el sustrato | 35 |
| Figura 15. Corte de esquejes de plantas madres | 36 |
| Figura 16. Incorporación del sustrato y siembra de esquejes | 36 |
| Figura 17. Porcentaje de prendimiento..... | 37 |
| Figura 18. Longitud de brote | 37 |
| Figura 19. Número de raíces | 38 |
| Figura 20. Longitud de raíces | 38 |
| Figura 21. Peso de raíces | 39 |
| Figura 22. Porcentaje de prendimiento de las variedades con los enraizantes | 40 |
| Figura 23. Longitud de brote de los esquejes. | 42 |
| Figura 24. Longitud de brote de los esquejes. | 44 |
| Figura 25. Número de raíces en los esquejes. | 46 |
| Figura 26. Longitud de raíces en los esquejes. | 48 |
| Figura 27. Peso de raíces en los esquejes. | 51 |

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto: “Evaluación de enraizantes en esquejes de dos variedades de papa Súperchola (*Solanum tuberosum*), Iniap-Puca shungo (*Solanum andigenum*) en la Estación Experimental Santa Catalina INIAP-2024”.

Fecha de inicio: Abril del 2024

Fecha de finalización: Agosto del 2024

Lugar de ejecución: Estación Experimental Santa Catalina INIAP

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Carrera que auspicia: Carrera de Agronomía.

Proyecto de investigación vinculado: “Fortalecimiento de capacidades de empoderamiento de la provincia de Cotopaxi”

Responsable del proyecto vinculado: Ing. Karina Paola Marín Quevedo, Mg.

Equipo de Trabajo:

Tutor de Titulación: Ing. Guido Euclides Yauli Chicaiza, MSc.

Co-tutor: Ing. Diego Fernando Peñaherrera Mafla. Mg. (Convenio Institucional Estación Experimental Santa Catalina INIAP).

Lector 1

Ing. Emerson Javier Jácome Mogro, PhD.

Lector 2

Ing. Clever Gilberto Castillo de la Guerra, MSc.

Lector 3

Ing. Diana Elizabeth Toapanta Gallegos, Mg.

Coordinador del Proyecto:

Nombre: Dorys Maribel Toapanta Dias

Teléfonos: 0998517792

Correo electrónico: domaribel1997@gmail.com

Área de Conocimiento: Agricultura -Agricultura, Silvicultura y Pesca-Agronomía

Línea de investigación:

Línea 1. Análisis, conservación y aprovechamiento de biodiversidad, fauna y recursos naturales para el desarrollo sustentable y la prevención de desastres naturales. La biodiversidad forma parte intangible del patrimonio nacional: en la agricultura, en la medicina, en actividades pecuarias, incluso en ríos, costumbres y tradiciones culturales. Esta línea está enfocada en la generación de conocimiento para un mejor aprovechamiento de la biodiversidad y los recursos naturales, basado en la caracterización agronómica, morfológica, genómica, física, usos ancestrales de los recursos naturales, la adecuada atención al cambio climático y de los ecosistemas frágiles, permitiendo el desarrollo de planes de manejo producción, equidad social y conservación del patrimonio natural, así como el uso racional de los recursos naturales para reducir y mitigar riesgos naturales.

Sub línea de vinculación de la carrera: Producción Agrícola Sostenible

Línea de vinculación

Gestión de recursos naturales, biotecnología, biodiversidad y genética para el desarrollo humano social.

Convenio:

El trabajo de investigación está sustentado mediante el convenio de colaboración interinstitucional Universidad Técnica de Cotopaxi- Estación Experimental Santa Catalina- INIAP.

2.JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La papa (*Solanum tuberosum*), tiene sus orígenes como cultivo agrícola en la región andina de América del Sur, más allá de ser un alimento básico en muchas dietas a nivel mundial, representa un pilar fundamental en términos sociales y económicos para muchos agricultores, (Borba, 2008).

Muchos países en desarrollo carecen de sistemas para la multiplicación y reproducción de plantines de papas mediante esquejes, para la rápida utilización de variedades, la papa ha demostrado que al obtener plantas libres de enfermedades provenientes de meristemos y sometiéndolas a micropropagación se generan suficientes plantas utilizando como plantas madres, para la obtención del material vegetativo de calidad, (Torres, 2020).

El desconocimiento de los agricultores acerca de los sistemas de multiplicación mediante esquejes, conlleva a buscar nuevas alternativas viables para la propagación y desarrollo factible de los cultivos de papas. Tal es el caso de técnicas de reproducción asexual como la de esquejes, que se basa en la promoción y multiplicación de plántulas, de forma rápida, eficiente y en grandes cantidades; es por ello que ha sido considerada como uno de los métodos biotecnológicos en la agricultura. La técnica de esquejes de una nueva planta, es idéntica a la planta madre, es una técnica rápida y sencilla que puede ser realizada en la mayoría de las plantas.

Una forma de garantizar el desarrollo de raíces de forma adecuada durante la técnica de multiplicación de esquejes, es mediante la utilización de ciertos enraizantes de crecimiento, de los cuales tenemos al enraizante comercial el “Hormonagrol”, y enraizantes orgánicos “*Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis*” y a base de café”Minerva” dichos enraizantes promueven la iniciación de raíces y se les ha atribuido la capacidad de estimular las divisiones celulares, en la radícula para la producción de plantines.

Según (MAGAP, 2011) manifiesta que una gran diferencia de inversión de miles de dólares al cultivar una hectárea de papas con plántulas y una con tubérculo, con las ventajas de que, en el proceso de multiplicación con plántulas provenientes de esquejes, logran obtener de 20 o 25 toneladas de papa por hectáreas, mientras que al sembrar por tubérculo se consigue entre 18 y 20 toneladas por hectárea.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1. Beneficiarios directos

Este proyecto se encuentra dirigido a los 434 estudiantes de la carrera de agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi, los 4 representantes del departamento del Núcleo de Desarrollo Tecnológico del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

3.2. Beneficiarios indirectos

Se encuentra dirigido a las 90 personas que reciben capacitación por parte de los representantes del departamento del Núcleo de Desarrollo Tecnológico del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

4. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

La papa (*Solanum tuberosum*) es un cultivo muy importante para la humanidad, ya que por su volumen de producción ocupa el cuarto lugar a nivel mundial, (Notario et al.,2011). En Ecuador, en los últimos años uno de los mayores problemas de la producción de papa es la accesibilidad a las semillas básicas y por los altos costos (\$157,5 saco de 45kg) de semillas básicas, lo que condiciona a los productores a utilizar semilla de papa de mala calidad, con riesgos de contaminarse con plagas y enfermedades, incluso llegando al punto de utilizar papas de consumo como semilla.

El principal problema en la actualidad es que los agricultores desconocen el uso de enraizantes comerciales y orgánicos en la propagación de esquejes de papas, productos que los pequeños agricultores por falta de conocimiento no pueden utilizar. Los enraizantes están compuestos por hormonas vegetales, que si no se aplican en dosis adecuadas inhiben el crecimiento de las raíces secundarias, disminuyendo la capacidad de absorción de nutrientes de las plantas durante su ciclo de cultivo, incluso si un enraizante comercial es aplicado en concentraciones excesivas provocara daños en las células de las plantas, (Zambrano,2020).

Además, una semilla que no esté en condiciones sanitarias, físicas y fisiológicas adecuadas, producirá germinación desuniforme, un pobre desarrollo de plantas, bajos rendimientos y se corre el riesgo de diseminar, involuntariamente, plagas y enfermedades, que se transmiten a través de la semilla de mala calidad, (Catacumba et al.,2023). Una de estas enfermedades es la punta morada, debido a este problema los agricultores han optado por tratar de erradicar y controlar esta enfermedad utilizando grandes cantidades de pesticidas, ya que, causan pérdidas

del 50 al 100% en la producción, esto ha generado que los agricultores dejen de producir papa y opten por otros cultivos que no sean afectados por esta enfermedad, (Tenorio,2024).

Uno de los factores limitantes para la difusión de nuevas variedades, así como para la renovación de semilla de las variedades comerciales es la baja tasa de multiplicación vegetativa de la papa. La reducción del uso de semilla básica ha generado graves problemas productivos, poniendo en riesgo la seguridad alimentaria de la población (Aguirre et al.,2010).

5. OBJETIVOS:

5.1. Objetivo General

Evaluar enraizantes en esquejes de dos variedades de papa Súperchola (*Solanum tuberosum*), INIAP-Puca shungo (*Solanum andigenum*).

5.2. Objetivos Específicos

- Evaluar el mejor enraizante para la propagación en esquejes de papa INIAP-Puca shungo.
- Identificar la variedad de papa que presente el brote con mayor longitud ante el uso del enraizante *Bacillus subtilis*.
- Realizar el análisis beneficio/costo del proyecto de investigación.

6. ACTIVIDADES EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

Tabla 1. Sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

| Objetivo 1 | ACTIVIDADES | MEDIO DE VERIFICACIÓN | RESULTADOS |
|---|---|---|---|
| <p>Evaluar el mejor enraizante para la propagación en esquejes de papa INIAP-Puca shungo.</p> | <p>-Limpieza y desinfección del área de trabajo.</p> <p>-Preparación de los enraizantes.</p> <p>-Desinfección y llenado del sustrato en las bandejas.</p> <p>-Selección de las plantas madres.</p> <p>-Cortar con una tijera desinfectada los esquejes de las plantas madres.</p> <p>-Inmerción de los esquejes por 6 segundos y siembra en las bandejas.</p> <p>-Revisión bibliográfica de la técnica de muestreo destructivo en plantas</p> | <p>-Libro de campo.</p> <p>-Registro fotográficos.</p> <p>-Cuadro estadísticos.</p> | <p>-Cuadro estadístico de las variedades con los enraizantes, donde se presenta datos de número de raíces, longitud de raíces y peso de raíces.</p> |
| Objetivo 2 | ACTIVIDADES | MEDIO DE VERIFICACIÓN | RESULTADOS |
| <p>Identificar la variedad de papa</p> | | <p>-Libro de campo.</p> | <p>-Tabla estadística de las variedades</p> |

| | | | |
|--|--|--|--|
| que presente el brote con mayor longitud ante el uso del enraizante <i>Bacillus subtilis</i> . | -Toma de datos (porcentaje de la mejor variedad y largo de brote). | -Registro fotográficos. -Cuadro estadísticos. | donde se refleja el largo de brote de cada uno de ellas. |
| Objetivo 3 | ACTIVIDADES | MEDIO DE VERFIFICACIÓN | RESULTADOS |
| Realizar el análisis beneficio/costo del proyecto de investigación. | -Análisis del presupuesto de los egresos e ingresos de los tratamientos. | -Realizar una tabla de valores en excel de los egresos e ingresos de los tratamientos. | Análisis beneficio/costo. |

Fuente: Toapanta,2024.

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTIFICO TÉCNICA

7.1 Antecedentes

La papa (*Solanum tuberosum*) es uno de los principales cultivos de importancia a nivel mundial, por su valor nutricional, ocupa el cuarto puesto de importancia después del trigo, el maíz y el arroz en el consumo del ser humano (Racimes et al.,2021). La papa se siembra en la región Sierra sobre los 3000 a 3200 msnm, siendo las provincias de Carchi, Chimborazo y Tungurahua las provincias con mayor superficie cosechada la cual representa el 56.7%del total de la superficie y en producción la provincia de Carchi es la de mayor participación con un 46% de producción, (Albán, 2014).

El Ecuador, al ser centro de origen de la papa, posee una gran diversidad de papas nativas con características favorables, las cuales constituyen parte de nuestro patrimonio, el que debe ser conservado, utilizado y promocionado. Las papas nativas ecuatorianas presentan diversidad de formas, colores vistosos y originales, se encontraron 15 formas diferentes, 29 combinaciones de colores de piel y 14 colores de pulpa de tubérculos de igual forma tienen interesantes oportunidades de mercado. Las papas se destacan por su riqueza en potasio y su bajo contenido en sodio y grasa al ser un alimento relativamente alcalino, favorece la eliminación de sustancias tóxicas, (Monteros et al.,2014).

Las variedades de papas nativas que han sido sembradas generación tras generación, están en peligro de desaparecer, debido al reemplazo por variedades mejoradas de mayor rendimiento, la falta de oportunidades en los mercados de grandes ciudades y el desconocimiento de sus atributos nutritivos y sensoriales, apenas el 1% de los consumidores urbanos conocen la existencia de las variedades nativas, (Monteros et al.,2014).

Para la propagación mediante esquejes de tallo juvenil, es necesario un enraizante que puede ser de origen natural o comercial, investigaciones preliminares indican que:

En estudios realizados por (Alkooranee et al.,2017) destacan que *Trichoderma harzianum* favoreció el aumento en el desarrollo tanto radicular como foliar, es probable que el sustrato presente en nutrientes en una forma no disponible, y el hongo, mediante diferentes mecanismos, pueda facilitar su absorción. Se sustenta en la capacidad de liberar ácidos orgánicos que secuestran cationes y acidifican el microambiente alrededor de las raíces, y posibilitan la solubilización de fósforo, así como producir fitohormonas que promuevan el crecimiento de las plantas, (Sabando et al.,2022).

Se ha utilizado ampliamente en sistemas agrícolas como antagonistas de diversos fitopatógenos, pero también pueden beneficiar a la planta como promotores de su crecimiento, la tasa de supervivencia de estas bacterias tanto en brotes como en la rizosfera fueron capaces de producir auxina, promover el crecimiento y colonizar y persistir del sistema radicular, el volumen del sistema radicular y la longitud de las raíces de las plantas, (Nunes et al., 2022).

La investigación realizada por (Ramírez et al.,2021) menciona que, determino una metodología apropiada de multiplicación rápida, usando esquejes de tallo lateral de diferentes genotipos de papa criolla (*Solanum phureja* Juz et Buk) evaluando sustratos e inductores de crecimiento más comunes, encontrando que la mejor metodología de enraizamiento, la cual presento un 100% de enraizamiento, es la aplicación de Hormonagro 1 (ácido alfa-naftalenacético al 0.4%), complementado con el trasplante en un sustrato de turba durante 30 días, se obtuvo que el 96,11% de los esquejes enraizaran.

7.2 Enraizantes

El uso de enraizantes es una alternativa para tener mayor éxito en el prendimiento de las partes vegetativas, ya que ayudan a la proliferación y formación de un buen sistema radicular que permite el crecimiento y desarrollo de una nueva planta, la formación de las raíces es vital para absorber y conducir agua y minerales disueltos, acumular nutrientes y sujetar la planta del suelo.

Un buen enraizante mejora el desarrollo de la planta, aumenta la protección frente a factores externos naturales, consigue una floración más abundante, y ayuda en el incremento del número de frutos, (Suárez, 2021).

