



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“EVALUACIÓN DE ENRAIZANTES EN ESQUEJES DE DOS
VARIEDADES DE PAPAS NATIVAS, CHAUCHA AMARILLA
(*Solanum phureja*), MORA AZUL (*Solanum tuberosum*) EN LA
ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA INIAP-2024”.**

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

Autora:
Vallejo Llasag Odila Elizabeth

Tutor:
Yauli Chicaiza Guido Euclides

Co – Tutor:
Peñaherrera Mafla Diego Fernando

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Odila Elizabeth Vallejo Llasag, con cédula de ciudadanía No. 0550464978, declaro ser autora del presente proyecto de investigación: **“EVALUACIÓN DE ENRAIZANTES EN ESQUEJES DE DOS VARIEDADES DE PAPAS NATIVAS, CHAUCHA AMARILLA (*Solanum phureja*), MORA AZUL (*Solanum tuberosum*) 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

Odila Elizabeth Vallejo Llasag

C.C: 0550464978

ESTUDIANTE

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **VALLEJO LLASAG ODILA ELIZABETH**, identificada con cédula de ciudadanía **0550464978** 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 **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. – **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Agronómica titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**EVALUACIÓN DE ENRAIZANTES EN ESQUEJES DE DOS VARIEDADES DE PAPAS NATIVAS, CHAUCHA AMARILLA (*Solanum phureja*), MORA AZUL (*Solanum tuberosum*) EN LA ESTACIÓN 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 PAPAS NATIVAS, CHAUCHA AMARILLA (*Solanum phureja*), MORA AZUL (*Solanum tuberosum*) EN LA ESTACIÓN 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 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.

- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. – El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. – CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. – Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

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 DÉCIMA. – En todo lo no 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.


Odila Elizabeth Vallejo Llasag

LA CEDENTE

Dra. Idalia Eleonora 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 PAPAS NATIVAS, CHAUCHA AMARILLA (*Solanum phureja*), MORA AZUL (*Solanum tuberosum*) EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA INIAP-2024”, de Vallejo Llasag Odila Elizabeth, de la carrera de Agronomía, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previos, 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.

DOCENTE TUTOR

CC: 0501604409

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: **Vallejo Llasag Odila Elizabeth**, con el título del Proyecto de Investigación: “**EVALUACIÓN DE ENRAIZANTES EN ESQUEJES DE DOS VARIEDADES DE PAPAS NATIVAS, CHAUCHA AMARILLA (*Solanum phureja*), MORA AZUL (*Solanum tuberosum*) 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.



Ing. Karina Paola Marín Quevedo, Mg.

C.C: 0502672934

LECTOR 1 (PRESIDENTE)

Latacunga, 15 de agosto del 2024



Ing. Alexandra Isabel Tapia Borja, Mg.

C.C: 0502661754

LECTOR 2 (MIEMBRO)



Ing. Mercy Lucila Ibay Yupa, PhD.

C.C: 0604147900

LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por bendecirme todos los días y ser la fortaleza en el transcurso de mi vida para cumplir uno de mis más grandes objetivos. A mis padres, hermanos y a toda mi familia por brindarme el apoyo incondicional para seguir con mis estudios.

Expreso un fraterno agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi, a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales por permitirme el ingreso a estudiar en tan prestigiosa institución y por sus enseñanzas para formarme académicamente.

Doy gracias a la Ing. Karina Marín Quevedo, por sus palabras positivas, por su ayuda, paciencia y apoyo para poder culminar mi proyecto de investigación.

Agradezco al Departamento de Núcleo de Desarrollo Tecnológico perteneciente al Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) por darme la oportunidad de realizar mi trabajo de investigación, en especial agradezco al Ing. Diego Peñaherrera y a la Ing. Gaby Simbana por compartir cada uno de sus conocimientos, confianza y apoyo.

Finalmente, y no menos importante agradezco el apoyo incondicional de mis amigas Dorys Toapanta y Silvia Poaquiiza durante el transcurso de mi carrera, por las ocurrencias y los momentos que pasamos juntas.

Odila Elizabeth Vallejo Llasag

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación se la dedico a mis padres Ricardo Vallejo y Narcisa Llasag por su amor incondicional, por sus palabras de aliento, por su esfuerzo y sacrificio día tras día y por sus sabios consejos en el momento adecuado durante mi formación académica.

A mi abuelita Mercedes por haberme apoyado y aconsejado para seguir adelante y no rendirme ante cualquier adversidad y a mi abuelito Florencio que de igual manera siempre me brinda su apoyo y sus consejos para seguir adelante.

A mi hermano Widison y a mi hermana Keyli, quienes cada día de igual manera estuvieron a mi lado apoyándome y escuchándome.

A toda mi familia que estuvieron brindándome palabras de aliento para seguir adelante y de esta manera lograr cumplir mi más grande anhelo.

Odila Elizabeth Vallejo Llasag

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “EVALUACIÓN DE ENRAIZANTES EN ESQUEJES DE DOS VARIEDADES DE PAPAS NATIVAS, CHAUCHA AMARILLA (*Solanum phureja*), MORA AZUL (*Solanum tuberosum*) EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA INIAP-2024”.

Autora:
Vallejo Llasag Odila Elizabeth

RESUMEN

En el Ecuador se aprecia que hay alrededor de 350 variedades de papas nativas, siendo cultivadas por pequeños agricultores sobre los 3200 msnm, las mismas se encuentran amenazadas por su bajo rendimiento, incrementos de plagas, enfermedades y promoción de variedades mejoradas. La presente investigación evaluó enraizantes en esquejes de dos variedades de papas nativas, Chaucha amarilla (*Solanum phureja*), Mora azul (*Solanum tuberosum*) en la Estación Experimental Santa Catalina INIAP situado en la provincia de Pichincha, cantón Mejía, parroquia Cutuglagua. Se implementó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con arreglo factorial A x B; donde el factor A son las variedades de papas nativas (Chaucha amarilla y Mora azul) y en el factor B son los enraizantes (Microalga Spirulina, Aloe vera, Canela y como testigo el Hormonagro 1), por lo que la investigación cuenta con 8 tratamientos con 3 repeticiones dándonos un total de 24 unidades experimentales. Las variables evaluadas fueron porcentaje de prendimiento (%), longitud de brote (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 V1E3 (Chaucha amarilla + Canela) presentó el mejor prendimiento de (93%), y mejor longitud de brote con una media de (3,96 cm). En las variables relacionadas al sistema radicular, los mejores tratamientos para el número de raíces fueron V1E4 (Chaucha amarilla + Hormonagro 1) con una media de (9,17); V1E3 (Chaucha amarilla + Canela) con una media de (9,03) y V1E1 (Chaucha amarilla + Microalga Spirulina) con una media de (8,72), el tratamiento V1E3 (Chaucha amarilla + Canela) reflejó una longitud radicular de (11,29 cm) y un peso de raíces de (0,39 gr). Además, se realizó el análisis del beneficio/costo de los tratamientos y se considera que son rentables ya que tienen un valor mayor a 1. Se establece que la aplicación de los enraizantes en los esquejes provenientes de plantas madre ayudan a obtener plántulas de papas nativas.

Palabras claves: Enraizantes, esquejes, canela, papas nativas, raíces, tratamientos.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: “EVALUATION OF ROOTING IN CUTTINGS OF TWO VARIETIES OF NATIVE POTATOES, CHAUCHA AMARILLA (*Solanum phureja*) AND MORA AZUL (*Solanum tuberosum*) AT THE SANTA CATALINA EXPERIMENTAL STATION INIAP-2024.”

Author:
Vallejo Llasag Odila Elizabeth

ABSTRACT

In Ecuador, there are about 350 varieties of native potatoes, cultivated by small farmers above 3,200 masl, which are threatened by low yields, increases in pests, diseases and the promotion of improved varieties. This research evaluated rooting in cuttings of two varieties of native potatoes, Chaucha Amarilla (*Solanum phureja*) and Mora Azul (*Solanum tuberosum*), at the Santa Catalina Experimental Station INIAP, located in the Pichincha province, Mejía canton, Cutuglagua parish. A completely random block design (DBCA) was implemented with factorial arrangement A x B; where factor A are the native potato varieties (Chaucha amarilla and Mora azul) and in factor B are the rooting ones (Microalga Spirulina, Aloe vera, Cinnamon and as a witness the Hormonagro 1), so the research has 8 treatments with 3 repetitions giving us a total of 24 experimental units. The evaluated variables were percentage of rooting (%), shoot length (cm), number of roots, root length (cm), and root weight (g) in which was carried out a variance analysis and test Tukey of 5%. By interpreting the results, it was identified that statistically all treatments have the same percentage of adhesion, but, in terms of values, treatment V1E3 (Chaucha Amarilla + Cinnamon) showed the best rooting percentage (93%) and the longest shoot length with an average of (3.96 cm). In the variables related to the root system, the best treatments for the number of roots were V1E4 (Chaucha Amarilla + Hormongro 1) with an average of (9.17); V1E3 (Chaucha Amarilla + Cinnamon) with an average of (9.03); and V1E1 (Chaucha Amarilla + Spirulina Microalgae) with an average of (8.72) the treatment V1E3 (Chaucha Amarilla + Cinnamon) showed a root length of (11.29 cm) and a root weight of (0.39 g). Additionally, there was conducted a cost/benefit analysis of the treatments, and they are considered profitable as they have a value greater than 1. It is established that the application of rooting in the cuttings from mother plants helps to obtain native potatoes seedlings.

Keywords: Rooting, cuttings, cinnamon, native potatoes, roots, treatments.