7.2.1 Tipo de enraizantes

Las hormonas de enraizamiento las podemos encontrar formuladas tanto en modalidad de líquido como en polvo. También es cierto que podemos fabricar hormonas de enraizamiento caseras si tenemos las materias primas adecuadas. Existen dos tipos de enraizantes:

7.2.2 Inorgánicos

Los enraizantes de principio químico inorgánico le suelen agregar aminoácidos, con los que se garantiza un incremento de la propiedad sintética de proteínas de la planta, obteniendo un mayor rendimiento en rubros como la agricultura. En el mercado existe múltiples variedades de este producto químico, hay algunas que contienen fungicidas para que la plántula no sufra el ataque de ninguna plaga y sobreviva, (Ruperti, 2024).

7.2.3 Orgánicos

Los enraizantes orgánicos se utilizan para favorecer el crecimiento de las raíces principales y el desarrollo de un mayor número de raíces secundarias, son muy utilizados al plantar esquejes ya sean leñosos o herbáceos. Es necesario que la planta desarrolle un sistema radicular fuerte y sano para la absorción de nutrientes y su sujeción, siendo los enraizantes naturales unos grande aliados para conseguirlo. Tradicionalmente se han utilizado enraizantes artificiales o químicos, pero en la actualidad se ha descubierto que hay plantas que se pueden usarlas para hacer extractos o enraizantes naturales, (Ruperti, 2024).

7.2.4 Ventajas del enraizante orgánico

- Las ventajas de usar un enraizante orgánico son muchas.
- Por un lado, es un sistema mucho más económico, ya que todos los productos descritos se encuentran en muchos hogares y son de bajo precio, mucho más baratos que los enraizantes comerciales.
- Además, al ser productos completamente orgánicos son aptos para su uso en huertos ecológicos, y asegurarás un máximo aprovechamiento de tus esquejes sin recurrir a químicos, (Acosta, 2019).

7.2.5 Desventajas del enraizante orgánico

- El uso de enraizantes orgánicos, sin embargo, también tiene dos desventajas principales frente al uso de los enraizadores comerciales.
- La primera es que el efecto de un enraizador casero nunca es tan rápido como un comercial.
- La segunda es que son productos más perecederos, que no aguantarán muchos días antes de echarse a perder, (Acosta, 2019).

7.3 Características de los Enraizantes En Estudio

7.3.1 *Trichoderma harzianum* como enraizante

Trichoderma sobre el crecimiento de raíces en esquejes que aumenta la capacidad de absorción de nutrientes y agua; libera en la rizosfera auxinas, citoquininas y giberelinas que actúan como promotoras de tejidos meristemático primarios, lo que acelera la reproducción celular que se traduce en el desarrollo más rápido de pelos radiculares y extensión en profundidad de enraizamiento, (Rodríguez et al.,2023)

7.3.2 Ventajas del *Trichoderma harzianum*

- Protege las raíces de enfermedades causadas por hongos patógenos, permitiendo que el sistema radicular sea más fuerte y sano.
- Aumenta la capacidad de capturar nutrientes y de retener humedad, haciendo a las plantas más fuerte a condiciones de estrés hídrico.
- Actúa como bioestimulante del crecimiento radicular.
- No requiere equipamiento especial para su aplicación.

Tabla 2. Composición química del *Trichoderma harzianum*

Estos hongos están compuestos por 69% de hemicelulosa, 22% de lignina, 2.7% de pentosa y 6.6% de cenizas.

| | | |
|-------------|--------------------------|-------------------|
| C | Carbóno | 49.2-50.6% |
| N | Nitrógeno | 0,80% |
| P2O5 | Óxido de fósforo | 0,22% |
| K2O | Óxido de potasio | 2,90% |
| MgO | Óxido de magnesio | 0,25% |
| CaO | Óxido de calcio | 0,29% |

Fuente: Rodrigrez,2023.

7.3.4 *Bacillus subtilis* como enraizante

Ayuda incrementar la productividad de los esquejes sin impactos negativos al medio ambiente. La rizosfera de las plantas, es la parte del suelo influenciada por las secreciones de las raíces de las plantas es un paso crucial en la interacción entre microbio y la planta y, por lo tanto, parece ser de gran importancia para sus efectos de promoción del crecimiento y de biocontrol del esqueje, (González et al.,2022).

7.3.5 *Ventajas del Bacillus subtilis*

- Es una bacteria Gram positiva, tiene la habilidad para formar una resistente endospora protectora, permitiendo al organismo tolerar condiciones ambientalmente.
- Tiene una actividad fungicida natural, y es empleado como un agente de control biológico.
- *Bacillus subtilis* provee un control efectivo de enfermedades causadas por hongos y bacterias.

7.3.6 *Composición Química:*

Ácidos nucleicos: ADN circular y RNA ribosómico.

Proteínas: Esenciales para funciones estructurales y enzimáticas.

Lípidos: Componentes de la membrana celular y reservas energéticas.

Polisacáridos: Además del peptidoglicano, pueden incluir polisacáridos de reserva como el glucógeno y otros polímeros extracelulares.

Otros componentes y metabolitos:

Enzimas: Esenciales para la metabolización de nutrientes y la síntesis de biomoléculas.

Pigmentos: Algunas cepas pueden producir pigmentos que pueden servir para la protección contra la radiación UV u otras funciones.

Esporas: En condiciones adversas, *Bacillus subtilis* puede formar esporas, que son estructuras altamente resistentes, (González et al.,2022).

7.3.7 A base de café como enraizante “Minerva”

Los granos de café contienen ácidos abscísicos, una hormona vegetal que ayuda al enraizamiento, además, el café también contiene nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, que son esenciales para el crecimiento de las raíces, (Puerta,2011).

Los enraizantes orgánicos se utilizan en la agricultura para favorecer crecimiento de las raíces principales y el desarrollo de un mayor número de raíces secundarias. Son productos muy utilizado sobre todo cuando se van a plantar esquejes, ya sean leñosos o herbáceos. En esos casos es esencial que la planta desarrolle un sistema radicular fuerte y sano (tanto para su sujeción como para la absorción de nutrientes), y los enraizantes orgánicos pueden ser grandes aliados para conseguirlo, (AGRARIA, 2018).

Tabla 3. Composición química a base de café “Minerva”

| Componente Químico | Arabica (%) | Robusta (%) |
|----------------------------|-------------|-------------|
| Polisacáridos | 50,8 | 56,40 |
| Sacarosa | 8,00 | 4,00 |
| Azucares reductores | 0,10 | 0,40 |
| Proteínas | 9,80 | 9,50 |
| Amonoácidos | 0,50 | 0,80 |
| Cafeína | 1,20 | 2,20 |
| Trigonelina | 1,00 | 0,70 |
| Lípidos | 16,20 | 10,00 |
| Ácidos alifáticos | 1,10 | 1,20 |

Fuente: Puerta,2011.

7.3.8 Ventajas de usar enraizantes orgánicos.

Son 100% ecológicos.

- No se tarda mucho tiempo en elaborarlos.
- Son muy económicos.
- Los ingredientes para su elaboración se encuentran muy fácilmente.
- Los desperdicios de la elaboración pueden ser usados para compost.

7.3.9 Hormonagro1 como enraizante

Es un poderoso estimulante para mejorar el sistema radicular de las plantas, contiene una hormona vegetal específica, que actúa en forma más efectiva que otros homólogos como IBA

(ácido indolbutírico) y IAA, (ácido indolacético) para la propagación asexual por medio de estacas, para enraizar acodos y esquejes, (Colinagro, 2024).

Su aplicación se realizó impregnando, la base de los esquejes ligeramente con el estimulante, también se puede emplear en solución para aplicación foliar y a los esquejes, la solución por cada 20 litros es de 20 o 30 gramos de Homonagro1, (AgroActivo, 2024).

7.3.10 Ventajas del Hormonagro1

- Las auxinas intervienen en diferentes actividades de la planta como crecimiento del tallo, formación de raíces, inhibición de las yemas laterales, abscisión de hojas.
- Su principal efecto es la estimulación del alargamiento celular o su depresión según la concentración, (Hernández et al., 2005).
- Otra auxina excelente utilizada con frecuencia en la promoción de raíces es el ácido naftalenacético (ANA); sin embargo, este producto es más tóxico que el AIB y deben evitarse las concentraciones excesivas del mismo por el peligro de provocar daños en las células de la planta, (Hernández et al., 2005).

Formulación

Polvo soluble.

Tabla 4. *Composición química Hormonagro1*

| Ingrediente activo: | |
|------------------------------------|--------|
| Ácido alfa- naftalenacético | 0.40% |
| Ingredientes inertes | 99.60% |

Fuente: Colinagro,2024.

7.4 Fitohormonas

Una hormona vegetal o fitohormona es un compuesto producido internamente por una planta, que ejerce su función en muy bajas concentraciones y cuyo principal efecto se produce a nivel celular, cambiando los patrones de crecimiento de los vegetales y permitiendo su control. Los reguladores vegetales son compuestos sintetizados químicamente u obtenidos de otros organismos y son, en general, mucho más potentes que los análogos naturales. Es necesario tener en cuenta aspectos críticos como oportunidad de aplicación, dosis, sensibilidad de la variedad, condición de la planta, ya que cada planta requerirá de unas condiciones específicas de crecimiento que pueden afectarse por la concentración de ellos en el medio. Los reguladores vegetales son productos sintéticos que se han convertido en las primeras herramientas capaces

de controlar el crecimiento y actividad bioquímica de las plantas por lo que su uso ha aumentado en los últimos años.

Las hormonas vegetales son una pieza clave en el crecimiento y desarrollo de las plantas, aunque también se encuentran vinculados a su defensa, las plantas han desarrollado estrategias complejas para lograr su supervivencia, en un medio ambiente en constante cambio como la germinación de semillas, el enraizamiento, los movimientos trópicos, la tolerancia a diferentes tipos de estrés bióticos y abióticos, la etapa de floración, la maduración de frutos y la senescencia, (Cruz et al.,2010).

Cada fitohormona de acuerdo con su estructura química realiza diferentes interacciones para poder cumplir con sus funciones. Las principales fitohormonas utilizadas en el crecimiento vegetal son las auxinas, giberelinas, citoquininas, etileno, ácido abscísico,

7.4.1 Auxinas

Dentro de las características más relevantes de las auxinas se encuentran su capacidad para inducir la formación y elongación de tallos a nivel vegetal, promover la división celular en cultivos, células no diferenciadas producidas por el exceso de auxina en el ambiente vegetal en presencia de citoquininas y tener la capacidad de inducir la producción de diferentes raíces adventicias sobre los tejidos de hojas y tallos recién cortados

La acción de las auxinas en el desarrollo vegetal no es una acción aislada, también influyen otras hormonas como el etileno, las giberelinas y las citoquininas el efecto producido por las auxinas en el crecimiento. La respuesta a nivel celular (alargamiento o elongación de las células inducidos por auxinas). Los efectos producidos en el alargamiento de la raíz y los tallo. Además de esta acción sobre el crecimiento, las auxinas influyen de forma decisiva en procesos como la división celular del cámbium, la diferenciación vascular, la formación de raíces adventicias, la dominancia apical y el desarrollo de los frutos.

Las auxinas se encuentran en la planta en mayores cantidades en las partes donde se presentan procesos activos de división celular, lo cual se relaciona con sus funciones fisiológicas asociadas con la elongación de tallos y coleóptilos, formación de raíces adventicias, inducción de floración, diferenciación vascular, algunos tropismos y promoción de la dominancia apical, (Cruz et al.,2010).

La formación de raíces adventicias en esquejes es un proceso complejo que consta de, al menos, dos etapas: la formación de primordios de raíz a partir de ciertas células susceptibles y el

crecimiento de las raíces. Ambas etapas requieren auxina, aunque en cada una de ellas las necesidades son diferentes y dependen de la especie.

7.4.2 Giberelinas

Las giberelinas son compuestos naturales que actúan como reguladores endógenos del crecimiento y el desarrollo en los vegetales superiores. Este grupo de hormonas fue descubierto por azar por fitopatólogos japoneses que estudiaban en el arroz una enfermedad conocida como bakanae (planta loca), causada por el hongo *Gibberella fujikuroi*. El ataque del hongo produce en esta especie un crecimiento excesivo de los tallos y los brotes. Posteriormente, en 1955, se aisló a partir del filtrado segregado por el hongo el compuesto inductor del crecimiento del tallo, que se denominó ácido giberélico (hoy conocido como giberelina A3 o GA3). Unos pocos años después, se comprobó que las plantas también poseen compuestos con estructuras muy semejantes al ácido giberélico, las plantas transgénicas indican que las giberelinas son reguladores esenciales del desarrollo. Las GAs son, por tanto, fitohormonas u hormonas nativas que afectan, regulan o modulan múltiples y variadas respuestas del crecimiento. Los efectos más evidentes se observan en la estimulación del crecimiento del tallo, la inducción del desarrollo del fruto y la germinación de las semillas. La elongación del tallo, en general, es una respuesta muy acusada, incluso espectacular, en las plantas que crecen en «roseta» y en algunas variedades que muestran enanismo genético. Como se describe posteriormente, otros efectos son más sutiles y solamente se dan en determinadas plantas o en estados específicos del desarrollo.

Además, actúan como reguladores esenciales del desarrollo de las plantas y cubren todos los aspectos de la historia de vida de las plantas, modulando varias respuestas del crecimiento como la germinación de semillas, el crecimiento del tallo, la partenocarpia, la expansión foliar, la elongación de la raíz, la floración y la liberación de enzimas hidrolíticas en algunos tejidos, (Borja et al.,2020).

7.4.3 Citoquininas

Su efecto en el sistema vegetal casi siempre suele acompañarse de la presencia de auxinas debido a su alta complementariedad en la estimulación del crecimiento y desarrollo vegetal, por lo que una concentración similar de la relación auxinas-citoquininas puede inducir la proliferación de células no diferenciadas (meristemos o callos vegetales), mientras que una mayor concentración de auxinas podría generar un incremento en la producción de raíces, una concentración mayor de citoquininas puede inducir una mayor producción de brotes vegetales

(yemaciones), lo cual puede sugerir que una concentración ideal de ambas fitohormonas en un medio de cultivo estable o en un sustrato adecuado podrían mejorar y acelerar el crecimiento vegetal.

Esta hormona es sintetizada en diferentes partes de las plantas, como sustancias que promueven la división celular, raíces, flores hojas jóvenes el transporte de la citoquinina es realizado en la xilema y en floema (desde la raíz hasta la parte aérea y viceversa) esta hormona vegetal varía en función de la especie, del estado fenológico y de las condiciones ambientales donde se desarrollan las plantas, (Borja et al.,2020).

Una vez sintetizadas, las citoquininas pueden ser distribuidas a otras partes de la planta a través del xilema, el floema, o ambos. La utilización de uno u otro sistema conductor depende del lugar en el que las citoquininas fueron sintetizadas inicialmente. La presencia de citoquininas en los exudados, ya sean de xilema o de floema, es un hecho común en la totalidad de las plantas examinadas. Por tanto, las citoquininas pueden tener un papel fundamental coordinando el desarrollo de raíces y tallos, al actuar como la señal que lleva información hasta los tallos del estado nutritivo de las raíces. A nivel celular, las citoquininas pueden moverse por difusión o utilizando sistemas selectivos de transporte.