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 APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
1.- INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	3
a. Beneficiario directos	3
b. Beneficiarios indirectos	4
4. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
5. OBJETIVOS	5
a. Objetivo General	5
b. Objetivos específicos	5
6. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	5
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	6
7.1 PAPAS NATIVAS	6
7.1.2 Variedad de papa nativa Chaucha amarilla (<i>Solanum phureja</i>).....	7
Origen.....	7
Clasificación taxonómica	7
Caracterización etnobotánica	8
Resistencia a factores abióticos.....	8
Caracterización morfológica	8
Caracterización de calidad	9
7.1.3 Variedad de papa Mora azul (<i>Solanum tuberosum</i>).....	9
Origen.....	9
Clasificación taxonómica	10
Caracterización morfológica	10

7.2 REPRODUCCIÓN DE LA PAPA	10
7.2.1 Reproducción sexual de la papa.....	10
7.2.2 Reproducción asexual de la papa.....	11
7.3 TÉCNICAS DE PROPAGACIÓN VEGETATIVA	11
7.3.1 Esquejes	11
7.3.2 Esquejes de brote	12
7.3.3 Esquejes de tallo juvenil	13
7.3.4 Esquejes de tallo lateral	13
7.3.5 Esquejes de tallo adulto	14
7.4 FITOHORMONAS	14
7.4.1 Auxinas	15
7.4.2 Giberelinas	15
7.4.3 Citoquininas	15
7.4.4 Etileno	15
7.4.5 Acido abscísico	15
7.5 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LOS ENRAIZANTES	16
7.6 ENRAIZANTES.....	17
7.6.1 Tipo de enraizantes	17
7.6.2 Inorgánicos.....	17
7.6.3 Naturales	17
7.6.4 Ventajas del enraizante natural	17
7.6.5 Desventajas del enraizante natural.....	18
7.7 CARACTERÍSTICAS DE LOS ENRAIZANTES EN ESTUDIO.....	18
7.7.1 Microalga Spirulina (<i>Arthrospira jenneri</i> Stizenberger).....	18
7.7.2 Enraizante Mikroalgen a base de Spirulina	19
7.7.3 Extracto de Aloe vera (<i>Aloe barbadensis Miller</i>) como enraizante.....	19
7.7.4 Canela (<i>Cinnamomun verum</i>) como enraizante.....	20
7.7.5 Hormonagro 1 (Ácido alfa-naftalenacético) como enraizante.....	21
8. VALIDACIÓN DE LAS HIPÓTESIS	21
8.1 Hipótesis nula (Ho).....	21
8.2 Hipótesis alternativa (Ha)	21
9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL	22
9.1 Ubicación del ensayo	22
9.1.1 Materiales.....	22
9.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	24

9.2.1 Experimental.....	24
9.2.2 Diseño experimental	24
9.2.3 Cuantitativa.....	24
9.3 MODALIDAD BÁSICA DE INVESTIGACIÓN	24
9.3.1 De campo	24
9.3.2 Bibliográfica documental.....	24
9.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	24
9.4.1 Registro de datos.....	24
9.4.2 Análisis estadístico	24
9.4.3 Diseño Experimental.....	25
9.4.4 Factores en estudio.....	25
9.4.5 Tratamientos	25
9.4.6 Variables en estudio.....	26
9.5 DISEÑO DEL ENSAYO.....	26
9.6 VARIABLES Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN	27
9.6.1 Porcentaje de prendimiento de los esquejes.....	27
9.6.2 Longitud de brote de los esquejes	27
9.6.3 Número de raíces	27
9.6.4 Longitud de raíces.....	28
9.6.5 Peso de raíces.....	28
9.6.6 Análisis económico beneficio/costo	28
9.7 MANEJO ESPECIFICO DEL EXPERIMENTO	28
9.7.1 Identificación del área de estudio	28
9.7.2 Limpieza y desinfección del área de estudio	29
9.7.3 Preparación del enraizante a base de la Microalga Spirulina	29
9.7.4 Preparación del enraizante a base de Aloe vera.....	30
9.7.5 Preparación del enraizante a base de Canela Molida.....	30
9.7.6 Preparación del enraizante a base de Hormonagro 1	31
9.7.7 Desinfección de bandejas.....	31
9.7.8 Humedecer el sustrato.....	32
9.7.9 Corte de esquejes de plantas madre	32
9.7.10 Incorporación de sustrato y siembra de esquejes	33
9.7.11 Toma de datos del porcentaje de prendimiento de los esquejes	33
9.7.12 Toma de datos de la longitud de brote de los esquejes	34
9.7.13 Toma de datos del número de raíces.....	34

9.7.14 Toma de datos de la longitud de raíces	35
9.7.15 Toma de datos del peso de raíces.....	35
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	36
10.1 Porcentaje de prendimiento	36
10.2 Longitud de brote de los esquejes a los 30 días	37
10.3 Longitud de brote de los esquejes a los 45 días	40
10.4 Número de raíces	42
10.5 Longitud de raíces.....	45
10.6 Peso de raíces.....	47
10.7 Análisis Beneficio/Costo	49
10.7.1 Análisis Beneficio/Costo por tratamiento	50
10.7.2 Análisis Beneficio/Costo para una hectárea.....	52
10.7.3 Comparación de precio de tubérculo semilla con plántulas de esquejes.....	53
11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES AMBIENTALES O ECONÓMICOS)	54
11.1 Técnicos	54
11.2 Sociales	54
11.3 Ambientales	54
11.4 Económicos.....	54
12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	54
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
13.1 Conclusiones.....	55
13.2 Recomendaciones	55
14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
15. ANEXOS	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.	5
Tabla 2. Taxonomía de la papa Chaucha amarilla (<i>Solanum phureja</i>)	7
Tabla 3. Taxonomía de la papa (<i>Solanum tuberosum</i>)	10
Tabla 4. Componentes químicos de la Microalga Spirulina.....	18
Tabla 5. Composición del enraizante Mikroalgen.....	19
Tabla 6. Componentes químicos de la planta de Aloe vera.....	20
Tabla 7. Composición química de la canela	21
Tabla 8. Composición química del Hormonagro 1.....	21
Tabla 9. Características del área de estudio.....	22
Tabla 10. Esquema de ADEVA o ANOVA	25
Tabla 11. Tratamientos en estudio.....	26
Tabla 12. ADEVA para la variable porcentaje de prendimiento a los 30 días en los esquejes de las papas nativas.	36
Tabla 13. Prueba Tukey al 5% de las variedades para la variable prendimiento.	37
Tabla 14. ADEVA para la variable longitud de brote a los 30 días en los esquejes de papas nativas.....	38
Tabla 15. Prueba Tukey al 5% de las variedades para la variable longitud de brote.	38
Tabla 16. Prueba Tukey al 5% de los enraizantes para la variable longitud de brote.	38
Tabla 17. Prueba Tukey al 5% de las variedades con los enraizantes de la longitud de brote.	39
Tabla 18. ADEVA para la variable longitud de brote a los 45 días en los esquejes de papas nativas.....	40
Tabla 19. Prueba Tukey al 5% de las variedades para la variable longitud de brote.	40
Tabla 20. Prueba Tukey al 5% de los enraizantes para la variable longitud de brote.	41
Tabla 21. Prueba Tukey al 5% de las variedades con los enraizantes de la longitud de brote.	41
Tabla 22. ADEVA para la variable número de raíces a los 45 días en los esquejes de papas nativas.....	42
Tabla 23. Prueba Tukey al 5% de las variedades para la variable número de raíces.	43
Tabla 24. Prueba Tukey al 5% de los enraizantes para la variable número de raíces.	43
Tabla 25. Prueba Tukey al 5% de las variedades con los enraizantes del número de raíces....	44
Tabla 26. ADEVA para la variable longitud de raíces a los 45 días en los esquejes de papas nativas.....	45
Tabla 27. Prueba Tukey al 5% de las variedades para la variable longitud de raíces.	45
Tabla 28. Prueba Tukey al 5% de los enraizantes para la variable longitud de raíces.	46
Tabla 29. Prueba Tukey al 5% de las variedades con los enraizantes de la longitud de raíces.....	46

Tabla 31. Prueba Tukey al 5% de las variedades para la variable peso de raíces.	48
Tabla 32. Prueba Tukey al 5% de los enraizantes para la variable peso de raíces.	48
Tabla 33. Prueba Tukey al 5% de las variedades con los enraizantes del peso de raíces.	49
Tabla 34. Ingresos generados del total de plántulas.	50
Tabla 35. Costo total de producción (egresos) del proyecto	50
Tabla 36. Ingresos generados del total de plántulas de todos los tratamientos	51
Tabla 37. Costo de producción (egresos) de todos los tratamientos	51
Tabla 38. Beneficio/Costo por tratamientos	52
Tabla 39. Ingresos generados del total de plántulas para una hectárea.	52
Tabla 40. Costo de producción por tratamientos para una hectárea.	53
Tabla 41. Beneficio/ Costo por tratamientos para una hectárea	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Papa Chaucha amarilla	9
Figura 2. Papa Mora azul.....	10
Figura 3: Representación del proceso de producción y enraizamiento de esquejes de brote. ...	12
Figura 4: Esquema del proceso de obtención y enraizamiento de esquejes de tallo juvenil. ...	13
Figura 5: Esquema de los esquejes de tallo lateral.	14
Figura 6: Representación de la producción de tuberculillos de los esquejes de tallo adulto....	14
Figura 7. Ubicación del área de estudio	22
Figura 8. Esquema del ensayo	27
Figura 9. Área de estudio.....	29
Figura 10. Limpieza y desinfección	29
Figura 11. Preparación enraizante a base de la microalga spirulina.....	30
Figura 12. Preparación del enraizante a base de Aloe vera	30
Figura 13. Preparación del enraizante a base de canela.	31
Figura 14. Preparación enraizante a base de hormonagro 1	31
Figura 15. Desinfección de bandejas	32
Figura 16. Humedecer el sustrato	32
Figura 17. Corte de los esquejes	33
Figura 18. Incorporación del sustrato y siembra de esquejes	33
Figura 19. Porcentaje de prendimiento.....	34
Figura 20. Longitud de brote	34

Figura 21. Número de raíces	35
Figura 22. Longitud de raíces	35
Figura 23. Peso de raíces	36
Figura 24: Porcentaje de prendimiento de las variedades con los enraizantes a los 30 días.	37
Figura 25: Longitud de brote de las variedades con los enraizantes a los 30 días.	39
Figura 26: Longitud de brote de las variedades con los enraizantes a los 45 días	42
Figura 27: Número de raíces de las variedades con los enraizantes a los 45 días.....	44
Figura 28: Longitud de raíces de las variedades con los enraizantes a los 45 días	47
Figura 29: Peso de raíces de las variedades con los enraizantes a los 45 días	49

1.- INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Título del Proyecto

“Evaluación de enraizantes en esquejes de dos variedades de papas nativas, Chaucha amarilla (*Solanum phureja*), Mora azul (*Solanum tuberosum*) en la Estación Experimental Santa Catalina INIAP-2024”.

Fecha de inicio: Abril 2024

Fecha de finalización: Agosto 2024

Lugar de ejecución: Estación Experimental Santa Catalina INIAP

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

Carrera que auspicia: Ingeniería Agronómica

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

Equipo de trabajo:

Tutor: Ing. Guido Euclides Yauli Chicaiza, MSc.

Co-tutor: Ing. Diego Fernando Peñaherrera Mafla, Mg.

Lector 1: Ing. Karina Paola Marín Quevedo, Mg.

Lector 2: Ing. Alexandra Isabel Tapia Borja, Mg.

Lector 3: Ing. Mercy Lucila Ilbay Yupa, PhD.

Coordinador del proyecto:

Nombre: Odila Elizabeth Vallejo Llasag

Teléfono: 0987527045

Correo electrónico: odila.vallejo4978@utc.edu.ec

Área de Conocimiento:

Agricultura – Agricultura, Silvicultura y Pesca – Agronomía

Línea de Investigación:

Línea 1. Análisis, conservación y aprovechamiento racional 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 ritos, 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 líneas de investigación de la Carrera:

Producción Agrícola Sostenible

Línea de vinculación

Gestión de recursos naturales, biotecnología, biodiversidad y gestión para el desarrollo humano y 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*) es uno de los principales cultivos de importancia a nivel mundial como fuente de alimentación y de ingresos económicos para 81 mil productores en 90 cantones (Mena, 2020). En el Ecuador en un área de 37,265 hectáreas se producen alrededor de 470 mil toneladas. La papa es un producto de seguridad alimentaria siendo consumido en un promedio de 22 kg por persona en un año en la Sierra Ecuatoriana, (Carrillo, 2020). Con la presente investigación se busca establecer estrategias que puedan solventar los problemas que ahora presentan la parte fitosanitaria de la papa nativa.

La investigación parte mediante el método de propagación asexual en el cultivo de papas nativas, utilizando esquejes de plantas madre y la aplicación de enraizantes naturales y comerciales. La papa ha demostrado que al obtener plantas libres de enfermedades provenientes de meristemas y sometiénolas a micropropagación se generan suficientes plantas utilizando como plantas madres, para la obtención de nuevo material vegetativo de calidad (Torres, 2020). Para el enraizamiento de un esqueje, es necesario un enraizante que ayude a estimular la raíz haciendo que crezca más y mejore sus niveles de absorción de nutrientes y agua. Existen enraizantes químicos y naturales que permiten que la planta crezca más fuerte y protegida de cualquier adversidad natural por la que se pueda ver afectada, (Cedeño, 2023).

La propagación mediante esquejes con enraizantes, ayudaran a futuro generando plántulas que aumentan el rendimiento de la producción de la semilla de papa y mejora la calidad genética de la semilla, (MAGAP,2024). Se espera que la información presentada, llame la atención a los agricultores, sobre la importancia de nuevas alternativas de producción de plántulas, sirviendo de base para la conservación de la diversidad genética de las papas nativas, ya que han demostrados que el contenido nutricional, resistencia y adaptación es muy superior a las variedades mejoradas, (Monteros, 2021).

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

a. Beneficiario 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).

b. 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

En Ecuador existen alrededor de 350 variedades de papas nativas, los pequeños agricultores las cultivan a grandes alturas, por encima de los 3200 msnm y en parcelas pequeñas en los diferentes microclimas de la región. Actualmente la diversidad de papa nativa en Ecuador se encuentra amenazada por su bajo rendimiento, incrementos de plagas, enfermedades y promoción de variedades mejoradas, razones que desmotivan al agricultor a mantener el cultivo de estas variedades (Monteros et al., 2010).

El factor que amenaza al cultivo de papa nativa es la Punta Morada transmitida por el insecto vector (*Bactericera cockerilli*), la enfermedad puede ser transmitida a través del uso del tubérculo semilla, alcanzando hasta el 96% de daño dependiendo de la variedad y la forma de transmisión. (Cuesta, 2018). Los agricultores debido a la enfermedad no quieren arriesgar sus capitales, ellos aseguran que la papa infectada produce bajo rendimiento y aumenta la inversión en insumos utilizados en la desinfección y restablecimiento del cultivo, (El Universo, 2024).

En Ecuador en los últimos dos años a causa de la punta morada se ha reducido el área sembrada de papa en un 40% lo que ha significado una pérdida de plazas de trabajo de 2.1 millones de jornales, los agricultores se encuentran desesperados por combatir este problema. Además, el incremento en el uso de insecticidas aumentó en un 20 a 25 % y conlleva a una contaminación del medio ambiente y de los productos agrícolas, así como el incremento del riesgo de la salud del agricultor y del consumidor. La reducción del área sembrada de este importante cultivo pone en riesgo la seguridad alimentaria de la población, los agricultores al tratar de evadir el problema de punta morada, están realizando siembras en zonas de páramo (sobre los 3500 msnm) rebasando la frontera agrícola de los Andes ecuatorianos. (Carrillo 2020).

El desconocimiento por parte de los medianos y pequeños agricultores sobre el uso de enraizantes naturales para la propagación en esquejes de papas nativas, y al no tener acceso a la semilla básica por su alto costo (\$157,5 saco 45kg), condiciona a los agricultores a utilizar semilla de papa de mala calidad, incluso llegan a utilizar papa de consumo como semilla, (INIAP, 2024). Si la semilla de papa no está en condiciones sanitarias, físicas y fisiológicas

adecuadas, producirá germinación y desarrollo de plantas desuniformes con bajos rendimientos existiendo el riesgo de propagación de plagas y enfermedades, (Ramírez, 2011).

5. OBJETIVOS

a. Objetivo General

- Evaluar enraizantes en esquejes de dos variedades de papas nativas, Chaucha amarilla (*Solanum phureja*), Mora azul (*Solanum tuberosum*) en la Estación Experimental Santa Catalina INIAP-2024.

b. Objetivos específicos

- Identificar la variedad de papa nativa que presente más porcentaje de esquejes prendidos.
- Evaluar el mejor enraizante para la propagación en esquejes de papa nativa Chaucha amarilla.
- Realizar el análisis beneficio/costo de los tratamientos del proyecto de investigación.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

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

OBJETIVO 1	ACTIVIDADES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESULTADOS
-Identificar la variedad de papa nativa que presente más porcentaje de esquejes prendidos.	-Limpieza y desinfección del área de trabajo. -Preparación de los enraizantes. -Desinfección y llenado del sustrato en las bandejas. -Selección de plantas madres. -Cortar con una tijera desinfectada los esquejes de las plantas madres.	- Libro de campo -Registros fotográficos -Cuadro estadístico	-Tabla estadística de las variedades donde se refleja el porcentaje de prendimiento de cada una de ellas.

	-Inmersión de los esquejes por 6 segundos y siembra en las bandejas. -Toma de datos (porcentaje de prendimiento de los esquejes y altura de brote).		
OBJETIVO 2	ACTIVIDADES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESULTADOS
-Evaluar el mejor enraizante por tratamiento, para la propagación en esquejes de papas nativas.	-Revisión bibliográfica de la técnica de muestreo destructivo en plantas. -Toma de datos (número de raíces, longitud de raíces, peso de raíces).	-Libro de campo -Fotografías -Cuadro estadístico	- Cuadro estadístico de las variedades con los enraizantes, donde se presenta datos de número de raíces, longitud de raíces y peso de raíces.
OBJETIVO 3	ACTIVIDADES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	RESULTADOS
-Realizar el análisis beneficio/costo de los tratamientos 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: Vallejo,2024.

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1 PAPAS NATIVAS

En el Ecuador se aprecia que hay alrededor de 350 variedades de papas nativas, siendo cultivadas por pequeños agricultores sobre los 3200 msnm, en parcelas de 0,1 a 0,5 ha. Las papas nativas son muy valoradas por los agricultores indígenas por sus propiedades organolépticas (sabor y textura), y por ser tolerantes al clima frío y las sequías. En la

cosmovisión campesina andina, las papas nativas son de gran importancia, pues se las emplea como ofrenda u obsequio en sus momentos de interrelación social, sea como alimento o en forma de regalo (INIAP, 2020). En el Ecuador la comercialización en mercados rurales de la papa nativa es apenas de 20 variedades presentando conjuntamente solo el 5% del volumen total de la papa comercializada (Monteros et al., 2010).

Actualmente, en Ecuador existen cerca de 580 variedades de papas entre nativas, mejoradas y especies silvestres, pero solo se comercializan alrededor de 30 variedades, siendo considerado el cuarto alimento principal de la dieta de las personas por sus características nutricionales. El consumo por persona es de 23 a 24 kilos por persona al año. Además, en el Ecuador la superficie sembrada de este tubérculo es superior a las 50 mil hectáreas, donde se producen 300 mil toneladas al año, y cerca de 80 mil agricultores se dedican al cultivo y su respectiva comercialización (ARGENPAPA, 2022).

7.1.2 Variedad de papa nativa Chaucha amarilla (*Solanum phureja*)

Origen

La papa chaucha (*Solanum phureja*) es una papa nativa cuyo nombre “phureja” se deriva de la lengua Aymara que quiere decir precocidad, temprana o precoz, se desarrolla en tiempos cortos de aproximadamente 90 días, son cultivadas entre los 2000 a 3000 msnm (Ponce, 2024). La papa chaucha amarilla es de crecimiento rápido, es la única especie de papa que germina casi de inmediato sin necesidad de un periodo de dormancia, (Carrera,2018).

Clasificación taxonómica

Tabla 2. Taxonomía de la papa Chaucha amarilla (*Solanum phureja*)

Reino:	Vegetal
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Solanales
Familia:	Solanaceae
Género:	Solanum
Especie:	S. phureja

Fuente: (Navarro, 2018)

Caracterización etnobotánica

Significado	Piel amarilla
Destino de la producción	Mercado
Rango de adaptación (msnm)	3000 a 3300 msnm
Zona de producción (Provincia)	Chimborazo
Rendimiento (qq cosechados)	1:3 a 4 quintales
Usos	Sopas, papas con cáscara, cariucho
Tiempo de cocción	Rápida

Resistencia a factores abióticos

Helada	Moderadamente susceptible
Sequia	Intermedia
Lancha	Intermedia
Pudrición	Moderadamente susceptible
Almacenamiento	1 a 2 meses

Caracterización morfológica

Hábito de crecimiento	Decumbente
Tallo	Verde y alas rectas
Hoja	Disectada con 3 pares de foliolos laterales y 1 par de interhojuelas.
Flor	Muy rotada, lila oscuro con acúmen blanco en el envés.
Grado de floración	Profusa
Baya	Ovoide, verde con áreas pigmentadas
Forma del tubérculo	Elíptico con ojos profundos
Piel de tubérculo:	Amarillo intenso
Pulpa de tubérculo:	Amarillo intenso
Brote:	Rojo con blanco en el ápice

Caracterización de calidad

Tiempo de cocción	19 minutos
Textura	Arenosa
Oxidación	3 horas
Verdeamiento	20 días
Materia seca	20,1%
Gravedad específica	1,08
Hojuelas buenas (%)	74 %
Sabor:	Regular

Fuente: (Monteros et al., 2010)

Figura 1. Papa Chaucha amarilla



Elaborado por: Vallejo, 2024.

7.1.3 Variedad de papa Mora azul (*Solanum tuberosum*)

Origen

La papa Mora azul es una papa nativa encontrada en la parroquia de Lloa, Provincia de Pichincha, (Peñaherrera, 2023).

Clasificación taxonómica

Tabla 3. Taxonomía de la papa (*Solanum tuberosum*)

Reino:	<i>Plantae</i>
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Solanales
Familia:	Solanáceas
Género:	<i>Solanum</i>
Especie:	<i>Tuberosum</i>

Fuente: (Villa, 2016)

Caracterización morfológica

Piel de tubérculo	Oscuro con pigmentos blancos
Pulpa de tubérculo	Color blanco
Madurez fisiológica	5 meses
Rendimiento	25 toneladas por hectárea

Fuente: (Peñaherrera, 2023)

Figura 2. Papa Mora azul



Elaborado por: Vallejo, 2024.