7.4.4 Etileno

La acción del etileno en este proceso está modulada por la luz, y por la síntesis y el transporte de auxinas. El desarrollo vertical de la raíz también es inhibido por la acción del etileno, a la vez que se incrementa la expansión radial. Este efecto es dependiente de la concentración, ya que con bajas dosis del gas se puede estimular la elongación de la raíz. Aunque las auxinas pueden reproducir el efecto inhibitor del etileno. Otro efecto característico del etileno en las raíces es la inducción del movimiento helicoidal, posiblemente modulando de forma diferencial el crecimiento de las distintas células de este órgano. En general, el efecto inhibitor del etileno en la elongación del tallo y de la raíz se ejerce a través de un cambio en la orientación de los microtúbulos, que pasan a depositarse de forma longitudinal respecto al eje de crecimiento, en lugar de transversalmente, como ocurre durante el desarrollo normal, lo que origina la expansión radial de las células.

El etileno es un gas incoloro, es una molécula orgánica con actividad biológica, producida por todas las plantas, algunos hongos, levaduras y bacterias, su biosíntesis se incrementa en plantas sometidas a estrés y se asocia con procesos de senescencia y maduración. Dentro de sus funciones fisiológicas más investigadas, se encuentran las relacionadas con la abscisión de

hojas, marchitamiento de flores, maduración de frutos y otros procesos relacionados con el envejecimiento, pues se plantea su participación en la degradación de clorofila y peroxidación de lípidos de membranas. También favorece la epinastia de hojas, la germinación de semillas, pone fin a la dormancia de brotes y promueve la síntesis de enzimas relacionadas con defensa a patógenos, daños mecánicos o en situaciones de estrés, (Cruz et al.,2010).

7.4.5 Ácido abscísico

El ácido abscísico (ABA) es un regulador esencial del crecimiento de las plantas que se encuentra en pequeñas cantidades en todos los tejidos vegetales. También puede estar presente en algunos musgos, algas verdes, cianobacterias y varios hongos fitopatógenos.

Esta hormona tiene una influencia muy grande sobre el crecimiento y desarrollo de la planta, de hecho, ella participa en la germinación, división celular, modula la arquitectura de las raíces, regula cierre y abertura de estomas, promueve la dormancia de las semillas, respuesta a estreses como la salinidad, la sequía, la radiación y el ataque de patógenos. Respecto a su uso en agricultura, esta hormona puede ser usada en diversos cultivos para aumentar la tolerancia a diversos estreses abióticos, (Borja et al.,2020).

La dormición o latencia de hojas y yemas se ha relacionado con la acumulación de ABA; sin embargo, el efecto de la hormona parece estar directamente relacionado con la inhibición del desarrollo, pues no induce otras características relacionadas con la latencia de las yemas. Este efecto del ABA no es universal, ya que no se da en todas las especies, probablemente debido a que otros compuestos, especialmente las giberelinas, podrían actuar contrarrestando la acción del ABA en este proceso. El ABA ejerce efectos diferentes sobre el crecimiento del tallo y la raíz. El déficit hídrico moderado incrementa la elongación de la raíz, mientras que cuando la sequía es intensa, la inhibe. La inhibición del crecimiento del tallo es consecuencia del efecto del ABA sobre la extensibilidad de la pared celular.

7.5 Técnicas de Propagación Vegetativa de Esquejes

Una de las técnicas de propagación vegetativa es la acelerada, en esta técnica se aprovecha al máximo tanto el área foliar, como los tubérculos, el propósito es alcanzar altos índices de multiplicación, conservando la calidad sanitaria del material. Varios son los métodos de propagación que se han desarrollado los cuales pueden utilizarse en forma individual o integrada, (Cotes et al.,2001).

7.5.1 Esquejes

Esqueje es una unidad reproductora que se obtienen separando de la planta madre un segmento que contenga zonas meristemáticas (nudos y entrenudos). Pueden obtenerse de tallos, de hojas o raíces, que colocadas en condiciones favorables son capaces de formar un nuevo individuo con caracteres iguales a la planta madre, (Osuna et al.,2016).

En este proceso regenerativo las raíces desarrolladas a partir de un fragmento de tallo, hoja o tejido de yema se denominan raíces adventicias. Para lograr esto, un grupo de células en desarrollo (meristemas), normalmente cercanas al del tejido vascular (que transporta la savia), se diferencian en una serie de raíces iniciales (células radicales), que formarán yemas radicales y posteriormente raíces adventicias, (Uyoh et al.,2016).

La falta de luz es un factor decisivo en la formación de raíces adventicias; la etiolación o etiolado es sumamente eficaz para incrementar la formación de raíces adventicias en tejidos de tallos. Existen esquejes con diferente grado de lignificación: leñosos, semileñosos y herbáceos. Desde el punto de vista de la agronomía, una estaca se diferencia del esqueje en la dureza de los tejidos; mientras que en la estaca la madera es dura o suave dependiendo de la especie, en el esqueje es un tejido parcialmente lignificado como los de rosa o romero o proveniente de una planta herbácea como *Coleus* spp, (Acosta et al.,2013).

El material a utilizar para el estacado debe proceder de plantas madres libres de enfermedades y bien cultivadas, es decir, debe ser sano y bien desarrollado. Lo ideal en un vivero de producción es tener una plantación de pies madres bien cuidada, de donde se tomarán los esquejes todos los años. Debe considerarse que los esquejes a seleccionarse no deberán ser de mucho crecimiento, ni con entrenudos muy largos, ni tampoco de ramas pequeñas o débiles. La longitud puede variar entre 3 - 5 cm y deben incluir al menos dos nudos. El corte basal debe realizarse por debajo de un nudo y biselado, para tener mayor superficie de emisión de raíces, (Caula et al.,2015).

El proceso de obtención de esquejes es relativamente sencillo, pero el éxito depende de varios factores. La capacidad genética de las plantas progenitoras para producir raíces adventicias determinará los cuidados necesarios para que los esquejes enraícen. Además, la condición de los progenitores influye en la calidad del esqueje enraizado. El material procedente de plantas madres jóvenes, especialmente cuando se encuentran en plena etapa de crecimiento, tiene más probabilidades de enraizar. Es conveniente regar las plantas progenitoras unas pocas horas antes, de forma que el tejido esté turgente, en especial si se van a realizar esquejes foliares. La

higiene también resulta esencial para evitar el riesgo de enfermedades en un esqueje al realizar un corte o manipularlo. Mantenga limpios las superficies y el material. Las herramientas para obtener esquejes deben desinfectarse y mantenerse lo más afiladas posible, con el fin de evitar causar daño en las células durante la operación, (Osuna et al.,2016).

El tiempo que tarda un esqueje en enraizar depende de la especie en cuestión, del tipo de esqueje, de la edad del tallo, de la forma en que se preparó y de las condiciones de humedad y temperatura. En general los esquejes foliares enraízan en unas tres semanas, mientras que los leñosos y semileñosos tardan hasta cinco meses, (Uyoh et al.,2016).

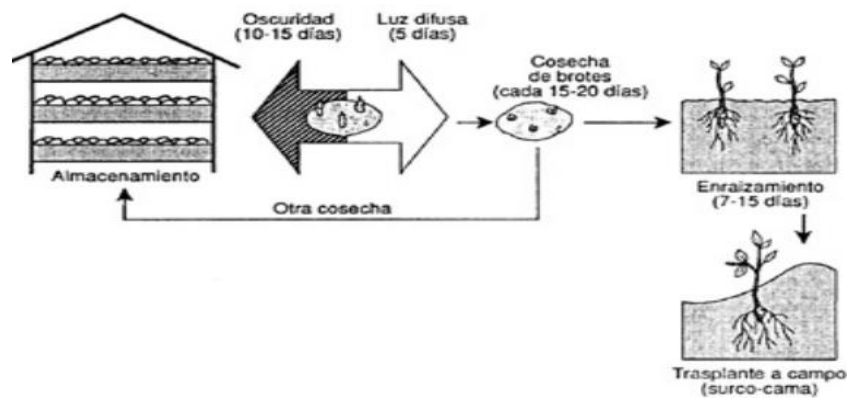
El tratar esquejes y/o estacas con reguladores del crecimiento del tipo auxina, es aumentar el porcentaje de esquejes que formen raíces, acelerar la formación de las mismas, aumentar el número y la calidad de las raíces formadas en cada esqueje y uniformar el proceso de enraizamiento, (Osuna et al.,2016).

7.5.2 Esquejes de brotes

Es una técnica que permite incrementar rápidamente, la producción óptima de esquejes tiene alternativamente varios días a la oscuridad y varios días a la luz difusa, hasta que el brote se torne verde y tanto su longitud como la distancia entre los nudos faciliten el corte de los brotes. El número de esquejes de brote se puede incrementar cortando el ápice de los brotes cuando éstos hayan alcanzado 2 – 3 cm. La tasa de multiplicación depende de la longitud del brote lateral, del tamaño de corte y de las habilidades de los operarios para hacer enraizar los pequeños esquejes, de cada tubérculo se puede hacer dos o tres cosechas de brotes, (Sotomayor et al.,2024).

Esta tecnología permite también incrementar considerablemente los índices de multiplicación y, como en los casos anteriores, eliminan los patógenos no sistémicos y nemátodos que transmiten por el suelo. Este método se basa en la obtención de varias cosechas de brotes del tubérculo, los cuales se enraízan para luego convertirse en nuevas plantas en las camas o en el campo, (Hidalgo et al.,2024).

Figura 1. Representación del enraizamiento de esquejes de brote.



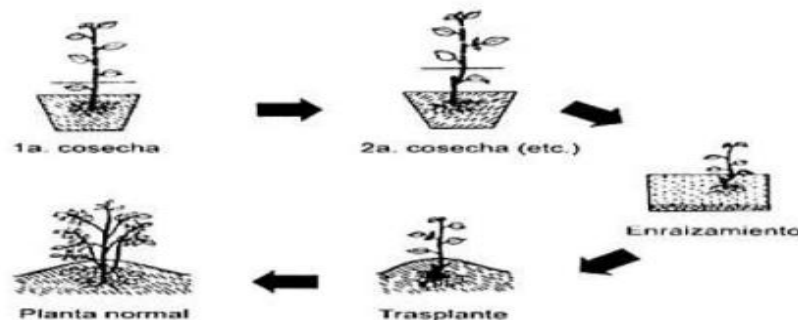
Fuente: Rodrigez,2007.

7.5.3 Esqueje de tallo juvenil

Se eligen plantas de papa de la variedad y calidad necesitada, jóvenes que estén sin problemas de enfermedades y con un buen desarrollo, se cortan los esquejes de la planta de papa dejando la base de la planta, para que esta vuelva a crecer, y se pueda obtener una segunda cosecha de esquejes, (Centeno et al.,2020). El corte se realiza dejando una hoja, un nudo o yema estos cortes se hacen utilizando un bisturí, hoja de afeitar o un cuchillo debidamente desinfectado ojalá con cloro, la persona que realiza los cortes también debe lavarse las manos con una solución jabonosa con todas las medidas de asepsia. Una vez realizado el corte se aplica enraizante en la base y se trasplantan a las bandejas y los esquejes pueden convertirse también en nuevas plantas madres, (Sotomayor et al.,2024).

El corte de los esquejes de cada planta se hace a 5cm sobre la hoja basal, sin dañar la yema axilar que servirá para propiciar el nuevo brotamiento de la planta madre; el corte debe ser limpio y perpendicular al tallo sin dañar la hoja, se pueden realizar entre dos y ocho cosechas sucesivas.

Figura 2. Representación del esqueje de tallo juvenil.



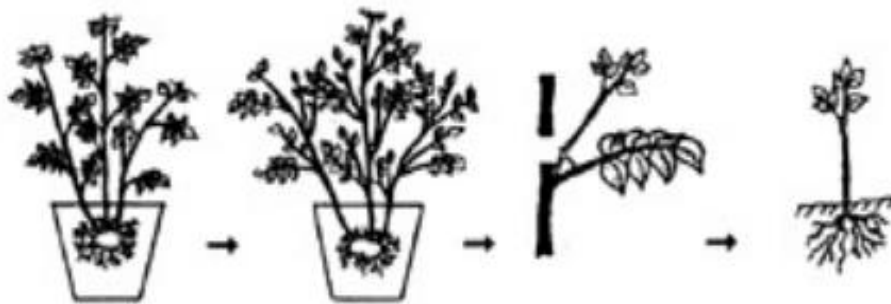
Fuente: Rodrigez,2007.

Cada tallo seccionado, es luego segmentado en porciones de nudos con una hoja y una yema axilar el número de esquejes que se pueden obtener por planta varia de 5 a 10 según la variedad; en número de esquejes aumentará en las siguientes cosechas. Los esquejes con yema apical se deben sembrar juntos, pues éstos estarán listos para el trasplante varios días antes que los esquejes con yema axilar. Los cortes en las cosechas posteriores son similares. Para asegurar el enraizamiento de los esquejes se recomienda aplicar una hormona de enraizamiento, (Rodríguez, 2007).

7.5.4 Esqueje de tallo lateral

El uso de esquejes de tallo lateral es una técnica ampliamente utilizada en programas de semilla prebásica y básica. Cuando las plantas madres tienen de 20 a 0 cm de altura se elimina la yema apical, para estimular el crecimiento de los tallos laterales los esquejes, se siembran en la arena entre 3 y 4 cm de profundidad, asegurándose de compactar bien la turba alrededor del esqueje para favorecer el enraizamiento. La capacidad de formación de raíces de los esquejes depende de la calidad del sistema radicular formado y posterior desarrollo del esqueje, (Ramírez et al., 2011).

Figura 3. *Esquema de los esquejes de tallos lateral*



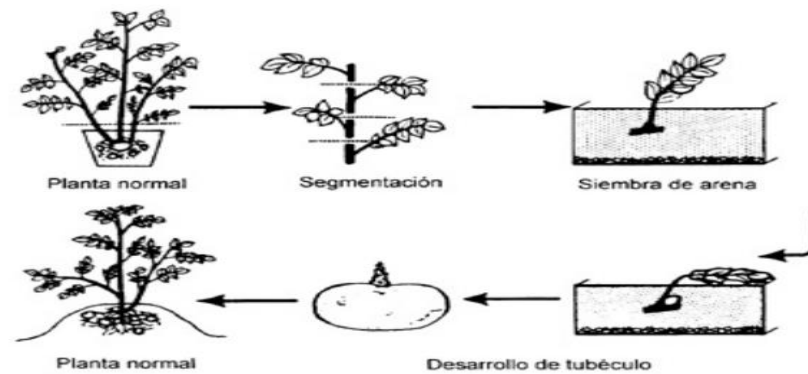
Fuente: Rodríguez, 2007.