7.2 REPRODUCCIÓN DE LA PAPA

7.2.1 Reproducción sexual de la papa

La semilla sexual de papa es definida como un ovulo fecundado y maduro que consta de una planta embriónica, es una fuente de alimento almacenado con una cubierta protectora, la cual,

dará origen a una planta, (Alvarez, 2014). La producción de la semilla de la papa requiere de la participación de dos órganos reproductivos masculinos (anteras) y femenino (pistilo) seguido de un proceso de polinización y fecundación formando bayas con semilla, constituyendo cada una de estas un nuevo individuo, (Ordoñez, 2016).

7.2.2 Reproducción asexual de la papa

La reproducción asexual se realiza mediante la semilla-tubérculo, se clonan tubérculos, o secciones suyas (brotes, meristemos, o subdivisiones), y secciones de la planta (esquejes apicales o laterales). Mediante este proceso se obtiene plantas genéticamente iguales y su patrón genético no se modifica ni altera después de ciclos reproductivos. Esto puede ser a partir de multiplicación in vitro u otros sistemas de multiplicación como: aeroponía, e hidroponía, (Villa, 2016).

Esta reproducción se realiza por medio de mitosis, la propagación asexual facilita la fijación, selección y multiplicación de genotipos. El cultivo de tejidos y el cultivo de meristemos para erradicar patógenos constituye de otras aplicaciones prácticas de la reproducción asexual, (Villa, 2016).

7.3 TÉCNICAS DE PROPAGACIÓN VEGETATIVA

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. Existen otros métodos de propagación que se pueden utilizar en forma individual o integrada, (Cotes, 2001).

7.3.1 Esquejes

El esqueje se obtiene separando de la planta madre un segmento que contenga zonas meristemáticas (nudos y entrenudos). Estos segmentos pueden ser de tallos, hojas que colocadas en condiciones favorables forman un nuevo individuo con características iguales a la planta madre. Las raíces desarrolladas a partir de segmentos de tallo, hoja o tejidos de yema se las conoce como raíces adventicias. Para la obtención de esquejes se debe seleccionar el material procedente de plantas jóvenes, este tipo de plantas tienen más probabilidad de enraizar porque se encuentran en plena etapa de crecimiento. Es necesario regar las plantas madres antes de realizar esquejes, para que el tejido este turgente. La higiene es esencial para evitar riesgo de

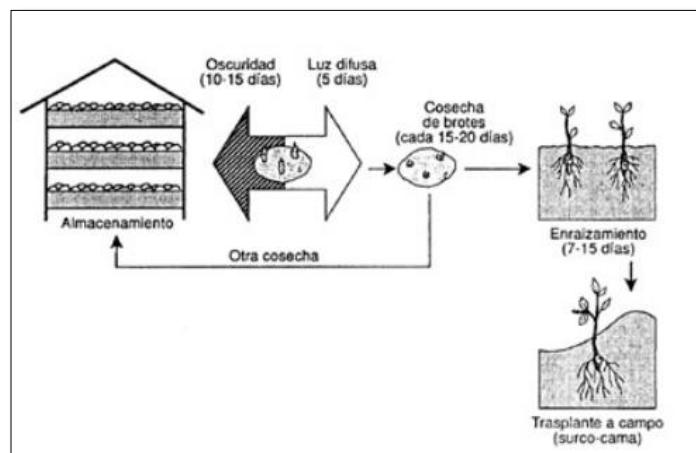
contaminación por enfermedades, por ello, las herramientas deben esterilizarse y mantenerse afiladas evitando dañar las células de las plantas durante el corte, (Torres, 2020).

El tiempo que tarda en enraizar un esqueje depende de la especie, del tipo de esquejes, de la edad del tallo, de la forma de su preparación y de las condiciones de temperatura y humedad. Por lo general los esquejes foliares enraízan en unas tres semanas, mientras que los leñosos y semileñosos se demoran hasta cinco meses. El clima es muy importante para el desarrollo de los esquejes, en regiones frías es importante proporcionar un ambiente controlado, ya que el enraizamiento suele ser lento e impredecible, por ello, es necesario calentar las capas inferiores alcanzando los 15 a 25°C, pero la temperatura ambiental debe ser más baja, para ayudar al desarrollo de las raíces y evitar favorecer el desarrollo del follaje, por esta razón recomiendan el uso de camas calientes. En cambio, en climas templados, el enraizamiento de los esquejes puede ser en el exterior a la sombra y en una tierra preparada, (Torres, 2020).

7.3.2 Esquejes de brote

Según esta técnica el tubérculo debe ser sometido a periodos de oscuridad y luz indirecta hasta que los brotes tienen un tamaño de 2 a 3 centímetros, después se elimina el ápice lo que ayuda a la ramificación del tallo principal. Al obtener los brotes ramificados, alargados y vigorosos se desbrota el tubérculo y se cortan los brotes, los mismos son enraizados en arena fina y luego de 20 a 30 días aproximadamente se obtiene una planta que será trasplantada a campo o invernadero, (Cotes, 2001).

Figura 3: Representación del proceso de producción y enraizamiento de esquejes de brote.

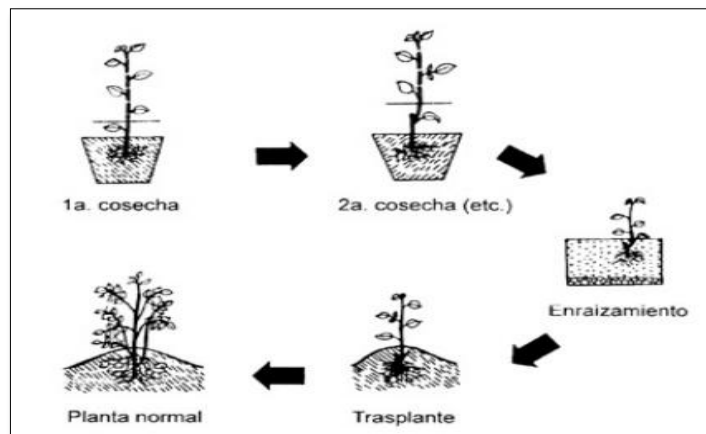


Fuente: Rodríguez, 2007

7.3.3 Esquejes de tallo juvenil

Esta técnica se realiza a plantas jóvenes con crecimiento vigoroso, siendo ideales las plántulas que se originan de esquejes de brote o minitubérculos. El tallo de esta planta se corta en tantas partes dejando intacta la hoja que va con el nudo, estos esquejes son sembrados en arena fina. En 10 a 15 días los esquejes enraízan y la yema axilar se desarrolla para convertirse en brote aéreo, (Cotes, 2001).

Figura 4: Esquema del proceso de obtención y enraizamiento de esquejes de tallo juvenil.

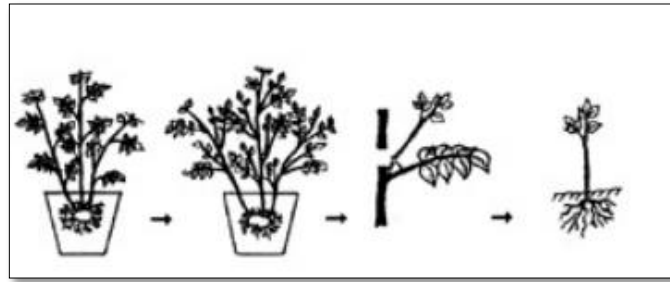


Fuente: Rodríguez, 2007

7.3.4 Esquejes de tallo lateral

Esta técnica es utilizada en programas de semilla prebásica y básica. Cuando las plantas madres tienen de 20 a 30 centímetros de altura se corta la yema apical; este proceso estimula el crecimiento de los tallos laterales a partir de cada yema axilar las cuales se cortan para generar esquejes y se colocan en arena gruesa para enraizar. El número de esquejes de tallo lateral pueden variar de acuerdo a la variedad, además, los tubérculos cosechados de las plantas madres pueden ser utilizados para dar inicio al ciclo, los esquejes trasplantados también pueden ser utilizados como plantas madres, (Cotes, 2001).

Figura 5: Esquema de los esquejes de tallo lateral.

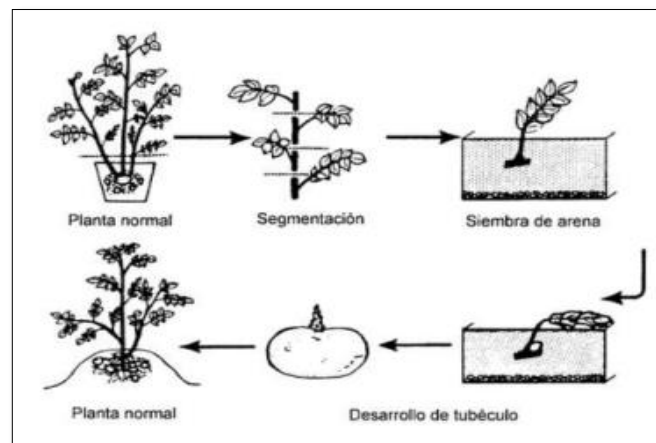


Fuente: Rodríguez, 2007

7.3.5 Esquejes de tallo adulto

Se realiza cuando las plantas madres han iniciado maduración hasta plantas que tienen tubérculos maduros, los tallos adultos son seccionados en esquejes, están constituidos por una pequeña porción de tallo, una hoja y su yema adyacente. Los esquejes son plantados en un sustrato arenoso y a partir de la yema se origina un minitubérculo. Los minitubérculos se siembran en invernadero y se les aplica cualquiera de las técnicas de multiplicación acelerada, (Cotes, 2001).

Figura 6: Representación de la producción de tuberculillos de los esquejes de tallo adulto.



Fuente: Rodríguez, 2007

7.4 FITOHORMONAS

Según (Zurita, 2020), una hormona vegetal o fitohormona son moléculas orgánicas sencillas que son sintetizadas en diferentes partes de las plantas los cuales se transforman para convertirse

en mensajes químicos los cuales determinan y regulan el crecimiento y desarrollo de la planta. A continuación, se menciona varias hormonas que intervienen en el proceso de enraizamiento:

7.4.1 Auxinas

Son un tipo de fitohormonas que tienen la capacidad de dirigir e intervenir en la división, elongación y diferenciación celular, se encuentran distribuidas en las células y tejidos vegetales. Además, esta hormona es capaz de inducir la producción de diferentes raíces adventicias sobre los tejidos de hojas y tallos recién cortados. Una de las auxinas principales a nivel vegetal producida naturalmente es el ácido 3-indol- acético (AIA) y las auxinas producidas de manera sintética son el ácido indol-butirico (IBA), el ácido α -naftalenacético (NAA) y el ácido 2,4-dicloro-fenoxiacético (2,4-D), (Alcántara et al., 2019).

7.4.2 Giberelinas

Estas fitohormonas en los vegetales están involucradas en el desarrollo de tejidos cuyo crecimiento es constante, como lo pueden ser la elongación de raíces, hojas jóvenes, y floración. Por lo tanto, las giberelinas se da de manera endógena en el proceso de germinación y desarrollo apical en las plantas. Una hormona importante es el ácido giberélico (GA3) que permite estimular la elongación celular de las plantas en condiciones de luz y oscuridad, (Alcántara et al., 2019).

7.4.3 Citoquininas

Estas fitohormonas se producen en la punta de la raíz y se transportan por el xilema vegetal hacia las demás partes de las plantas, además cumplen un papel muy importante en el aumento de la producción de brotes vegetales, (Alcántara et al., 2019).

7.4.4 Etileno

Es una hormona gaseosa que inhibe en el desarrollo vertical de la raíz, a su vez se incrementa la expansión radical, este efecto es dependiente a la concentración, ya que con bajas dosis se puede estimular la elongación de la raíz. Esta hormona aumenta naturalmente la pérdida de hojas y la senescencia floral acelerando la maduración de los frutos (Zurita, 2020).

7.4.5 Acido abscísico

Es una fitohormona también conocida como ABA, es un regulador de crecimiento vegetal que posee la capacidad de regular y mantener la dormancia de las semillas y la maduración de las mismas, además, en la producción de cigotos. También las plantas mediante el ácido abscísico

pueden generar de manera indirecta la producción de ciertos carotenoides, (Alcántara et al., 2019).

7.5 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LOS ENRAIZANTES

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

Ramírez et al, (2011) en su trabajo realizado en la Universidad Militar Nueva Granada en Colombia, en la investigación de título: “Evaluación de metodologías de enraizamiento de esquejes de tallo lateral en genotipos de *Solanum phureja*” buscan determinar una metodología apropiada de multiplicación rápida usando esquejes de tallo lateral de diferentes genotipos de papa criolla (*Solanum phureja* Juz et Buk), evaluaron tres sustratos conformados por turba, suelo y agua, además emplearon tres inductores de crecimiento: Hormonagro, sábila y agua, concluyen que la mejor metodología de enraizamiento es la aplicación de hormonagro 1 al 0,4 % presentando el 100% de enraizamiento, complementando con el trasplante en un sustrato de turba durante 30 días, obtuvieron el 96, 11% de esquejes enraizados. Además, se encontró que, en *S. phureja*, el uso de Hormonagro 1 es preferible al uso de penca de sábila como inductor de enraizamiento, encontrándose un porcentaje de sobrevivencia de esquejes a los 30 días de 100% y 14,40% respectivamente.

En la investigación titulada Evaluación de la eficacia de tres enraizadores orgánicos y ácido indol acético (AIA) en esquejes de aguaymanto (*Physalis peruviana* Linnaeus) en Huancavilaca- Perú, (Torres,2014) realizó un remojo de 5 minutos de auxinas, 1 hora de remojo con agua de lenteja y trigo pregerminada y canela en polvo en el momento de la instalación, después de 50 días con los datos obtenidos procedieron a realizar el análisis de varianza para las siguientes variables: porcentaje de prendimiento, tamaño de brotes y cantidad de brotes, concluye que el mejor tratamiento para los esquejes de aguaymanto es el t4 que es el polvo de canela ya que es el más sobresaliente a todos los parámetros evaluados.

En la investigación (López et al., 2020) menciona que la aplicación en la inhibición de las semillas y la aplicación foliar de extractos de spirulina en el cultivo de *Amaranthus tricolor* (*Amaranthus gangeticus*), demostraron un incremento en los niveles de proteínas y de hierro en las plantas. De igual manera, la aplicación de la micralga en la inhibición de las semillas de los cultivos de frijol mungo (*Phaseolus aureus*) y tomate de riñón (*Solanum lycopersicum* L) aumento los niveles de Zinc en las plantas.

7.6 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 al 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.

7.6.1 Tipo de enraizantes

Las hormonas de enraizamiento se pueden encontrar formuladas tanto en modalidad líquido como en polvo. Además, se puede fabricar hormonas de enraizantes caseras con la materia prima adecuada. Existen dos tipos de enraizantes:

7.6.2 Inorgánicos

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

7.6.3 Naturales

Los enraizantes naturales 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 grandes 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, (Rupert, 2024).

7.6.4 Ventajas del enraizante natural

Su uso es un sistema más económico, ya que los productos para su elaboración se encuentran en muchos hogares y son de bajo precio, mucho más baratos que los enraizantes comerciales. Además, al ser productos naturales son aptos para su uso en huertos ecológicos y los restos de

la elaboración de estos productos se pueden aprovechar como compost para el sustrato de las plantas, (Suárez, 2021).

7.6.5 Desventajas del enraizante natural

Los enraizantes naturales frente a los enraizantes comerciales tiene dos desventajas. La primera es que son productos más perecederos, que no aguantaran muchos días en el refrigerador antes de echarse a perder y la segunda es que el efecto de un enraizante casero o natural nunca es tan rápido como el de uno comercial, (Suárez, 2021).

7.7 CARACTERÍSTICAS DE LOS ENRAIZANTES EN ESTUDIO

7.7.1 Microalga Spirulina (*Arthrospira jenneri* Stizenberger)

La microalga Spirulina es capaz de liberar varias moléculas biológicamente activas (polisacáridos, aminoácidos, fitohormonas), ayuda al crecimiento de las plantas aumentando la tolerancia al estrés abiótico y biótico, (Arahou, 2022).

Tabla 4. Componentes químicos de la Microalga Spirulina.

Composición	Composición por 100 gramos
Agua	4,68 g
Proteína	57,47 g
Total lípidos	7,72 g
Carbohidratos	23,90 g
Azúcares totales	3,10 g
Calcio	120 mg
Hierro	28,50 mg
Magnesio	195 mg
Fósforo	118 mg
Potasio	1363 mg
Sodio	1048 mg
Zinc	2 mg
Acido glutámico	8373,6 mg
Glicina	3071 mg
Arginina	3927,6 mg
Histidina	1188,2 mg

Fuente: (Díaz, 2010)

7.7.2 Enraizante Mikroalgen a base de Spirulina

Mikroalgen: Es un producto orgánico elaborado a partir de microalgas o cianobacterias de los géneros spirulina y clorella. Contiene proteínas, aminoácidos, minerales, pigmentos, vitaminas, polisacáridos, precursores de auxinas, giberelinas y citoquininas, ácido fólico, y azúcares reductores.

Tiene un alto contenido de ficocianinas, un pigmento azul propiodela Spirulina que mejora la captación de fotones de la luz, con lo cual la fotosíntesis se vuelve mucho más eficiente y por lo tanto todas las capacidades fisiológicas de las plantas.

Los beneficios sobre los cultivos son diversos: bioestimulación, brotación, crecimiento, mejoramiento de la fotosíntesis, mayor producción, potenciamiento de las características genéticas de las plantas, mejores cosechas, (Grupo VOS, 2020).

Tabla 5. Composición del enraizante Mikroalgen

Composición	Resultado
Materia orgánica (proveniente de microalgas o cianobacterias)	55 %
Ácido Fólico	2,31%
Azúcares reductores	1,47 %
Ácido Carboxílico	12 %

Fuente: (Grupo VOS, 2020)

7.7.3 Extracto de Aloe vera (*Aloe barbadensis Miller*) como enraizante.

El gel de Aloe vera en la agronomía se usa como insecticida y repelente, además contiene 14 proteínas, 4 propiedades que actúa como fungicida, antioxidante, bacteriostático y cicatrizante, que son relevantes para el enraizamiento como prevención fitosanitaria, se ha corroborado la presencia de auxinas naturales en gel y su riqueza en aminoácidos (ácido glutámico y arginina), lactatos y ácidos orgánicos, (Suárez, 2021).

Tabla 6. Componentes químicos de la planta de Aloe vera

Composición	Compuestos
Antraquinonas	Ácido aloético, antranol, ácido cinámico, aloína, ácido crisofánico, emodina, aloe-emodin, éster de ácido cinámico, aloína, isobarbaloína, antraceno, resistanol.
Vitaminas	Ácido fólico, vitamina B1, colina, vitamina B2, vitamina C, vitamina B3, vitamina E, vitamina B6, beta-caroteno.
Minerales	Calcio, magnesio, potasio, zinc, sodio, cobre, hierro, manganeso, fósforo, cromo.
Carbohidratos	Celulosa, galactosa, glucosa, xilosa, manosa, arabinosa, aldopentosa, glucomanosa, fructosa, acemanano, sustancias pépticas, L-ramnosa.
Enzimas	Amilasa, ciclooxidasa, carboxipeptidasa, lipasa, bradikinas, catalasa, oxidasa, fosfatasa alcalina, ciclooxigenasa, superóxido dismutasa.
Lípidos y compuestos orgánicos	Esteroides (campesterol, colesterol, B-sitoesterol), ácido salicílico, sorbato de potasio, triglicéridos, lignina, ácido úrico, saponinas, giberelina, triterpenos.
Aminoácidos	Alanina, ácido aspártico, arginina, ácido glutámico, glicina, histidina, isoleucina, lisina, metionina, fenilalanina, prolina, tirosina, treonina, valina.

Fuente: (Fernández, et al 2012)

7.7.4 Canela (*Cinnamomun verum*) como enraizante

La canela es un enraizante natural debido a su contenido de ácido indolbutírico, que promueve el crecimiento de raíces en las plantas. La solución de canela al ser aplicados en esquejes y estacas ayudara al enraizamiento, lo que resulta en una propagación rápida de nuevas plántulas, (Morales, 2024).

Su aroma se debe al aceite esencial aromático que constituye un 0,5-2,5% de su composición, el componente mayoritario es el aldehído cinámico, también el eugenol y el alcohol cinámico. En menos proporción se encuentra el ácido trans-cinámico, el aldehído hidroxicinámico, el aldehído ometoxicinámico, acetato cinámico, terpenos (linalol, diterpeno), taninos mucílago, proantocianidinas oligoméricas y poliméricas, glúcidos y trazas de cumarina, (Ortiz, 2014).

Tabla 7. Composición química de la canela

Composición	Cantidad aproximada (%)
Aceites esenciales	1-4
Eugenol	5-10
Acetato de cinamilo	2-5
Cinamaldehído	60-75
Taninos	7-9
Cumarina	0,2-1,5
Resinas	5-8
Aldehídos y alcoholes	5.10

Fuente: (Morales, 2024)

7.7.5 Hormonagro 1 (Ácido alfa-naftalenacético) como enraizante

Según Mendoza (2013) el hormonagro 1 es un regulador fisiológico para las plantas y afecta los puntos de crecimiento activo en diferentes procesos. Está compuesto por una fitohormona del grupo de las auxinas (alfa-naftalenacético) es un activador enzimático que promueve mayor sistema radicular de las plantas y esquejes.

Su aplicación se realiza impregnando la base de las estacas o esquejes ligeramente con el producto, además, puede emplearse en solución, para aplicación foliar y a los esquejes, la solución por cada 20 litros es de 20 a 30 gramos de hormonagro, (Agroactivo, 2016).