7.5.5 Esqueje de tallo adulto

Este es un método suplementario para obtener tuberculillos a partir de esquejes de tallo adulto. El método consiste en seleccionar tallos de plantas que han iniciado su madurez fisiológica; éstos se cortan en pedazos que tengan una hoja y un pedazo de tallo (3 cm). Los esquejes obtenidos se colocan en un substrato de arena para producir tuberculillos en las axilas de esqueje. De cada planta madre se pueden producir entre 80 y 120 tuberculillos. Las plantas

madres deben crecer primero bajo días largos y luego bajo días cortos por 10 a 15 días antes del corte de los esquejes; esto se hace para inducir la tuberización. Es muy importante para la tuberización que el esqueje no tenga una yema bien diferenciada, ya que cuando ésta se ha diferenciado para producir un tallo aéreo, no produce el tuberculillo esperado. Lo mismo ocurre cuando el esqueje escogido es senescente y está dañado o cuando se toma de la zona muy apical, en cuyo caso se forman raíces como en el caso del esqueje de tallo juvenil, (Rodríguez, 2007).

Figura 4. Representación de tuberculillos a través de los esquejes de tallo adulto.



Fuente: Rodríguez, 2007.

7.6 ORIGEN DE LA VARIEDAD SÚPERCHOLA (*Solanum tuberosum*)

Esta variedad fue generada por el señor Germán Bastidas. Proviene de los cruzamientos realizados con las variedades (Rosita x Curipamba) x *Sphureja* x Chola normal) x Chola 1,2, 3). Liberada en 1984, (Andrade et al., 2017).

Tabla 5. Clasificación taxonómica de la papa Superchola

| | |
|-------------|--------------------------|
| Reino | Vegetal |
| División | Fanerógama |
| Subdivisión | Angiospermas |
| Clase | Dicotiledóneas |
| Subclase | Simpétala |
| Sección | Anisocárpeas |
| Orden | Solanales |
| Familia | <i>Solanaceae</i> |
| Género | <i>Solanum</i> L. |
| Especie | <i>Solanum tuberosum</i> |

Fuente: (Torres M. , 2011)

7.6.1 Características Agronómicas

Maduración: Tardía (180 – 210 días)

Rendimiento: 20 – 30 t/ha

Altitud de cultivo: 2800 – 3400 m.s.n.m.

Enfermedades: Susceptible a lanchara (*Phytophthora infestans* Mont. De Bary), medianamente resistente a roya (*Puccinia pitteriana* P. Hennings), tolerante al nemátodo del quiste (*Globodera pallida* Stone Behrens), (Mastrocola *et al.*, 2016).

Contenido de materia seca: 22 – 24 %

Período de dormancia: 80 días. (Mastrocola *et al.*, 2016).

USOS

Consumo en fresco: sopa y pure.

Consumo procesado: papas fritas en forma de hojuelas y tipo bastón (Mastrocola *et al.*, 2016).

7.6.2 Características Morfológicas

Planta

Habito de crecimiento erecto, tallos pigmentados, presencias de alas rectas y onduladas.

Hojas

Disecionadas, de color verde intenso con tres a cuatro pares de foliolos laterales, un foliolo terminal, dos a tres pares de inter hojuelas entre foliolos laterales y uno a dos pares de interhojuelas sobre peciolulos.

Floración

Moderada, flor morada con color secundario blanco, forma de la corola estrellada.

Tubérculos

Forma ovalada, ojos superficiales; color predominante rosado, color secundario blanco crema, distribuido alrededor de los ojos, pulpa amarillo intenso.

Brotes

Color predominante blanco y su color secundario en la base violeta.

7.7 ORIGEN DE LA VARIEDAD INIAP-PUCA SHUNGO (*Solanum andigenum*)

La variedad INIAP-Puca Shungo proviene de una autofecundación de la variedad nativa Chaucha Camote (BOM 532)¹, colectada en la provincia Imbabura, Cantón Ibarra, localidad Anaspamba Alto, (Monteros *et al.*, 2011).

Tabla 6. Clasificación taxonómica de la papa INIAP- Puca shungo

| | |
|----------|-------------------|
| Reino | Plantae |
| División | Magoliophyta |
| Clase | Magnoliopsida |
| Subclase | Asteridae |
| Orden | Solanales |
| Familia | <i>Solanáceae</i> |
| Género | <i>Solanum</i> |
| Especie | <i>Andígenum</i> |

Fuente: (Torres M. , 2011)

7.7.1 Características Agronómicas

Maduración: Intermedia (140 – 165 días)

Rendimiento: 20 – 30 t/ha

Altitud de cultivo: 2900 – 3300 m.s.n.m.

Enfermedades: Moderada resistencia a lancha (*Phytophthora infestans* Mont. De Bary).

Contenido de materia seca: 20 – 22 %

Período de dormancia: 40 días, (Mastrocola *et al.*, 2016).

USOS

Consumo en fresco: Papa cocinada con cáscara, puré y al vapor.

Consumo procesado: Hojuelas fritas de colores.

7.7.2 Características Morfológicas

Planta

Hábito de crecimiento semi erecto, tallos verdes con manchas purpuras y alas rectas.

Tallos

Verdes Con Muchas Manchas Púrpuras y Alas Rectas.

Hojas

Disecionadas, cuatro pares de foliolos laterales y dos pares de inter hojuelas entre foliolos laterales.

Floración

Moderada, flor de color blanco claro con bandas en el envés de color lila, forma de la corola semiestrellada.

Fruto

Baya, de forma globosa, de color verde con puntos blancos.

Tubérculos

Forma comprimida, piel de color rojo morado de intensidad intermedia, pulpa crema con anillo vascular y medula de color rojo, ojos profundos.

Brotes

Color predominante morado y su color secundario rojo en el ápice.

8. HIPOTESIS

8.1 Hipótesis Nula (Ho)

Los diferentes enraizantes no tendrán efecto en el enraizamiento de los esquejes en las variedades de papa.

8.2 Hipótesis Alternativa (Ha)

Los diferentes enraizantes tendrán efecto en el enraizamiento de los esquejes en las variedades de papa.

9.METODOLOGIA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1 Ubicación del ensayo

El presente Proyecto de investigación se implementó en la Estación Experimental Santa Catalina (INIAP), ubicada a 45,9 km del sur de Quito (Pichincha), se encuentra en el cantón Mejía sector Cutuglagua, a una altitud de 3050 msnm, tiene una extensión de 89 hectáreas.

Figura 5. *Ubicación del invernadero del Núcleo de Desarrollo Tecnológico.*



Fuente: Google Earth

Tabla 7. *Características del área de estudio*

| | |
|------------------|--------------|
| Altitud | 3050metros |
| Extensión | 89Ha |
| Latitud | -0. 368923° |
| Altitud | -78. 555139° |

9.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

9.2.1 Experimental

El método de investigación es experimental porque se basó en la evaluación de la variable dependiente que es la variedad de papas y la variable independiente son los cuatro enraizantes.

9.2.2 Diseño Experimental

Se implemento un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) para evaluar tanto factores como variables en la Estación Experimental Santa Catalina INIAP.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con 8 tratamientos y 3 repeticiones, su arreglo factorial es A x B con un total de 24 unidades experimentales.

9.2.3 Cuantitativa

En la presente investigación se obtuvo datos cuantitativos que nos ayudan a obtener datos numéricos precisos de los diferentes tratamientos.

9.3 Modalidad Básica de Investigación

9.3.1 De campo

La investigación se encuentra en un invernadero, en condiciones controladas.

9.3.2 Bibliografía Documental

La investigación posee revisión de material bibliográfico y documental que sirvió de apoyo para dar contexto a la fundamentación teórica.

9.4 Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos

9.4.1 Registro de datos

Todos los datos obtenidos se registrarán en un libro de campo.

9.4.2 Materiales

Material vegetativo

- Esquejes de dos variedades papas: Superchola e INIAP- Puca shungo.

Enraizantes

- *Trichoderma harzianum*
- *Bacillus subtilis*
- A base de café “Minerva”
- Hormonagro1 (Testigo)

Invernadero

- Sustrato
- Guantes
- Bandejas de plásticos
- Bomba de fumigar
- Tijera de podar
- Bisturí
- Etiquetas

- Palillos
- Cubetas
- Atomizador
- Vasos de plásticos
- Vaso de precipitación
- Papel absorbente
- Gramera

Fertilizante Foliar

- Nutrivigor 434

Desinfectante

- Aviyodox

Materiales de oficina

- Libreta de campo
- Esferos
- Cámara fotográfica
- Calculadora
- Regla
- Laptop

9.4.3 Análisis Estadístico

Para el análisis de datos se utilizó un software estadístico (InfoStat), aplicando la prueba de Tukey al 5%, para establecer las fuentes de variación y determinar si el valor de probabilidad es significativo (*), altamente significativo (**), y no significativo(ns).

Tabla 8. Esquema de ADEVA o ANOVA

| F de V | GL | GL |
|---------------------|---------------|-----------|
| Factor A | (2-1) | 1 |
| Factor B | (4-1) | 3 |
| Factor A x B | (A-1) x (B-1) | 3 |
| Repeticiones | (3-1) | 2 |
| Error | Diferencia | 14 |
| Total | (24-1) | 23 |

Fuente: Toapanta,2024

9.4.5 Factores en estudio

Factor A: Variedades

V1: Superchola (*Solanum tuberosum*)

V2: Iniap-Púca shungo (*Solanum andigenum*)

Factor B: Enraizantes

E1: *Trichoderma harzianum*

E2: *Bacillus subtilis*

E3: A base de Café "Minerva"

E4: Hormonagro 1 (Testigo)

Tratamientos

Tabla 9. *Tratamientos en estudio*

| Tratamientos | Codificación | Descripción |
|--------------|--------------|---|
| T1 | V1E1 | Superchola+ <i>Trichoderma harzianum</i> |
| T2 | V1E2 | Superchola+ <i>Bacillus subtilis</i> |
| T3 | V1E3 | Superchola+A base de café "Minerva" |
| T4 | V1E4 | Superchola+Hormonagro1(Testigo) |
| T5 | V2E1 | INIAP-Puca shungo+ <i>Trichoderma harzianum</i> |
| T6 | V2E2 | INIAP-Puca shungo+ <i>Bacillus subtilis</i> |
| T7 | V2E3 | INIAP-Puca shungo+A base de café "Minerva" |
| T8 | V2E4 | INIAP-Puca shungo+Hormonagro1(Testigo) |

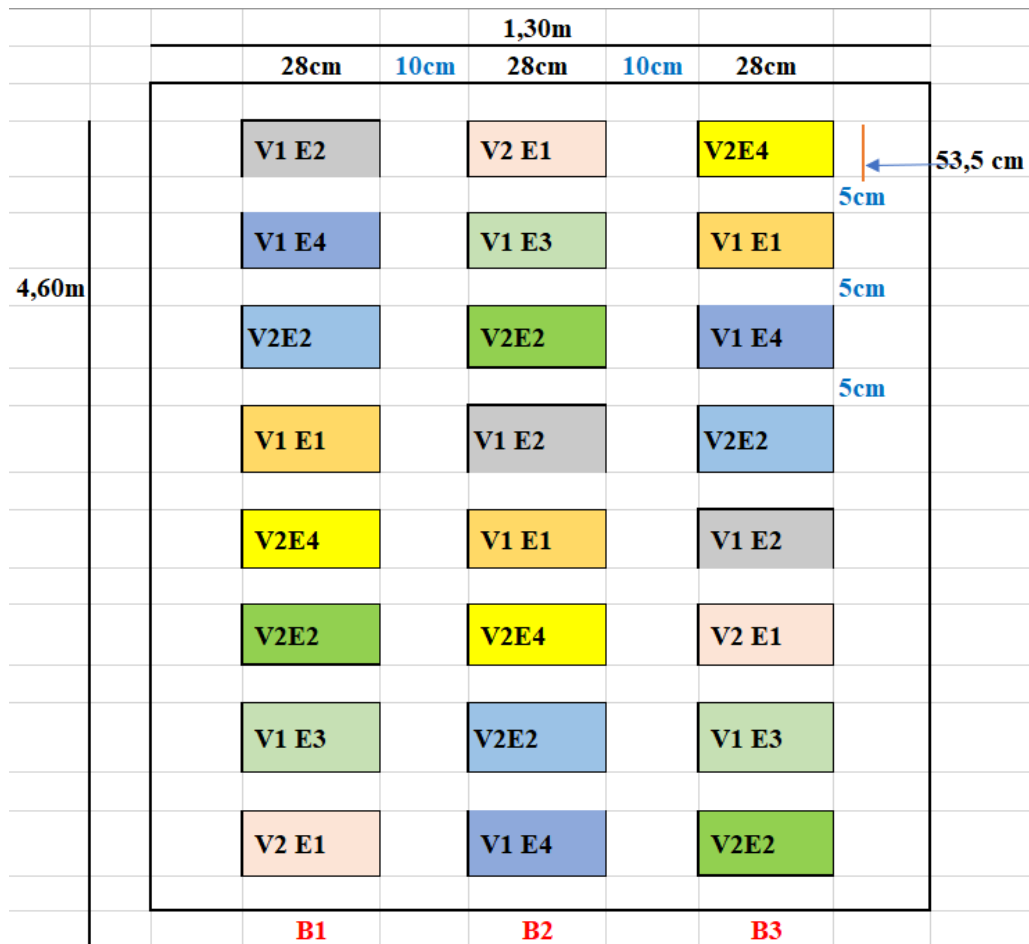
Elaborado: Toapanta,2024

Se evaluarón un total de 8 tratamientos por la interacción de cada uno de los factores en estudio, siendo el testigo el tratamiento con hormonagro1.

9.5 Diseño del Ensayo de Campo

Figura 6. Esquema del ensayo.

En la figura 6 se observa la distribución de los tratamientos colocados aleatoriamente en el diseño de bloques, incluyendo el testigo.



Elaborado por: Toapanta,2024

9.5.1 Variables en Estudio

- ✓ Porcentaje de prendimiento de los esquejes
- ✓ Largo de brote del esqueje a los 30 días
- ✓ Largo de brote del esqueje a los 45 días
- ✓ Número de raíces
- ✓ Longitud de raíces
- ✓ Peso de raíces

9.6 Variables y Métodos de Evaluación

9.6.1 Porcentaje de prendimiento del esqueje

A los 30 días después de la siembra, se contabilizó el número de esquejes prendidos. Los datos recolectados fueron transformados a porcentaje, para ello es necesario el número de esquejes sembrados y el número de esquejes prendidos. Se aplicó la siguiente fórmula según (Vera, 2021).

$$\% \text{ *Prendimiento* } = \frac{\text{Número de esquejes prendidos} * 100\%}{\text{Número de esquejes sembrados}}$$

9.6.2 Longitud del brote del esqueje

Con ayuda de una regla se tomó los datos de la longitud de los brotes de los esquejes de papas a los 30 y 45 días, este proceso se repitió con los 12 esquejes seleccionados de cada tratamiento.

9.6.3 Número de raíces

Para realizar el conteo del número de raíces, se colocó en un vaso de precipitación con agua removiendo todo el sustrato. Luego se colocó sobre papel absorbente para quitar el exceso de agua y se contó el número de raíces de cada uno de los tratamientos, registrando los datos en el libro de campo.