Tabla 8. Composición química del Hormonagro 1.

Composición	Cantidad aproximada
Ingrediente activo	Ácido alfa-naftalenacético (A.N.A) 0,4%
Aditivos e inertes	99,6%

8. VALIDACIÓN DE LAS HIPÓTESIS

8.1 Hipótesis alternativa (Ha)

Los enraizantes tendrán el mismo efecto en los esquejes de papas nativas.

8.2 Hipótesis nula (Ho)

Los enraizantes no tendrán el mismo efecto en los esquejes de papas nativas.

9. METODOLOGÍA 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 en la provincia de Pichincha, en el cantón Mejía, sector Cutuglagua a una altitud de 3050 msnm. Tienen una extensión de 89 hectáreas.

Figura 7. Ubicación del área de estudio



Fuente: Google Earth

Tabla 9. Características del área de estudio

Altitud	3050 metros
Extensión	89 Ha
Latitud	-0.368923°
Altitud	-78.555139°

9.1.1 Materiales

Material Vegetativo

- Esquejes de dos variedades papas nativas: Chaucha amarilla y Mora azul.

Enraizantes

- Sábila
- Canela
- Microalga Spirulina
- Hormonagro (Testigo)

Invernadero

- Turba
- Guantes
- Bandejas de plástico
- Bomba de fumigar
- Tijera de podar
- Bisturí
- Etiquetas
- Palillos
- Cubetas
- Atomizador
- Vasos de plástico
- Vaso de precipitación
- Papel absorbente
- Gramera

Fertilizante Foliar

- Nutrivigor 434

Desinfectante

- Aviyodox

Materiales de oficina

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

- Laptop

9.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

9.2.1 Experimental

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

9.2.2 Diseño experimental

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

9.2.3 Cuantitativa

En la presente investigación se obtuvo datos cuantitativos que nos ayudan a obtener datos numéricos precisos de las diferentes variables en estudio.

9.3 MODALIDAD BÁSICA DE INVESTIGACIÓN

9.3.1 De campo

La investigación se encuentra en un invernadero con condiciones controladas.

9.3.2 Bibliográfica documental

La investigación posee revisión de material bibliográfica 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 registraron en una libreta de campo.

9.4.2 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).

9.4.3 Diseño Experimental

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

Tabla 10. 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: Vallejo, 2024

9.4.4 Factores en estudio

Factor A: Variedades

V1. Chaucha amarilla (*Solanum phureja*)

V2. Mora azul (*Solanum tuberosum*)

Factor B. Enraizantes

Alga Espirulina

Aloe vera

Canela

Hormonoagro 1, (**Testigo**)

9.4.5 Tratamientos

Se evaluaron un total de 8 tratamientos por la interacción de cada uno de los factores en estudio, siendo el (hormonoagro 1) el testigo.

Tabla 11. Tratamientos en estudio

Tratamientos	Codificación	Descripción
T1:	V1E1	Chaucha amarilla + Microalga Spirulina
T2:	V1E2	Chaucha amarilla + Aloe vera
T3:	V1E3	Chaucha amarilla + Canela
T4:	V1E4	Chaucha amarilla + Hormonagro 1(Testigo)
T5:	V2E1	Mora azul + Microalga Spirulina
T6:	V2E2	Mora azul + Aloe vera
T7:	V2E3	Mora azul + Canela
T8:	V2E4	Mora azul + Hormonagro 1 (Testigo)

Elaborado: Vallejo, 2024

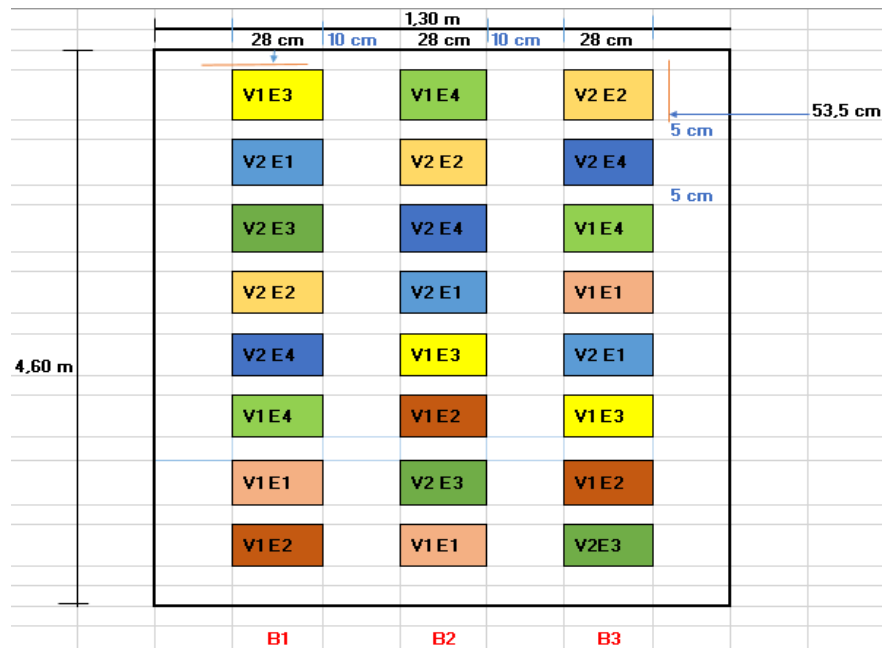
9.4.6 Variables en estudio

- Porcentaje de prendimiento de los esquejes
- Longitud de brote a los 30 días
- Longitud de brote a los 45 días
- Número de raíces
- Longitud de raíces
- Peso de raíces

9.5 DISEÑO DEL ENSAYO

En la figura 8 se observa la distribución de los tratamientos colocados aleatoriamente en el diseño de bloques, incluyendo el testigo.

Figura 8. Esquema del ensayo



Elaborado por: Vallejo, 2024

9.6 VARIABLES Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN

9.6.1 Porcentaje de prendimiento de los esquejes

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 de brote de los esquejes

Con ayuda de una regla se tomó los datos del largo de los brotes de los esquejes de papas nativas 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 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

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 digital, (Portilla, 2023).

9.6.6 Análisis económico beneficio/costo

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

Se utilizó la siguiente ecuación según Zurita (2020) para el cálculo de la relación beneficio/costo:

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

Los valores mayores a 1 presenta mayor rentabilidad y los valores menores a 1 menor rentabilidad.

9.7 MANEJO ESPECIFICO DEL EXPERIMENTO

9.7.1 Identificación del área de estudio

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

Figura 9. Área de estudio



Elaborado por: Vallejo, 2024

9.7.2 Limpieza y desinfección del área de estudio

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

Figura 10. Limpieza y desinfección



Elaborado por: Vallejo, 2024

9.7.3 Preparación del enraizante a base de la Microalga Spirulina

Se procedió a diluir 2.5 gramos de Mikroalgen en 125ml de agua, seguido se debe introducir los esquejes de las de papas por 10 segundos y colocarlos en el sustrato.

Figura 11. Preparación enraizante a base de la microalga spirulina



Elaborado por: Vallejo, 2024

9.7.4 Preparación del enraizante a base de Aloe vera

La penca de sábila se dejó reposar en agua durante una noche, para quitarle la aloína. Se debe rallar el gel y luego se debe introducir los esquejes de las papas por 10 segundos, para luego ser colocado en el sustrato. Se ocupó una penca de aloe vera para cada tratamiento.

Figura 12. Preparación del enraizante a base de Aloe vera



Elaborado por: Vallejo, 2024

9.7.5 Preparación del enraizante a base de Canela Molida

Se procedió a diluir 5 cucharadas de canela en polvo en una media taza de agua, se deja reposar 24 horas, luego de este tiempo la mezcla debe quedar como una pasta, seguido se debe introducir los esquejes de las de papas por 10 segundos y colocarlos en la turba.

Figura 13. Preparación del enraizante a base de canela.



Elaborado por: Vallejo, 2024

9.7.6 Preparación del enraizante a base de Hormonagro 1

Se procedió a diluir 0,75 gramos de hormonagro 1 en 500 ml de agua, se deja reposar seis segundos los esquejes de las papas, para luego ser colocado en el sustrato.

Figura 14. Preparación enraizante a base de hormonagro 1



Elaborado por: Vallejo, 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 15. Desinfección de bandejas



Elaborado por: Vallejo, 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 16. Humedecer el sustrato



Elaborado por: Vallejo, 2024

9.7.9 Corte de esquejes de plantas madre

Se seleccionaron plantas madres de papa de las variedades chaucha amarilla y mora azul, 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 39 plantas madres de la variedad mora azul y 38 plantas madres de la variedad chaucha amarilla dándonos un total de 77 plantas madres, de cada una de las plantas madres se obtiene 40 esquejes.

Figura 17. Corte de los esquejes



Elaborado por: Vallejo, 2024

9.7.10 Incorporación de sustrato y siembra de esquejes

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

Figura 18. Incorporación del sustrato y siembra de esquejes



Elaborado por: Vallejo, 2024

9.7.11 Toma de datos del porcentaje de prendimiento de los esquejes

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

Figura 19. Porcentaje de prendimiento



Elaborado por: Vallejo, 2024

9.7.12 Toma de datos de la longitud de brote de los esquejes

Con ayuda de una regla se midió el largo de brote de los esquejes a los 30 y 45 días de cada uno de los tratamientos.

Figura 20. Longitud de brote



Elaborado por: Vallejo, 2024

9.7.13 Toma de datos del 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 colocó sobre papel absorbente para quitar el exceso de agua y se contó el número de raíces de cada uno de los tratamientos.

Figura 21. Número de raíces



Elaborado por: Vallejo, 2024

9.7.14 Toma de datos de la 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 22. Longitud de raíces



Elaborado por: Vallejo, 2024

9.7.15 Toma de datos del 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 23. Peso de raíces

Elaborado por: Vallejo, 2024

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

10.1 Porcentaje de prendimiento

En la tabla 12 el análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento a los 30 días en los esquejes de papas nativas, se puede evidenciar que existe significancia en las variedades, pero para los enraizantes y la interacción de variedades*enraizantes no existe significancia, el coeficiente de variación es de 3,44 %.

Tabla 12. ADEVA para la variable porcentaje de prendimiento a los 30 días en los esquejes de las papas nativas.