9.6.4 Longitud de raíces

Con ayuda de una regla se tomó los datos de longitud de las raíces adventicias desde la parte enraizada hasta el ápice terminal de la raíz, este proceso se repitió con los 12 esquejes seleccionados de cada tratamiento.

9.6.5 Peso de raíces en fresco

Después de evaluar las variables anteriores se cortó la raíz de los esquejes y se pesó en una gramera. Para realizar esta técnica se revisó bibliografía de la técnica del muestreo destructivo que consta en separar la parte aérea de la parte radical, luego se debe pesar en una báscula (Portilla, 2023).

9.6.6 Análisis Económico

Se realizó el análisis económico de los costos de los egresos e ingresos de los tratamientos en estudio. Se analizó el costo de producción por tratamiento (egresos) empleados para la propagación de esquejes de dos variedades de papas y los ingresos es la venta de los esquejes.

Según (Zurita ,2020), menciona que por cada dólar invertido en el proyecto se recupera el dólar de la inversión.

Se utilizo la siguiente ecuación según, (Zurita, 2020) para el cálculo de la relación beneficio/costos:

$$\textit{Beneficio/costo} = \frac{\textit{Total de ingresos}}{\textit{Total egresos}}$$

Los valores a uno presentan mayor rentabilidad y los valores menores a uno menor rentabilidad.

9.7 Manejo específico del experimento

9.7.1 Identificación del área de estudio

Para el área de estudio se utilizó el invernadero del Núcleo del Desarrollo Tecnológico perteneciente a la Estación Experimental Santa Catalina (INIAP).

Figura 7. *Identificación del área de estudio*



Fuente: Google Earth

9.7.2. Limpieza y desinfección del área de trabajo

Se procedió a limpiar los residuos de sustrato que se encontraba en los mesones, además se procedió a lavar y se desinfectar toda el área de trabajo. Para la desinfección se utilizó 10 litros de agua con 20ml de yodo.

Figura 8. Limpieza y desinfección



Elaborado por: Toapanta,2024.

9.7.3 Preparación del Enraizante *Trichoderma harzianum*

Se procedió a preparar el *Trichoderma harzianum* en un galón de 5 litros en el cual se agregó 1 litro y medio de agua, 1,400 gramos de harina de haba, 500 ml de melaza, 500 gramos de *Trichoderma harzianum* en la cual tiene 12 esporas por gramo y se dejó reposar por 10 días. Luego se introdujeron la base de los esquejes de las variedades de papas en la mezcla anteriormente descrita por 10 segundos, para luego ser colocado en el sustrato.

Figura 9. Preparación del *Trichoderma harzianum*



Elaborado por: Toapanta,2024.

9.7.4 Preparación del Enraizante *Bacillus subtilis*

Se procedió a preparar el *Bacillus subtilis* en un galón de 5 litros en lo cual se utilizó 1 litro y medio de agua, 1,400 gramos de harina de haba, 500 ml de melaza, 1 litro de *Bacillus subtilis* en la cual tiene 10 esporas por gramo y se dejó reposar por 10 días. Luego se introdujeron la base de los esquejes de las variedades de papas en la mezcla anteriormente descrita por 10 segundos, para luego ser colocado en el sustrato.

Figura 10. *Preparación del Bacillus subtilis*



Elaborado por: Toapanta,2024.

9.7.5 Preparación del Enraizante a base del café “Minerva”

Se procedió a diluir 72 gramos de café molido en una taza de agua con 100ml, se dejó reposar por 24 horas, luego de este tiempo la mezcla debe quedar como una pasta, seguido se debe introducir la base de los esquejes de las dos variedades de papas por 10 segundos y colocarlos en el sustrato.

Figura 11. *Preparación a base de café “Minerva”*



Elaborado por: Toapanta,2024.

9.7.6 Preparación del Enraizante Hormonagro1

Se procedió a diluir 0,75gramos de Hormonagro1 en 500 ml de agua y se introduce durante 6 segundos la base de los esquejes de papas de las dos variedades, para luego ser colocado en el sustrato.

Figura 12. *Preparación de Hormonagrol*



Elaborado por: Toapanta,2024.

9.7.7 *Desinfección de bandejas*

Se realizó una preparación de 2ml de yodo en 1 litro de agua para la desinfección de las bandejas. Posteriormente se iba desinfectando con un atomizador las bandejas que se utilizaban en el proceso de llenado del sustrato.

Figura 13. *Desinfección de bandejas*



Elaborado por: Toapanta,2024.

9.7.8 *Humedecer el sustrato*

Para humedecer el sustrato se agregó agua hasta lograr una humedad del 100% en todo el sustrato hasta obtener una textura suave.

Figura 14. *Humedecer el sustrato*



Elaborado por: Toapanta,2024.

9.7.9 Corte de esquejes de plantas madres

Se seleccionaron plantas madres de papas de las variedades Súperchola y INIAP- Puca shungo, se escogieron los tallos más robustos, libre de enfermedades, se realizó cortes en la parte basal, media y apical de la planta con ayuda de una tijera y un bisturí correctamente desinfectados.

Se ocupó 38 plantas madres de la variedad Súperchola y 39 plantas madres de la variedad INIAP-Puca shungo dándonos un total de 77 plantas madres, de cada una de las plantas madres se obtiene 40 esquejes con un total de esquejes de 3,080.

Figura 15. Corte de esquejes de plantas madres



Elaborado por: Toapanta,2024.

9.7.10 Incorporación del sustrato y siembra de esquejes

Se procede a llenar cada bandeja con la turba preparada realizando un llenado homogéneo, evitando espacios de aire en el medio del alveolo. Las bandejas fueron ubicadas en los mesones. En cada alveolo con turba se colocó un esqueje de papas previo la introducción de la base del esqueje en el respectivo enraizante.

Figura 16. Incorporación del sustrato y siembra de esquejes



Elaborado por: Toapanta,2024.

9.7.11 Toma de Datos

Porcentaje de prendimiento a los 30 días.

En el lapso de los 30 días se contabilizó el número de esquejes prendido para luego aplicar la fórmula mencionada por (Vera,2021) y obtener el porcentaje de prendimiento de las variedades de papa.

Figura 17. *Porcentaje de prendimiento*



Elaborado por: Toapanta,2024.

9.7.12. Toma de datos de la longitud de brote de esqueje

Con ayuda de una regla se midió la longitud de los brotes de los esquejes a los 30 y 45 días de cada uno de los tratamientos.

Figura 18. *Longitud de brote*



Elaborado por: Toapanta,2024.

9.7.13 Toma de datos número de raíces.

Para realizar el conteo del número de raíces se colocó la plántula de papa en un vaso de precipitación con agua, para remover todo el sustrato. Luego se coloca en papel absorbente para quitar exceso de agua y contabilizó el número de raíces.

Figura 19. *Número de raíces*



Elaborado por: Toapanta,2024.

9.7.14 *Toma de datos longitud de raíces.*

Con ayuda de una regla se tomó los datos de longitud de las raíces desde la parte enraizada hasta el ápice terminal de la raíz.

Figura 20. *Longitud de raíces*



Elaborado por: Toapanta,2024.

9.7.15 *Toma de datos peso de raíces.*

Para realizar esta técnica se revisó bibliografía de la técnica del muestreo destructivo que consta en separar la parte aérea de la parte radical se cortó la raíz de los esquejes y se pesó en una gramera.

Figura 21. Peso de raíces

Elaborado por: Toapanta,2024.

10. ANALISIS Y DISCUSION RESULTADOS

10.1 Porcentaje de prendimiento a los 30 días en los esquejes.

En la tabla 10 el análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento a los 30 días en los esquejes de papas, se puede evidenciar que no existe significación estadística en ninguno de los factores, el coeficiente de variación es de 2,48%. Es decir que no existe significancia de la aplicación de los cuatro enraizantes en las dos variedades de papas.

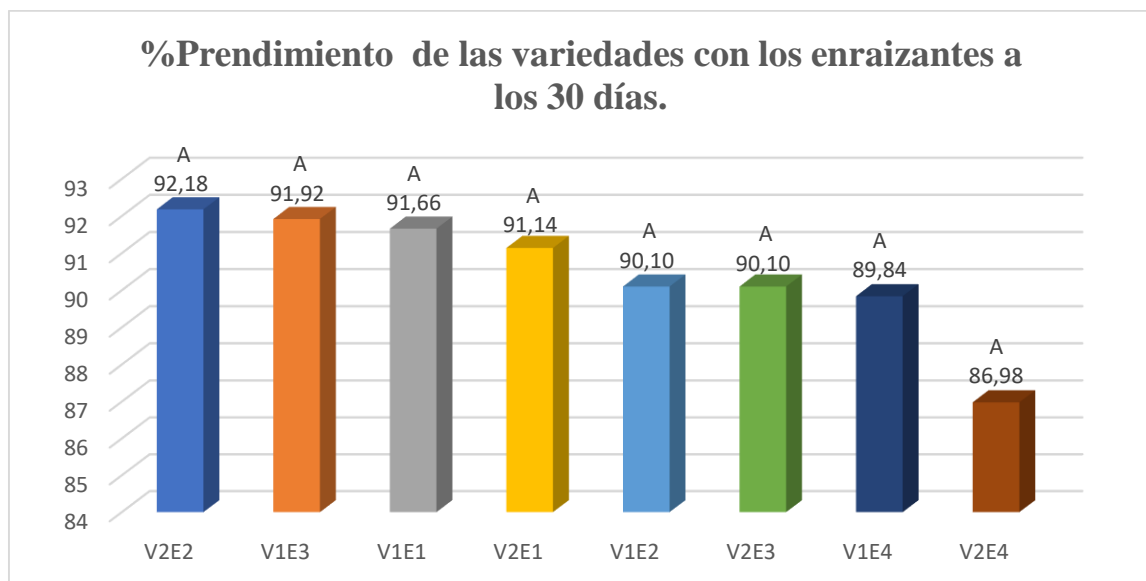
Tabla 10. ADEVA para la variable de prendimiento a los 30 días

| F. V | SC | gl | CM | F | p-valor | |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|----|
| Variedades | 3,67 | 1 | 3,67 | 0,73 | 0,4077 | ns |
| Enraizantes | 35,17 | 3 | 11,72 | 2,33 | 0,1187 | ns |
| Variedades*Enraizantes | 20,54 | 3 | 6,85 | 1,36 | 0,2953 | ns |
| Repeticiones | 34,54 | 2 | 17,27 | 3,43 | 0,0613 | ns |
| Error | 70,45 | 14 | 5,03 | | | |
| Total | 164,37 | 23 | | | | |
| CV% | 2,48 | | | | | |

En la tabla 11 se puede observar los promedios de prendimiento de los esquejes a los 30 días, no existe significancia en las variedades y en los enraizantes, siendo estadísticamente iguales, pero numéricamente diferentes. Según (Gutierrez, 2013) menciona que el objetivo de tratar esquejes con enraizantes es aumentar el porcentaje de prendimiento de los esquejes que forman raíces y aceleran la iniciación de ellos, además si los enraizantes contiene auxinas naturales inducción en las yemas de los esquejes para la formación del callo y así emita sus raíces para su anclaje en el sustrato.

Tabla 11. Promedios de prendimiento de las variedades por enraizantes

| Variedades | Enraizantes | Medias |
|------------|-------------|--------|
| V2 | E2 | 92,18 |
| V1 | E3 | 91,92 |
| V1 | E1 | 91,66 |
| V2 | E1 | 91,14 |
| V1 | E2 | 90,10 |
| V2 | E3 | 90,10 |
| V1 | E4 | 89,84 |
| V2 | E4 | 86,98 |

Figura 22. Porcentaje de prendimiento de las variedades con los enraizantes

Elaborado por: Toapanta,2024

10.2 Longitud de brote a los 30 días en los esquejes.

En la tabla 12 el análisis de varianza para la longitud del brote a los 30 días en los esquejes de papas, se puede evidenciar que, en las variedades no existe significancia; pero para los enraizantes tienen alta significancia con ($<0,0001$), y para las variedades por enraizantes y repeticiones son significantes; el coeficiente de variación fue de 4,15%. Esto quiero decir que existe influencia de los enraizantes en las dos variedades de papas.

Tabla 12. ADEVA para la variable longitud de brote a los 30 días

| F. V | SC | gl | CM | F | p-valor | |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|----|
| Variedades | 0,03 | 1 | 0,03 | 1,96 | 0,1832 | ns |
| Enraizantes | 6,48 | 3 | 2,16 | 158,72 | <0,0001 | ** |
| Variedades*Enraizantes | 0,64 | 3 | 0,21 | 15,71 | 0,0001 | * |
| Repeticiones | 0,16 | 2 | 0,08 | 5,92 | 0,0137 | * |
| Error | 0,19 | 14 | 0,01 | | | |
| Total | 7,5 | 23 | | | | |
| CV% | 4,15 | | | | | |

En la tabla 13, se realizó el análisis estadístico de Tukey al 5% para los enraizante en el largo de brote de los esquejes, tiene 3 rangos de significancia, en el rango A se encuentra el Enraizante E2 (*Bacillus subtilis*) obteniendo una media de 3,63; comparado con el rango C el enraizante E1 (*Trichoderma harzianum*) con una media de 2,35.

Tabla 13. Prueba Tukey al 5% de los enraizantes

| Enraizantes | Medias | Rango |
|--------------------|---------------|--------------|
| E2 | 3,63 | A |
| E4 | 2,65 | B |
| E3 | 2,57 | B |
| E1 | 2,35 | C |

En la tabla 14, se realizó el análisis estadístico de Tukey al 5% para las variedades por enraizantes en la longitud de brote de los esquejes, tiene 4 rangos de significancia, en el rango A se encuentra la Variedad 2 (INIAP-Puca shungo) con el enraizante E2 (*Bacillus subtilis*) obteniendo una media de 3,88; comparado con el rango D la Variedad 2 (INIAP-Puca shungo) con el enraizante E1 (*Trichoderma harzianum*) con una media de 2,26. Según (Obando, 2022) la bacteria *Bacillus subtilis* contribuye al crecimiento de las plantas, porque facilita la disponibilidad de nitrógeno y fósforo interviene en el desarrollo de los cultivos aumentando su rendimiento y promoviendo el desarrollo vegetal.

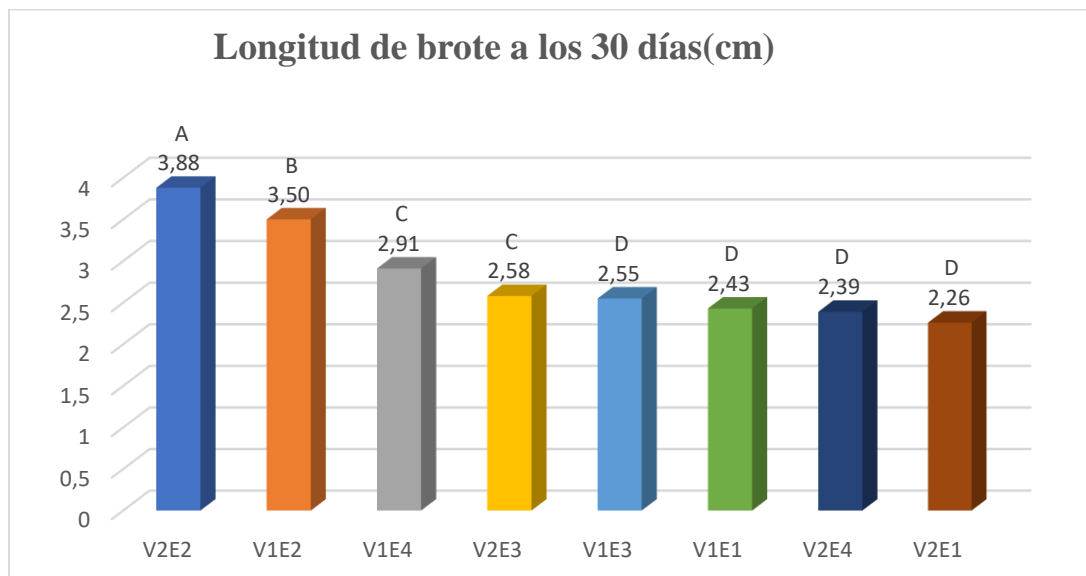
Tabla 14. Prueba Tukey al 5% de variedades por enraizantes

| Variedades | Enraizantes | Medias | Rango |
|------------|-------------|--------|-------|
| V2 | E2V2 | 3,88 | A |
| V1 | E2V1 | 3,50 | B |
| V1 | E4V1 | 2,91 | C |
| V2 | E3V2 | 2,58 | C D |
| V1 | E3V1 | 2,55 | D |
| V1 | E1V1 | 2,43 | D |
| V2 | E4V2 | 2,39 | D |
| V2 | E1V2 | 2,26 | D |

En la tabla 15, se realizó el análisis estadístico de Tukey al 5% para las repeticiones en el largo de brote de los esquejes tiene 2 rangos de significancia, en el rango A se encuentra la repetición 2 con una media de 2,92; comparado con el rango B la repetición 1 con una media de 2,72.

Tabla 15. Prueba Tukey al 5% de repeticiones

| Repeticiones | Medias | Rango |
|--------------|--------|-------|
| 2 | 2,92 | A |
| 3 | 2,8 | A B |
| 1 | 2,72 | B |

Figura 23. Longitud de brote de los esquejes.

Elaborado por: Toapanta,2024

10.3 Longitud de brote a los 45 días en los esquejes

En la tabla 16 el análisis de varianza para la longitud del brote a los 45 días en los esquejes de papas, se puede evidenciar que, en las variedades y repeticiones no existe significancia; pero para los enraizantes tienen alta significancia con ($<0,0001$), y para las variedades por enraizantes tiene significancia; y el coeficiente de variación fue de 4,14%. Esto quiero decir que existe influencia de los enraizantes en las dos variedades de papas.

Tabla 16. ADEVA para la variable longitud de brote a los 45 días

| F. V | SC | gl | CM | F | p-valor | |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|----|
| Variedades | 0,04 | 1 | 0,04 | 2,16 | 0,1640 | ns |
| Enraizantes | 6,85 | 3 | 2,28 | 131 | $<0,0001$ | ** |
| Variedades*Enraizantes | 0,59 | 3 | 0,20 | 11,33 | 0,0005 | * |
| Repeticiones | 0,12 | 2 | 0,06 | 3,38 | 0,0634 | ns |
| Error | 0,24 | 14 | 0,02 | | | |
| Total | 7,84 | 23 | | | | |
| CV% | 4,14 | | | | | |

En la tabla 17, se realizó el análisis estadístico de Tukey al 5% para los enraizantes en la longitud de los brotes de los esquejes tiene 3 rangos de significancia, en el rango A se encuentra el enraizante E2 (*Bacillus subtilis*) obteniendo una media de 4,1; comparado con el rango C el enraizante E1 (*Trichoderma harzianum*) con una media de 2,72.

Tabla 17. Prueba Tukey al 5% de los enraizantes

| Enraizantes | Medias | Rango | |
|--------------------|---------------|--------------|---|
| E2 | 4,1 | A | |
| E4 | 3 | B | |
| E3 | 2,94 | B | C |
| E1 | 2,72 | C | |

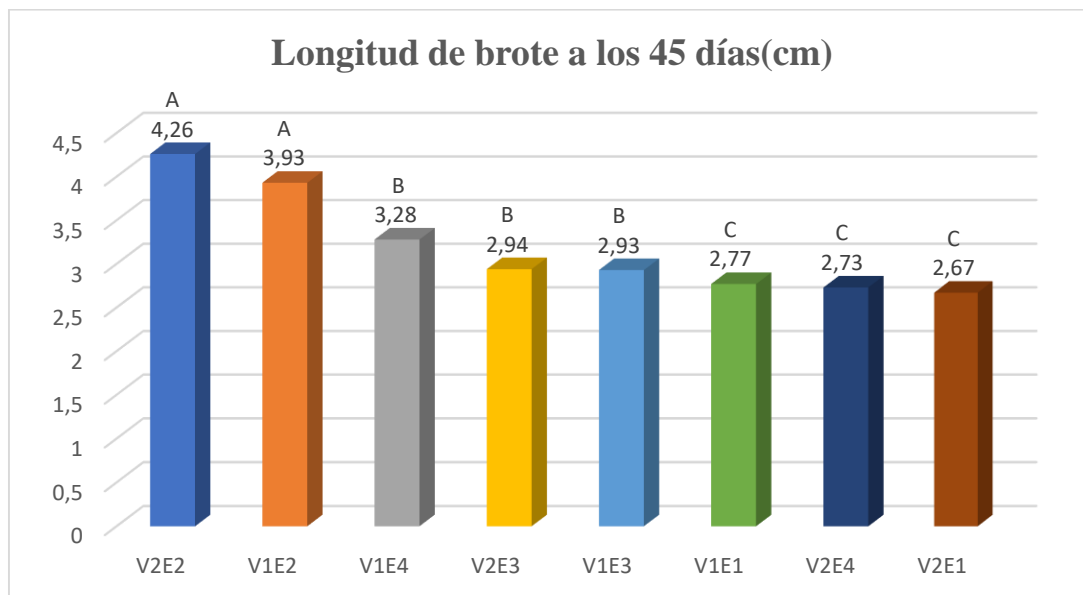
En la tabla 18, se realizó el análisis estadístico de Tukey al 5% para las variedades por enraizantes en la longitud de brote de los esquejes, tiene 3rangos de significancia, en el rango A se encuentra la Variedad 2(INIAP-Puca shungo) con el enraizante E2 (*Bacillus subtilis*) obteniendo una media de 4,26; de igual manera la Variedad 1(Súperchola) con el enraizante E2 (*Bacillus subtilis*) obteniendo una media de 3,93; comparado con el rango C la Variedad 2 (INIAP-Puca shungo) con el enraizante E1(*Trichoderma harzianum*) con una media de 2,67.

Según (Obando, 2022) indica que promueven el crecimiento vegetal, aumentando la altura de planta, el número de tallos promoviendo el desarrollo vegetal.

Tabla 18. Prueba Tukey al 5% de variedades por enraizantes

| Variedades | Enraizantes | Medias | Rango | |
|------------|-------------|--------|-------|---|
| V2 | E2V2 | 4,26 | A | |
| V1 | E2V1 | 3,93 | A | |
| V1 | E4V1 | 3,28 | B | |
| V2 | E3V2 | 2,94 | B | C |
| V1 | E3V1 | 2,93 | B | C |
| V1 | E1V1 | 2,77 | C | |
| V2 | E4V2 | 2,73 | C | |
| V2 | E1V2 | 2,67 | C | |

Figura 24. Longitud de brote de los esquejes.



Elaborado por: Toapanta,2024

10.4 Número de raíces a los 45 días en los esquejes

En la tabla19 el análisis de varianza para el número de raíces a los 45 días en los esquejes de papas, se puede evidenciar que, en las variedades, y repeticiones no existe significancia; pero para los enraizantes y la interacción de variedades por enraizantes tienen alta significancia con ($<0,0001$), el coeficiente de variación fue de 2,96%. Esto quiere decir que existe influencia de los enraizantes en las dos variedades de papas.

Tabla 19. ADEVA para la variable de número de raíces a los 45 días

| F. V | SC | gl | CM | F | p-valor | |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|----|
| Variedades | 0,13 | 1 | 0,13 | 2,21 | 0,1590 | ns |
| Enraizantes | 27,48 | 3 | 9,16 | 157,09 | <0,0001 | ** |
| Variedades*Enraizantes | 7,13 | 3 | 2,38 | 40,74 | <0,0001 | ** |
| Repeticiones | 0,16 | 2 | 0,08 | 1,39 | 0,2814 | ns |
| Error | 0,82 | 14 | 0,06 | | | |
| Total | 35,71 | 23 | | | | |
| CV% | 2,96 | | | | | |

En la tabla 20, se realizó el análisis estadístico de Tukey al 5% para los enraizantes en el número de raíces de los esquejes tiene 3 rangos de significancia, en el rango A se encuentran los enraizantes E2 (*Bacillus subtilis*) obteniendo una media de 9,11; enraizante (Hormonagro1) con una media de 9,03; comparado con el rango C el enraizante E1 (*Trichoderma harzianum*) con una media de 6,46.

Tabla 20. Prueba Tukey al 5% de los enraizantes

| Enraizantes | Medias | Rango | |
|--------------------|---------------|--------------|--|
| E2 | 9,11 | A | |
| E4 | 9,03 | A | |
| E3 | 8 | B | |
| E1 | 6,46 | C | |

En la tabla 21, se puede observar la prueba de significación Tukey al 5% para la interacción de variedades por enraizante en el número de raíces de los esquejes tiene 5 rangos de significancia, en el rango A se encuentra la Variedad 2 (INIAP-Puca shungo) con el enraizante E2 (*Bacillus subtilis*) obteniendo una media de 9,89; Variedad 1 (Superchola) con el enraizante E4 (Hormonagro1) con una media de 9,31; comparado con el rango en el rango E a la Variedad 1 (Súperchola) con el enraizante E1 (*Trichoderma harzianum*) con una media de 6,53 y la Variedad 2 (INIAP-Puca shungo) con el enraizante E1 (*Trichoderma harzianum*) con una media de 6,39.

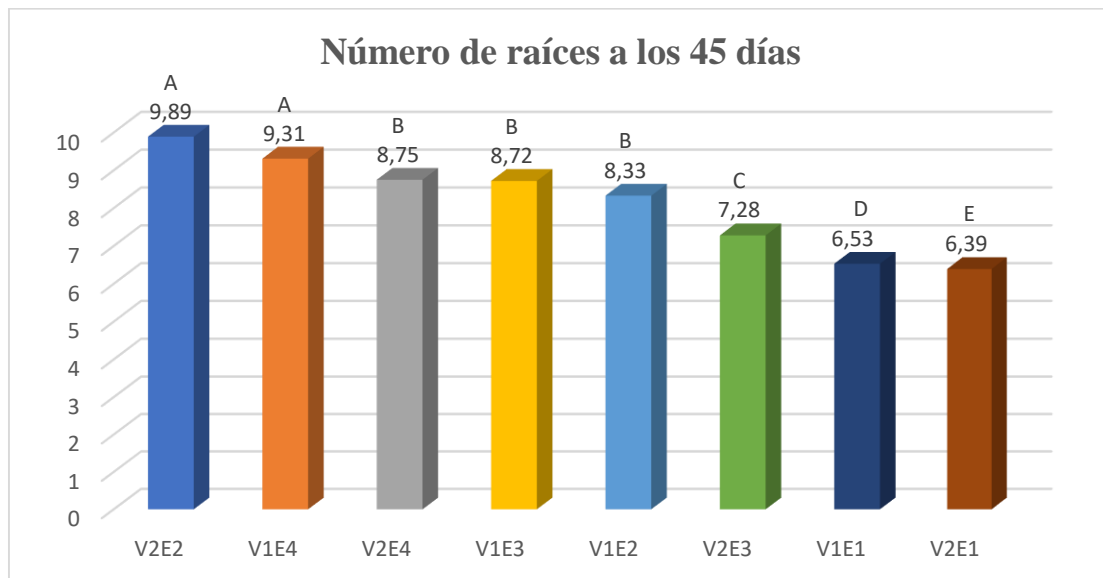
De acuerdo a los resultados de (Arias et al., 2020) la mayor cantidad de raíces se obtuvo con el tratamiento de 4.5 *Bacillus subtilis* cepa QST-713 a los 5 días con 12 raíces/ planta, siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos, con esto se puede decir que *Bacillus subtilis* ayuda, estimulando un mayor número de raíces.

(Ramírez et al.,2021) menciona en su investigación, el porcentaje de enraizamiento en los genotipos de papa solanum phureja fue del 96,11% en el tratamiento turba con enraizante Hormonagro1.

Tabla 21. Prueba Tukey al 5% de variedades por enraizantes

| Variedades | Enraizantes | Medias | Rango |
|------------|-------------|--------|-------|
| V2 | E2 | 9,89 | A |
| V1 | E4 | 9,31 | A |
| V2 | E4 | 8,75 | B |
| V1 | E3 | 8,72 | B C |
| V1 | E2 | 8,33 | B C |
| V2 | E3 | 7,28 | C D |
| V1 | E1 | 6,53 | E |
| V2 | E1 | 6,39 | E |

Figura 25. Número de raíces en los esquejes.



Elaborado por: Toapanta,2024

10.5 Longitud de raíces a los 45 días en los esquejes.

En la tabla 22 el análisis de varianza para la longitud de raíces a los 45 días en los esquejes de papas, se puede evidenciar que en las variedades y la interacción de variedades por enraizantes tiene significancia; pero para los enraizantes tienen alta significancia con ($<0,0001$) y la repetición no tiene significancia y el coeficiente de variación fue de 2,68%. Esto quiero decir que existe influencia de los enraizantes en las dos variedades de papas.

Tabla 22. ADEVA para la variable de longitud de raíces a los 45 días

| F. V | SC | gl | CM | F | p-valor | |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|----|
| Variedades | 1,14 | 1 | 1,14 | 23,56 | 0,0003 | * |
| Enraizantes | 3,48 | 3 | 1,16 | 24,11 | <0,0001 | ** |
| Variedades*Enraizantes | 2,15 | 3 | 0,72 | 14,86 | 0,0001 | * |
| Repeticiones | 0,35 | 2 | 0,18 | 3,68 | 0,0521 | ns |
| Error | 0,67 | 14 | 0,05 | | | |
| Total | 7,80 | 23 | | | | |
| CV% | 2,68 | | | | | |

En la tabla 23, se realizó el análisis estadístico de Tukey al 5% para las variedades en la longitud de raíces de los esquejes tiene 2 rangos de significancia, en el rango A se encuentra la variedad V2 (INIAP-Puca shugo) obteniendo una media de 0,06; comparado con el rango B la variedad V1 (Súperchola) con una media de 0,06.