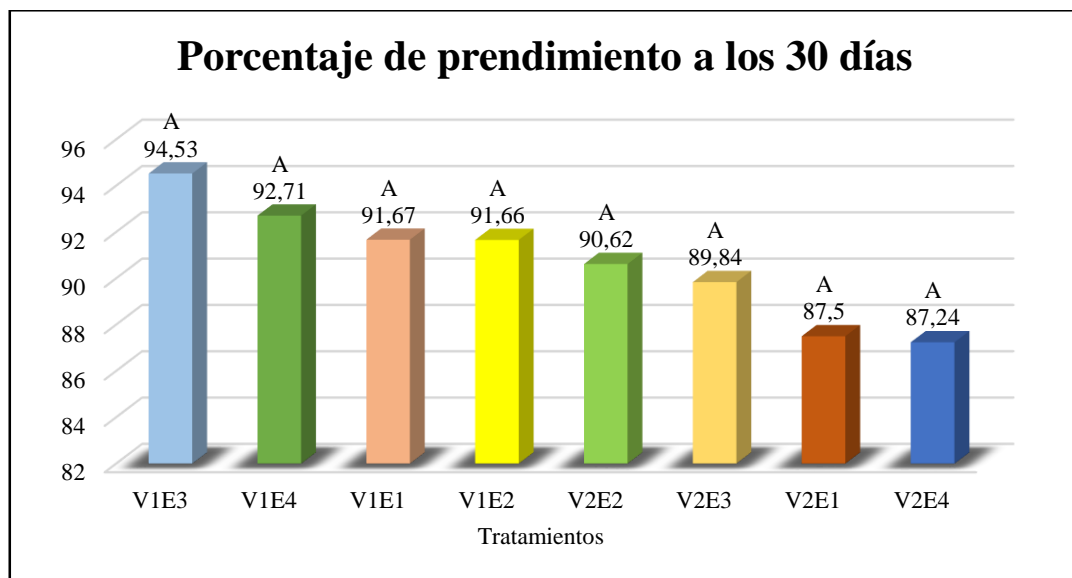
F.V	SC	gl	CM	F	p-valor	
Variedades	88,55	1	88,55	9,09	0,0093	*
Enraizantes	25,06	3	8,35	0,86	0,4858	ns
Variedades*Enraizantes	16,98	3	5,66	0,58	0,637	ns
Repeticiones	50,84	2	25,42	2,61	0,1089	ns
Error	136,38	14	9,74			
Total	317,81	23				
CV %	3,44					

Como se observa en la tabla 13, se realizó el análisis estadístico de Tukey al 5% de las variedades, para la variable prendimiento y se determinó que hay diferencia estadística, con dos rangos: en el rango A la (Chaucha amarilla) presentó el mejor prendimiento con una media de (92,64%) comparado con el rango B ((Mora azul) con una media de (88,8 %).

Tabla 13. Prueba Tukey al 5% de las variedades para la variable prendimiento.

Variedades	Medias	Rango
V1	92,64	A
V2	88,8	B

En la figura 20 se puede observar el porcentaje de prendimiento en cada uno de los tratamientos, siendo estadísticamente todos los tratamientos iguales, en cambio numéricamente la variedad (Chaucha amarilla) con el enraizante (Canela) presentó el mejor porcentaje de prendimiento con una media de (94,53%) y el menor promedio está representado por la variedad (Mora azul) con el enraizante (Hormonagro 1) con una media de (87,24%). (Alcántara et al., 2019) mencionan que una fitohormona es un compuesto producido internamente por una planta en bajas concentraciones cuyo principal efecto se produce a nivel celular, permiten el crecimiento y desarrollo de los vegetales.

Figura 24: Porcentaje de prendimiento de las variedades con los enraizantes a los 30 días.

10.2 Longitud de brote de los esquejes a los 30 días

En la tabla 14 el análisis de varianza para la longitud de brote a los 30 días en los esquejes de papas nativas, se puede evidenciar que las variedades, enraizantes y la interacción de variedades*enraizantes tienen alta significancia ($<0,0001$); pero para los bloques o repeticiones no existe significancia, el coeficiente de variación fue de 1,45 %. Esto quiere decir que existe influencia de los enraizantes en las dos variedades de papas nativas.

Tabla 14. ADEVA para la variable longitud de brote a los 30 días en los esquejes de papas nativas.

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor	
Variedades	3,85	1	3,85	2204,11	<0,0001	**
Enraizantes	1,27	3	0,42	242,31	<0,0001	**
V*E	0,71	3	0,24	134,79	<0,0001	**
Repeticiones	1,20E-03	2	6,10E-04	0,35	0,7101	ns
Error	0,02	14	1,70E-03			
Total	5,85	23				
CV %	1,45					

Como se observa en la tabla 15 se realizó el análisis estadístico de Tukey al 5% de las variedades, para la variable longitud de brote y se determinó que hay diferencia estadística, con dos rangos: en el rango A la (Chaucha amarilla) presentó el mejor largo de brote con una media de (3,29 cm) comparado con el rango B ((Mora azul) con una media de (2,49 cm).

Tabla 15. Prueba Tukey al 5% de las variedades para la variable longitud de brote.

Variedades	Medias	Rangos
V1	3,29	A
V2	2,49	B

Como se observa la tabla 16, se realizó el análisis estadístico de Tukey al 5% de los enraizantes, para la variable longitud de brote y se determinó que hay diferencia, con tres rangos: en el rango A el enraizante (Canela) presento el mejor largo de brote con una media de (3,08 cm) y el enraizante (Microalga Spirulina) con una media de (3,06 cm), comparado con el rango C el enraizante (Hormonagro 1) con una media de (2,51 cm) presentó el menor largo de brote.

Tabla 16. Prueba Tukey al 5% de los enraizantes para la variable longitud de brote.

Enraizantes	Medias	Rango
E3	3,08	A
E1	3,06	A
E2	2,91	B
E4	2,51	C

En la tabla 17 se puede observar el análisis estadístico de Tukey al 5% de la interacción de variedades por enraizantes, para la variable longitud de brotes de los esquejes, con siete rangos:

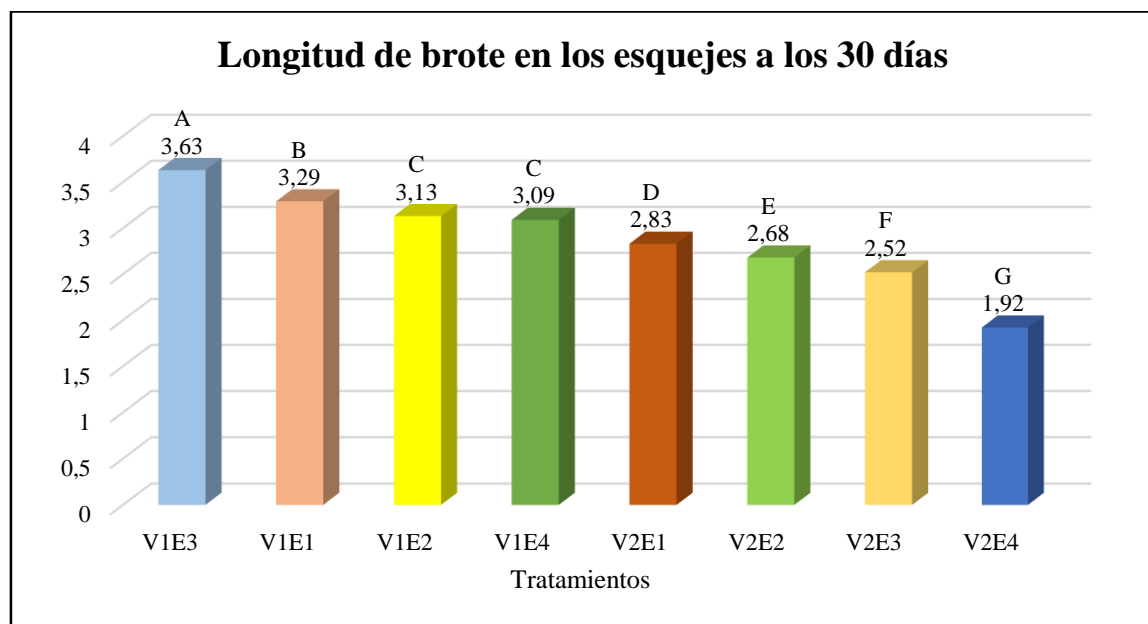
en el rango A la variedad (Chaucha amarilla) con el enraizante (Canela) presentó el mejor largo de brote a los 30 días con una media de (3,63 cm) comparado con el rango G la variedad (Mora azul) con el enraizante (Hormonagro 1) con una media de (1,92 cm) presentó el menor largo de brote de los esquejes.

Según Ortiz, 2014 en su investigación menciona que obtuvo mayores resultados en el tamaño de brote con la utilización de la canela molida como enraizante orgánico observando un buen crecimiento y desarrollo de las plantas, lo que significa que se puede considerar al enraizante a base de canela molida como una opción para la propagación mediante esquejes.

Tabla 17. Prueba Tukey al 5% de las variedades con los enraizantes de la longitud de brote.

Variedades	Enraizantes	Medias	Rangos
V1	E3	3,63	A
V1	E1	3,29	B
V1	E2	3,13	C
V1	E4	3,09	C
V2	E1	2,83	D
V2	E2	2,68	E
V2	E3	2,52	F
V2	E4	1,92	G

Figura 25: Longitud de brote de las variedades con los enraizantes a los 30 días.



Elaborado por: Vallejo, 2024.

10.3 Longitud de brote de los esquejes a los 45 días

En la tabla 18 el análisis de varianza para la longitud de brote a los 45 días en los esquejes de papas nativas, se puede evidenciar que las variedades, enraizantes y la interacción de variedades*enraizantes tienen alta significancia ($<0,0001$); pero para las repeticiones no existe significancia, el coeficiente de variación fue de 3,08%. Esto quiere decir que existe influencia de los enraizantes en las dos variedades de papas.

Tabla 18. ADEVA para la variable longitud de brote a los 45 días en los esquejes de papas nativas.

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor	
Variedades	3,78	1	3,78	397,2	$<0,0001$	**
Enraizantes	1,41	3	0,47	49,44	$<0,0001$	**
Variedades *						
Enraizantes	0,66	3	0,22	23,21	$<0,0001$	**
Repeticiones	0,02	2	0,01	0,87	0,4408	ns
Error	0,13	14	0,01			
Total	6,01	23				
CV %	3,08					

Como se observa la tabla 19, se realizó el análisis estadístico de Tukey al 5% de las variedades, para la variable longitud de brote a los 45 días y se determinó que hay diferencia estadística, con dos rangos: en el rango A (Chaucha amarilla) presentó el mejor largo de brote con una media de (3,57 cm) comparado con el rango B (Mora azul) con una media de (2,77 cm).

Tabla 19. Prueba Tukey al 5% de las variedades para la variable longitud de brote.

Variedades	Medias	Rangos
V1	3,57	A
V2	2,77	B

Como se observa la tabla 20, se realizó el análisis estadístico de Tukey al 5% de los enraizantes para la variable longitud de brote y se determinó que hay diferencia estadística, con tres rangos: en el rango A el enraizante (Canela) presentó el mejor largo de brote con una media de (3,41 cm) comparado con el rango C el enraizante (Hormonagro 1) con una media de (2,77 cm) presentó el menor largo de brote de los esquejes.

Tabla 20. Prueba Tukey al 5% de los enraizantes para la variable longitud de brote.