Tabla 23. Prueba Tukey al 5% de las variedades

| Variedades | Medias | Rango |
|-------------------|---------------|--------------|
| V2 | 8,41 | A |
| V1 | 7,97 | B |

En la tabla 24, se realizó el análisis estadístico de Tukey al 5% para los enraizantes en la longitud de las raíces de los esquejes tiene 3 rangos de significancia, en el rango A se encuentran los enraizantes E2 (*Bacillus subtilis*) obteniendo una media de 8,65; comparado con el rango C enraizante E1 (*Trichoderma harzianum*) con una media de 7,6.

Tabla 24. Prueba Tukey al 5% de los enraizantes

| Enraizantes | Medias | Rango |
|--------------------|---------------|--------------|
| E2 | 8,65 | A |
| E3 | 8,35 | A |
| E4 | 8,16 | B |
| E1 | 7,6 | C |

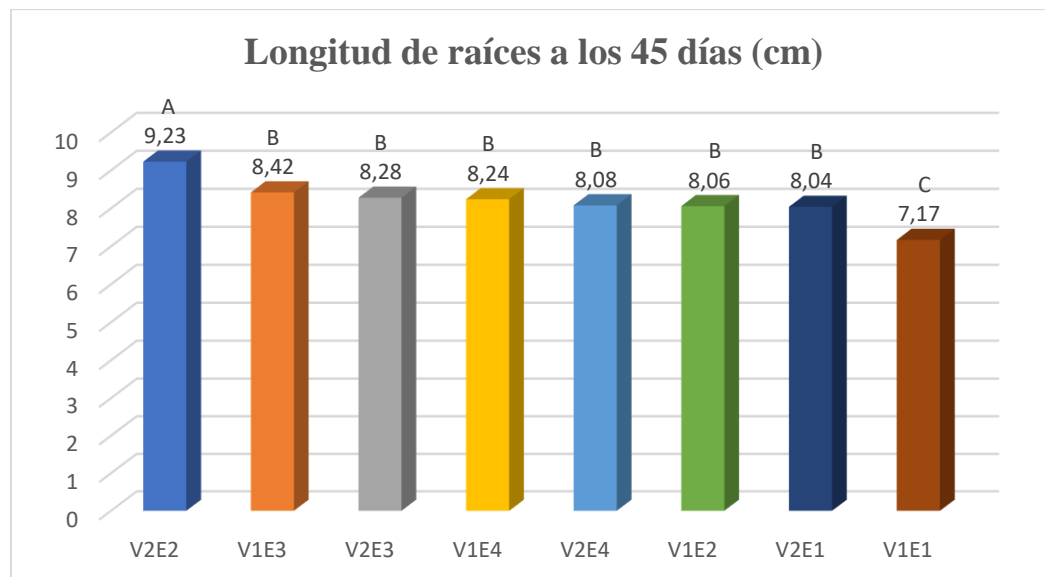
En la tabla 25, se puede observar la prueba de significación Tukey al 5% para la interacción de variedades por enraizante en la longitud de raíces de los esquejes tiene 3 rangos de significancia, en el rango A se encuentra la Variedad 2(INIAP-Puca shungo) con el enraizante E2 (*Bacillus subtilis*) obteniendo una media de 9,23; comparado con el rango C, la Variedad1(Súperchola) con el enraizante E1(*Trichoderma harzianum*) con una media de 7,17.

Según (Hernández, 2011) en lo que concierne a longitud de raíz el mejor tratamiento fue el T2 (*Bacillus subtilis* + *Glomus* sp.) con una longitud de 27,72cm, con esto se puede decir que *Bacillus subtilis* ayuda, estimulando una mayor longitud de raíces.

Tabla 25. Prueba Tukey al 5% de variedades por enraizantes

| Variedades | Enraizantes | Medias | Rango |
|------------|-------------|--------|-------|
| V2 | E2V2 | 9,23 | A |
| V1 | E3V1 | 8,42 | B |
| V2 | E3V2 | 8,28 | B |
| V1 | E4V1 | 8,24 | B |
| V2 | E4V2 | 8,08 | B |
| V1 | E2V1 | 8,06 | B |
| V2 | E1V2 | 8,04 | B |
| V1 | E1V1 | 7,17 | C |

Figura 26. Longitud de raíces en los esquejes.



Elaborado por: Toapanta,2024

10.6 Peso de raíces

En la tabla 26 el análisis de varianza para el peso de raíces a los 45 días en los esquejes de papas, se puede evidenciar que, en las variedades, enraizantes y variedades por enraizantes tienen alta significancia con ($<0,0001$), y en las repeticiones significancia, el coeficiente de variación fue de 1,92%. Esto quiero decir que existe influencia de los enraizantes en las dos variedades de papas.

Tabla 26. ADEVA para la variable peso de raíces a los 45 días

| F. V | SC | gl | CM | F | p-valor | |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|----|
| Variedades | 0,03 | 1 | 0,03 | 1151,03 | $<0,0001$ | ** |
| Enraizantes | 0,05 | 3 | 0,02 | 783,75 | $<0,0001$ | ** |
| Variedades*Enraizantes | 0,02 | 3 | 0,01 | 317,59 | $<0,0001$ | ** |
| Repeticiones | 3,60E-04 | 2 | 1,80E-04 | 8,14 | 0,0045 | * |
| Error | 3,10E-04 | 14 | 2,20E-05 | | | |
| Total | 0,10 | 23 | | | | |
| CV% | 1,92 | | | | | |

En la tabla 27, se realizó el análisis estadístico de Tukey al 5% para las variedades en el peso de las raíces de los esquejes tiene 2 rangos de significancia, en el rango A se encuentra la variedad V2 (INIAP-Puca shugo) obteniendo una media de 0,28; comparado con el rango B de la variedad V1 (Superchola) con una media de 0,21.

Tabla 27. Prueba Tukey al 5% de las variedades

| Variedades | Medias | Rango |
|-------------------|---------------|--------------|
| V2 | 0,28 | A |
| V1 | 0,21 | B |

En la tabla 28, se realizó el análisis estadístico de Tukey al 5% para los enraizantes en el peso de las raíces de los esquejes tiene 4 rangos de significancia, en el rango A se encuentran los enraizantes E3(A base de café “Minerva”) con una media de 0,26: comparado con el rango D el enraizante E1 (*Trichoderma harzianum*) con una media de 0,19.

Tabla 28. Prueba Tukey al 5% de los enraizantes

| Enraizantes | Medias | Rango |
|-------------|--------|-------|
| E3 | 0,31 | A |
| E2 | 0,26 | B |
| E4 | 0,22 | C |
| E1 | 0,19 | D |

En la tabla 29, se realizó el análisis estadístico de Tukey al 5% para la interacción de variedades por enraizante en el peso de raíces de los esquejes tiene 7 rangos de significancia, en el rango A se encuentra la Variedad 2(INIAP-Puca shungo) con el Enraizante E3 (A base de café “Minerva”) obteniendo el peso de raíces a los 45 días con una media de 0,36gr; comparado con el rango G la Variedad 1(Súperchola) con el enraizante E1(*Trichoderma harzianum*) con una media de 0,17gr.

Según (Sanchez, 2023) a base de café promueve el enraizamiento, porque contiene auxinas naturales y contiene mejor efecto en la formación del peso de raíces.

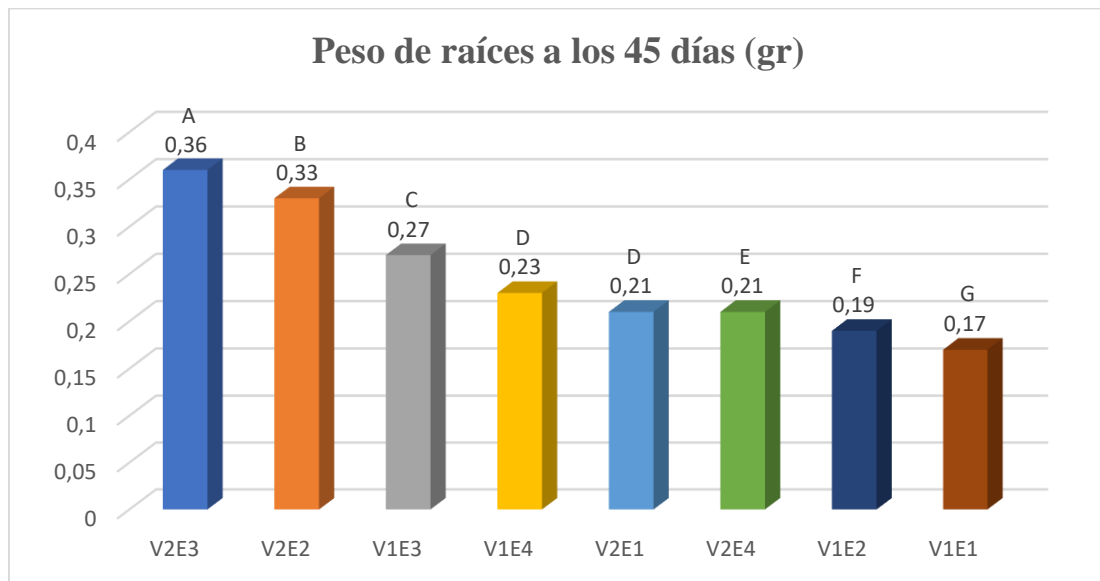
Tabla 29. Prueba Tukey al 5% de variedades por enraizantes

| Variedades | Enraizantes | Medias | Rango |
|------------|-------------|--------|-------|
| V2 | E3 | 0,36 | A |
| V2 | E2 | 0,33 | B |
| V1 | E3 | 0,27 | C |
| V1 | E4 | 0,23 | D |
| V2 | E1 | 0,21 | D E |
| V2 | E4 | 0,21 | E |
| V1 | E2 | 0,19 | F |
| V1 | E1 | 0,17 | G |

En la tabla 30, se realizó el análisis estadístico de Tukey al 5% para las repeticiones en el peso de raíces, tiene 2 rangos de significancia, en el rango A se encuentra la repetición 1 con una media de 0,25; comparado con el rango B la repetición 2 con una media de 0,24.

Tabla 30. Prueba Tukey al 5% de repeticiones

| Repeticiones | Medias | Rango |
|--------------|--------|-------|
| 1 | 0,25 | A |
| 3 | 0,25 | A |
| 2 | 0,24 | B |

Figura 27. Peso de raíces en los esquejes.

Elaborado por: Toapanta,2024

10.7 Análisis Beneficio/Costo

Costo de producción (egresos) del proyecto.

Para obtener los ingresos se comercializo las 3.072 plántulas a un valor de 0,10centavos cada una, obteniendo un total de \$307,20.

Se determino el beneficio/costo aplicando la formula a continuación descrita, donde el total de los ingresos se divide para el total de los egresos en la cual se obtuvo un valor de 1,39 que es >1, es decir que el proyecto es rentable (Anexo2: Tabla 31y 32).

$$\text{Beneficio/costo} = \frac{\text{Total de ingresos}}{\text{Total egresos}}$$

$$\text{Beneficio/costo} = \frac{307,20}{220,88}$$

$$\text{Beneficio/costo} = 1,39$$

10.7.1 Análisis Beneficio /Costo por tratamiento.

Para obtener los ingresos se comercializo las 384 plántulas de cada uno de los tratamientos a un valor de 0,10 centavos cada una, obteniendo un total de \$38,40 por tratamiento. El total de ingresos de los 8 tratamientos es de \$307,20 centavos (Anexo2: Tabla34).

Para obtener el beneficio/costo por tratamiento se debe aplicar la formula según (Zurita,2020), donde se divide el ingreso para los egresos de cada uno de los tratamientos (V1E3, V1E4, V2E3 y V2E4) presenta un beneficio costo de \$1,41 en cambio los tratamientos (V1E1, V1E2, V2E1 y V2E2) presenta un beneficio costo de \$1,37 centavos (Anexo2: Tablas 31 y 32).

Comparación de precio de semilla básica versus plántulas provenientes de esquejes

Siembra de semilla por una hectárea

(INIAP, 2024) menciona que el precio de la semilla básica es de 3,50 dólares por kilogramo, un saco de 45 kg cuesta 157,5 dólares.

En una hectárea se siembra 23,643 semillas de papa básica de 60 gramos a una distancia de 0,30 m entre planta y 1,40 m entre surco, para ellos se necesita 32 quintales de 45 kg a un precio de 157,5 dólares, dándonos un total de 5,040 dólares.

Siembra de plántulas de papa en una hectárea

En cambio, sí se siembra 23,643 plántulas de papa provenientes de esquejes a la misma distancia con un precio de 0,10 centavos nos da un total de 2,364 dólares.

Si comparamos los precios nos convendría sembrar con plántulas provenientes de esquejes de papa, debido a que se ahorra 2,676 dólares. A demás se entregaría al agricultor plántulas de calidad libre de enfermedades.

11.IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

11.1 Técnicos

La elaboración de este proyecto ayudo a los impactos técnicos en el ámbito agrícola, ya que este proyecto de investigación reflejo buenos resultados en cuando a la elaboración y el uso el uso de enraizantes naturales para la propagación de dos variedades de papas, siendo una alternativa ecológica y rentable para el agricultor.

11.2 Sociales

Esta investigación es de impacto social ya que, proporciona al agricultor una alternativa ecológica usando enraizantes naturales para la propagación de esquejes en las papas.

11.3 Ambientales

El uso de enraizantes naturales genera aspectos positivos en la agricultura, ya que es una alternativa ecológica que permitirá obtener cultivos libres de residuos tóxicos.

11.4 Económico

La propagación mediante esquejes con enraizantes naturales son accesibles económicamente para todos los agricultores, debido a que un enraizante a base de café “Minerva” se encuentran en los hogares de las personas.

12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Costos de producción

Los insumos utilizados en el proyecto de investigación fueron donados por el departamento del Núcleo de Desarrollo Tecnológico perteneciente a la Estación Experimental Santa Catalina – INIAP, el departamento de Núcleo de Desarrollo Tecnológico nos ayudó con las plantas madres para sacar los esquejes de las papas que se usaron en cada uno de los tratamientos, bandejas, turba, enraizantes y fertilizantes.

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- *Bacillus subtilis* es el mejor enraizante ya que nos ayuda a promover el desarrollo vegetal tanto a nivel de raíces como vegetativo.
- La variedad (INIAP-Puca shungo) con la aplicación del enraizante *Bacillus subtilis* fue el que obtuvo mayor longitud de brote ya que, el enraizante ayuda a potenciar el crecimiento por las fitohormonas producidas por bacterias.
- Se realizó el análisis beneficio/costo del proyecto de investigación obteniendo un valor de \$1,39 es decir que el proyecto es rentable, ya que, por cada dólar invertido la ganancia es de \$0,39 centavos.

13.2 Recomendaciones

- Mediante los datos obtenidos en el proceso de investigación, se recomienda propagar esquejes de la variedad INIAP-Puca shungo con el enraizante *Bacillus subtilis*, ya que, presento los mejores resultados en este proyecto.
- El uso de enraizantes naturales es una alternativa ecológica y rentable por lo que, se recomienda usar en la propagación en esquejes de papas con la utilización de estos enraizantes se obtienen plantas libres de residuos tóxicos.
- Se recomienda el uso de enraizantes con esquejes de tallo juvenil, ya que, al ser esquejes jóvenes siguen con su desarrollo, como el crecimiento del brote y enraizamiento.

14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Acosta, B. (25 de Abril de 2019). *ECOLOGIA VERDE*. Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/como-hacer-enraizante-natural-1948.html>
- Acosta, M., Aguirreolea, J., & Agusti, M. (2013). *FUNDAMENTOS DE LA FISIOLOGIA VEGETAL*. Obtenido de <https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/FundamentosdeFisiologiaVegetal2008Azcon..pdf>
- Acuña, B., & Cádiz, M. (6 de Julio de 2011). *Instituto de Investigaciones Agropecuarias Centro Regional de Investigación Remehue*. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/4735#:~:text=Serie%20Documental%3A%20Informativo%20INIA%20Remehue%20N%C2%B0%20Publicaci%C3%B3n%3A%20no.,se%20pueden%20producir%20infecciones%20en%20tejidos%20m%C3%A1s%20juveniles.>
- AGRARIA, U. (30 de Mayo de 2018). *AgroForum.pe*. Obtenido de <https://www.agroforum.pe/agro-noticias/fabricar-mejor-enraizante-natural-de-manera-sencilla-13599/#:~:text=Se%20hace%20llevando%20a%20ebullici%C3%B3n,en%20este%20%20%20de%20caf%C3%A9.>
- AgroActivo. (2024). *ESTIMULANTE RADICULAR HORMONAGRO 1*. Obtenido de <https://agroactivocol.com/producto/sanidad-vegetal-alimentos-saludables/coadyuvantes-y-reguladores-fisiologicos/estimulante-radicular-hormonagro-1/>
- Aguirre, V., & Delgado, V. (2010). *PESTICIDAS NATURALES Y SINTETICOS*. Obtenido de https://d1wqtxtslxzle7.cloudfront.net/34067511/Art_03_Pesticidas_naturales_y_sinteticos-libre.pdf?1404068567=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DPESTICIDAS_NATURALES_Y_SINTETICO_S.pdf&Expires=1720379325&Signature=IhQZnX5zsXcatMtAMvISbueycQzX
- Albán, W. (Octubre de 2014). *Instituto Nacional Autonomo de Investigaciones Agropecuarias*. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/856/1/iniapscP.A326e2013.pdf>
- Andrade, Cuesta, Pumisacho, & Velasquéz. (12 de 10 de 2017). *INVENTARIO DE TECNOLOGÍAS E INFORMACIÓN PARA EL CULTIVO DE PAPA EN ECUADOR*. Obtenido de <https://cipotato.org/papaenecuador/2017/10/12/19-superchola/>
- Arias, J., & Reynoso, G. (2020). *Efecto de Bacillus subtilis Cepa QST-713 sobre el desarrollo de plantas de plátano FHIA-20 en aclimatación*. Obtenido de <https://sodiaf.org.do/apf/index.php/apf/article/view/107/92>
- Borba, N. (Agosto de 2008). *La papa un alimento básico*. Obtenido de https://www.rapaluruaguay.org/sitio_1/transgenicos/Papa/Papa.pdf
- Borjas, R., Otiniano, A., & Huamán, L. (Noviembre de 2020). *Las fitohormonas una pieza clave en el desarrollo de la agricultura*. Obtenido de

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2308-38592020000200007&script=sci_arttext

- Catucuamba, K., & Narváez, A. (Octubre de 2023). *Efecto del Uso de Semilla Certificada para Incrementar la Producción de Papa (Solanum Tuberosum) en Ecuador*. Obtenido de <file:///C:/Users/pc/Downloads/8412-Texto%20del%20art%C3%ADculo-39153-1-10-20231124.pdf>
- Caula, B., & Trigiano, R. (2015). *Plant Propagation Concepts and Laboratory Exercises*. Obtenido de file:///C:/Users/pc/Downloads/9780429196188_previewpdf.pdf
- Centeno, J., & Vittorelli, C. (2020). *Desarrollo y producción de esquejes de tallo juvenil en papa obtenidos en cuatro partes diferentes de la misma planta*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5512108>
- Colinagro. (2024). *Inteligencia en Agroproducción*. Obtenido de http://www.ghcia.com.co/plm/source/productos/2980_102_152.htm
- Córdoba, & Ramos. (02 de Abril de 2020). *Diagnóstico financiero y biofísico para la producción de semilla de papa1*. Obtenido de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v31n3/2215-3608-am-31-03-00628.pdf>
- Cotes, J., & Ñustez, C. (2001). *EVALUACION DE DOS TIPOS DE ESQUEJES EN LA PRODUCCION DE SEMILLA PREBASICA DE PAPA CRIOLLA (Solanum phureja Juz et. Buk) VARIEDAD "YEMA DE HUEVO"*. Obtenido de [file:///C:/Users/pc/AppData/Local/Temp/MicrosoftEdgeDownloads/e86ba593-bdb1-4b38-8eaf-999ec57f5309/21709-74302-1-CE%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/pc/AppData/Local/Temp/MicrosoftEdgeDownloads/e86ba593-bdb1-4b38-8eaf-999ec57f5309/21709-74302-1-CE%20(1).pdf)
- Cruz, M., Melgarejo, L., & Romero, M. (2010). *FITOHORMONAS*. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/38934198/AUXINAS-libre.pdf?1443559080=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DI_FITOHORMONAS_Marco_conceptual.pdf&Expires=1720307823&Signature=Q3BLSd5mRy5dT4A-lfziRQ2F0YTiupeqpOnScvuj35LiUOQ8iuiQJjYOAIViu08v
- Cuesta, X., & Monteros, J. (Diciembre de 2020). Obtenido de INFORME ANUAL PROGRAMA NACIONAL DE RAÍCES Y TUBÉRCULOS - PAPA: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5751/1/Informe%20Anual%20PNRT%20PAPA%202020.pdf>
- EVALUACIÓN DE METODOLOGÍAS DE ENRAIZAMIENTO DE ESQUEJES DE TALLO LATERAL EN GENOTIPOS DE Solanum phureja*. (20 de Noviembre de 2011). Obtenido de Ramirez;Amaya: <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfcb/article/view/2103/1634>
- González, L., & Mercado, F. (25 de Enero de 2022). *Bacillus subtilis y Trichoderma: Características generales y su aplicación en la agricultura*. Obtenido de <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=113132>
- Gutierrez, M. (2013). *EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DOS ENRAIZADORES NATURALES EN LA PROPAGACIÓN ASEXUAL DE ESQUEJES DE LIGUSTRO VERDE*

- (*Ligustrum lucidum*) PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTINES EN COTA COTA. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/4298/T-1793.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández, F. (Mayo de 2011). *EFFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE Bacillus subtilis y Glomus sp. EN LA PROMOCIÓN DE CRECIMIENTO EN PLANTAS*. Obtenido de <https://repositorio.uaaan.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/4320/T18709%20HERNANDEZ%20HERNANDEZ,%20FLOR%20SILVESTRE%20%20TESIS.pdf?sequence=1>
- Hidalgo, O., Marca, J., & Palomino, L. (2024). *Aspectos socio- económicos de la producción y distribución de los tubérculos - semillas de papa en America Latina y el Caribe*. Obtenido de <https://1library.co/article/multiplicaci%C3%B3n-acelerada-oscar-hidalgo-jos%C3%A9-marca-ladislao-palomino.zx6400vz>
- INIAP. (2024). *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias-INIAP*. Obtenido de https://www.iniap.gob.ec/wp-content/uploads/2024/03/Precios%20de%20Semilla%20y%20Material%20Vegetal%20INIAP%2014_03_2024.xlsx
- MAGAP. (2011). *Semilleristas identifican ventajas al sembrar plántulas de papa*. Obtenido de <https://www.agricultura.gob.ec/semilleristas-identifican-ventajas-al-sembrar-plantulas-de-papa/>
- Mastrocola, N., Pino, G., & Xavier, M. (Marzo de 2016). *CATÁLOGOS DE VARIEDADES DE PAPAS DEL ECUADOR*. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2748/1/iniapscpm427.pdf>
- Monteros, C., Villacrés, E., & Cuesta, X. (30 de Mayo de 2014). *Biodiversidad, importancia y oportunidades de mercado para las papas nativas ecuatorianas*. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3218/1/iniapscD26.pdf>
- Monteros, C., Yumisaca, F., & Tello, C. (2011). *FICHA TÉCNICA DE LA VARIEDAD DE PAPA INIAP – PUCA SHUNGO*. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/6098/1/2.2%20Ficha%20t%C3%A9cnica%20INIAP%20-%20Puca%20Shungo.pdf>
- Notarío, M., Flores, A., & Gallegos, G. (Mayo de 2011). *Aislamiento y caracterización de bacterias endófitas asociadas con síntomas de punta morada de la papa*. Obtenido de <https://www.revistaagraria.com/index.php/agraria/article/view/458>
- Nunes, P., Medeiros, F., & Oliveira, T. (24 de Noviembre de 2022). *Bacillus subtilis and Bacillus licheniformis promote tomato growth*. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36422850/>
- Obando, B. (2022). *“Efecto de la aplicación de varias dosis de Bacillus subtilis en dos variedades del cultivo de papa (Solanum tuberosum) en el sector de Guamag, cantón Tulcán”*. Obtenido de <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/1380/1/402-%20OBANDO%20CHAMORRO%20BRAYAN%20ALEJANDRO.pdf>

- Osuna, H., & Fierro, A. (Enero de 2016). *Manual de propagación de plantas superiores*. Obtenido de https://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/manual_plantas.pdf
- Portilla, A. (17 de 02 de 2023). *Evaluación de diferentes mezclas de sustratos en la producción de plantas de Ceiba pentandra (L.) Gaertn. en contenedor*. Obtenido de <https://oai.uaaan.mx/xmlui/handle/123456789/49050>
- Puerta Quintero, G. I. (2011). *COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CAFÉ*. Obtenido de <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/340/1/avt0414.pdf>
- Racimes, M., Cuesta, X., & Rivadeneira, J. (30 de Junio de 2021). *IX Congreso Ecuatoriano de la papa*. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5744/1/iniapsc405.pdf>
- Ramírez, A., Zuluaga, C., & Cotes, J. (25 de Noviembre de 2011). *SOBREVIVENCIA DE ESQUEJES DE TALLO LATERAL DE GENOTIPOS DE Solanum phureja*. Obtenido de <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfcb/article/view/2105/1636>
- Ramírez, L., Zuluaga, C., & Torres, J. (Julio de 2021). *Evaluación de Metodologías de Enraizamiento de Esquejes de Tallo Lateral en Genotipos de Solanum phureja*. Obtenido de <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfcb/article/view/2103#author>
- Rodríguez, I., & Piñeros, Y. (2023). *PRODUCCIÓN DE COMPLEJOS ENZIMÁTICOS CELULOLÍTICOS MEDIANTE EL CULTIVO EN FASE SÓLIDA DE Trichoderma sp. SOBRE LOS RACIMOS VACÍOS DE PALMA DE ACEITE COMO SUSTRATO*. Obtenido de http://scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-40042007000200005
- Rodríguez, H. (2007). *Aspectos socio-económicos de la producción y distribución de los tubérculos-semillas de papa en América Latina y el Caribe*. Obtenido de https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/952/1/Barrera-Produccion_tub%c3%a9rculos_semillas_papa_manual_capacitaci%c3%b3n.pdf
- Ruperti, B. (2024). *EVALUACIÓN DE DIFERENTES ENRAIZANTES NATURALES VS. ENRAIZANTE INORGÁNICO PARA PROPAGACIÓN VEGETATIVA POR ESQUEJES DE CORONA DE CRISTO (Euphorbia milii) EN SANTA ELENA – ECUADOR*. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/10908/1/UPSE-TIA-2024-0003.pdf>
- Sabando, G., & Angela, Z. (Noviembre de 2022). *EVALUACIÓN DE CEPAS DE Trichoderma spp COMO BIOESTIMULANTE EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL .* Obtenido de https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1972/1/TIC_A28D.pdf
- Sanchez, L. (2023). *Efecto de cinco enraizadores naturales en la propagación asexual de yuca (Manihot esculenta Crantz)*. Obtenido de http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/3296/1/T026_62001296_T.pdf
- Sotomayor, L., & Mendéz, P. (2024). *TÉCNICAS DE MULTIPLICACIÓN RÁPIDA EN PAPAS*. Obtenido de

<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7299/NR36512.pdf?sequence=12>

- Suárez, L. (2021). *ANÁLISIS DE EFECTIVIDAD DE LOS DIFERENTES TIPOS DE ENRAIZANTES NATURALES PARA LA AGRICULTURA*. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6320/1/UPSE-TIA-2021-0068.pdf>
- Torres, L. (2020). *OFERTA Y DEMANDA DE INNOVACIONES TECNOLÓGICAS EN UN CONTEXTO DE MERCADO CON AGRICULTORES ALTO ANDINOS DE BAJA ESCALA - CASO CONPAPA*. Obtenido de https://cipotato.org/wp-content/uploads/congreso%20ecuatoriano%204/1_torres_memoria.pdf
- Torres, M. (27 de Abril de 2011). *LA PAPA*. Obtenido de <https://zhiotm.blogspot.com/2011/04/la-papa-taxonomia-y-nombres-comunes.html#:~:text=Clase%203A%20Magnoliopsida%20Subclase%203A%20Asteridae%20Orden%203A,%3A%20Solan%20C3%A1ceas%20G%20C3%A9nero%203A%20Solanum%20Especie%203A%20Teberosum>
- Uyoh, E., Ita, E., & Essien, M. (09 de Julio de 2016). *Efecto de sustitutos de hormonas sintéticas en el enraizamiento de esquejes de vid en ñame de agua (Dioscorea alata L.)*. Obtenido de <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=68679>
- Vera, L. (Febrero de 2021). *ESTUDIO DE LA VIABILIDAD DE ENRAIZADORES EN LAMULTIPLICACIÓN CLONAL DE CAFÉ ROBUSTA (Coffea canephora Pierre) MEDIANTE LA DIVISIÓN LONGITUDINAL DEL ESQUEJE*. Obtenido de <https://repositorio.esпам.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/42000/1447/TTA18D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Yared, L., Bernal, J., & Reyes, M. (23 de Junio de 2023). *Bacillus subtilis y Trichoderma: Características generales y su aplicación en la agricultura*. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-888X2022000100318
- Zurita, S. (Septiembre de 2020). *PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE Justicia spicigera MEDIANTE ESTACAS EMBEBIDAS EN SUSTANCIAS ENRAIZANTES EN EL CANTÓN MEJÍA*. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6920/1/UTC-PIM-000262.pdf>