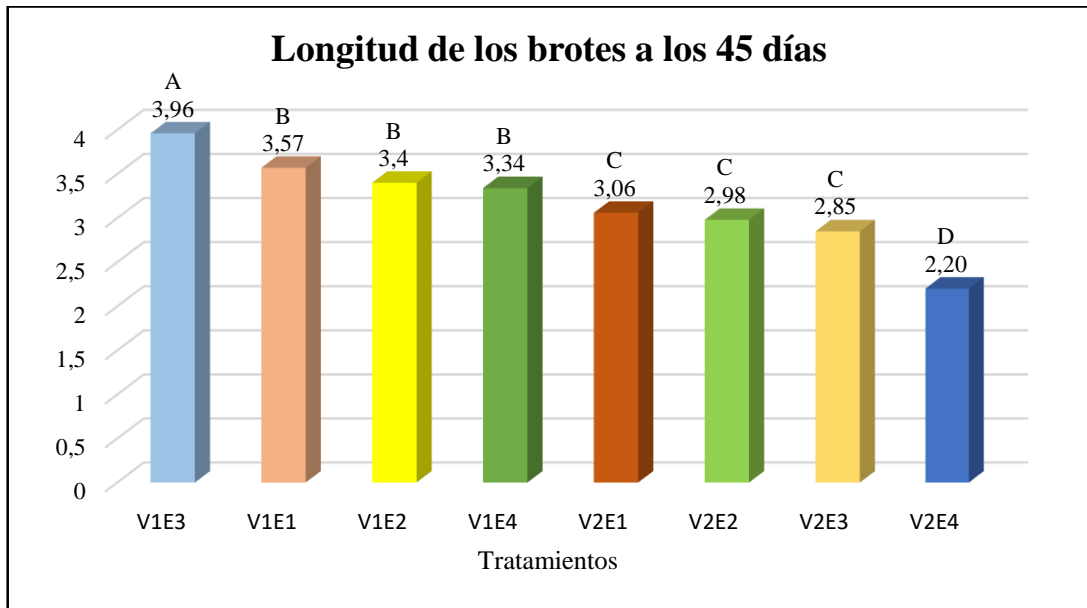
Enraizantes	Medias	Rangos	
E3	3,41	A	
E1	3,31	A	B
E2	3,19		B
E4	2,77		C

En la tabla 21 se puede observar el análisis estadístico de Tukey al 5% de la interacción de variedades por enraizantes, para la variable longitud de brotes de los esquejes, con cuatro rangos: en el rango A la variedad (Chaucha amarilla) con el enraizante (Canela) presentó el mejor largo de brote a los 45 días con una media de (3,96 cm) comparado con el rango D la variedad (Mora azul) con el enraizante (Hormonagro 1) con una media de 2,20 cm.

Según (Silva, 2021) en su investigación determinó que el enraizante que obtuvo un mejor resultado fue el enraizante de canela, ya que es un producto orgánico que ayuda a tener un buen desarrollo en los cultivos.

Tabla 21. Prueba Tukey al 5% de las variedades con los enraizantes de la longitud de brote

Variedades	Enraizantes	Medias	Rangos	
V1	E3	3,96	A	
V1	E1	3,57		B
V1	E2	3,40		B
V1	E4	3,34		B
V2	E1	3,06		C
V2	E2	2,98		C
V2	E3	2,85		C
V2	E4	2,20		D

Figura 26: Longitud de brote de las variedades con los enraizantes a los 45 días

Elaborado por: Vallejo, 2024.

10.4 Número de raíces

En la tabla 22 el análisis de varianza para el número de raíces a los 45 días en los esquejes de papas nativas, se puede evidenciar que las variedades, enraizantes y la interacción de las variedades*enraizantes tienen alta significancia ($<0,0001$); pero para las repeticiones no existe significancia, el coeficiente de variación fue de 2,49 %. Esto quiere decir que existe influencia de los enraizantes en las dos variedades de papas.

Tabla 22. ADEVA para la variable número de raíces a los 45 días en los esquejes de papas nativas.

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor	
Variedades	108,76	1	108,76	4172,77	$<0,0001$	**
Enraizantes	7,78	3	2,59	99,52	$<0,0001$	**
Variedades*Enraizantes	3,11	3	1,04	39,75	$<0,0001$	**
Repeticiones	0,14	2	0,07	2,71	0,1009	ns
Error	0,36	14	0,03			
Total	120,15	23				
CV %	2,49					

En la tabla 23 se realizó el análisis estadístico de Tukey al 5% de las variedades, para la variable número de raíces y se determinó que hay diferencia estadística, con dos rangos: en el rango A (Chaucha amarilla) presentó el mejor número de raíces (8,51 cm) comparado con el rango B (Mora azul) con una media de (4,35cm).

Tabla 23. Prueba Tukey al 5% de las variedades para la variable número de raíces.

Variedades	Medias	Rangos
V1	8,61	A
V2	4,35	B

Como se observa la tabla 24, se realizó el análisis estadístico de Tukey al 5% de los enraizantes, para la variable número de raíces y se determinó que hay diferencia estadística, con cuatro rangos: en el Rango A el enraizante (Hormonagro 1) presentó mejor número de raíces con una media de (7,35) comparado con el rango D, el enraizante (Aloe vera) con una media de (5,81) raíces.

Tabla 24. Prueba Tukey al 5% de los enraizantes para la variable número de raíces.

Enraizantes	Medias	Rangos
E4	7,35	A
E3	6,58	B
E1	6,19	C
E2	5,81	D

En la tabla 25 se puede observar el análisis estadístico de Tukey al 5% de la interacción de variedades por enraizantes, para la variable número de raíces a los 45 días, con cinco rangos: en el rango A existen 3 enraizantes con la variedad (Chaucha amarilla) que presentan mejor número de raíces como son el enraizante (Hormonagro1) con una media de (9,17); el enraizante (Canela) con una media de (9,03) y el enraizante (Microalga Spirulina) con una media de (8,72) comparado con el rango D, la variedad (Mora azul) presenta menor número de raíces con el enraizante (Microalga spirulina) con una media de (2,20 cm).

Ramírez, et al (2011) menciona en su investigación, que el tratamiento de turba con el enraizante Hormonagro 1 en los genotipos de papa (*Solanum Phureja*) presentó un enraizamiento de 96,11%. El enraizante a base de canela ayuda a estimular el desarrollo de las raíces debido a que contiene un compuesto natural el ácido indolbutírico (IBA), que promueve

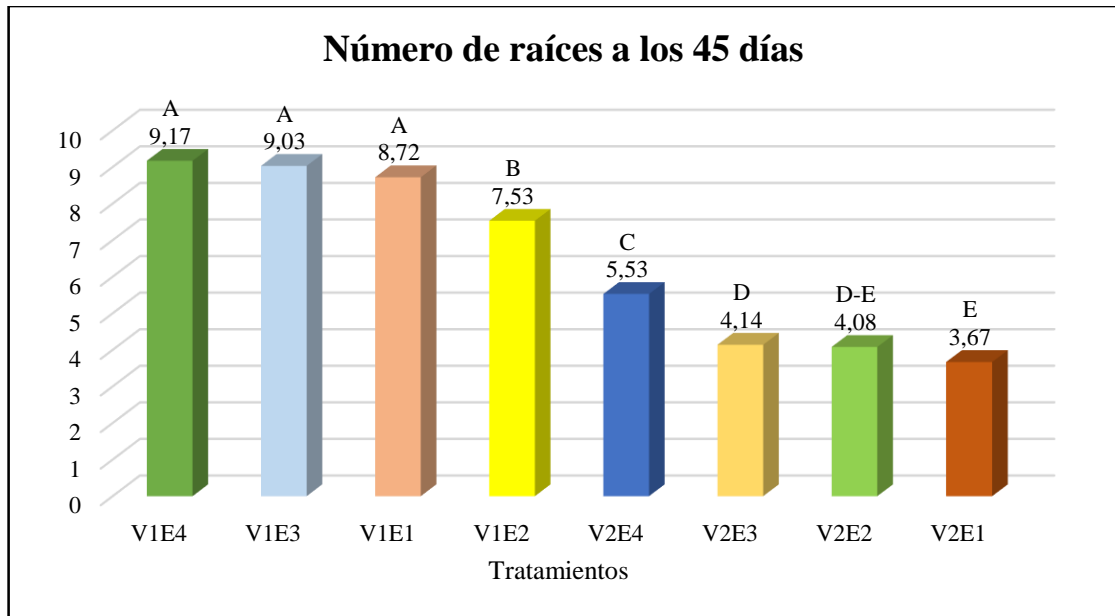
el enraizamiento en las plantas, (Hidroponics,2024) y el enraizante a base de la microalga spirulina ayuda en el enraizamiento debido a que posee cantidades de elementos como el calcio, hierro, magnesio, zinc y selenio, (Farmaquimica, 2024).

Para obtener mayor número de raíces en esquejes de papa Chaucha amarilla, se puede utilizar 3 tipos de enraizantes como el Hormonagro 1, Canela y la Microalga Spirulina ya que promueven mayor número de raíces.

Tabla 25. Prueba Tukey al 5% de las variedades con los enraizantes del número de raíces.

Variedades	Enraizantes	Medias	Rangos
V1	E4	9,17	A
V1	E3	9,03	A
V1	E1	8,72	A
V1	E2	7,53	B
V2	E4	5,53	C
V2	E3	4,14	D
V2	E2	4,08	D E
V2	E1	3,67	E

Figura 27: Número de raíces de las variedades con los enraizantes a los 45 días



Elaborado por: Vallejo, 2024.

10.5 Longitud de raíces

En la tabla 26 el análisis de varianza para la longitud de raíces a los 45 días en los esquejes de papas nativas, se puede evidenciar que las variedades, enraizantes y la interacción de variedades*enraizantes tienen alta significancia ($<0,0001$); pero para las repeticiones no existe significancia, el coeficiente de variación fue de 2,32 %. Esto quiere decir que existe influencia de los enraizantes en las dos variedades de papas.

Tabla 26. ADEVA para la variable longitud de raíces a los 45 días en los esquejes de papas nativas.

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor	
Variedades	74,03	1	74,03	2497,1	$<0,0001$	**
Enraizantes	2,25	3	0,75	25,29	$<0,0001$	**
Variedades*Enraizantes	40,97	3	13,66	460,63	$<0,0001$	**
Repeticiones	0,02	2	0,01	0,32	0,7337	ns
Error	0,42	14	0,03			
Total	117,67	23				
CV%	2,32					

En la tabla 27 se realizó el análisis estadístico de Tukey al 5% de las variedades, para la variable longitud de raíces y se determinó que hay diferencia estadística, con dos rangos: en el rango A (Chaucha amarilla) presentó la mejor longitud de raíces con una media de (9,19 cm) comparado con el rango B (Mora azul) con una media de (5,58 cm).

Tabla 27. Prueba Tukey al 5% de las variedades para la variable longitud de raíces.

Variedades	Medias	Rangos
V1	9,19	A
V2	5,58	B

Como se observa la tabla 28, se realizó el análisis estadístico de Tukey al 5% de los enraizantes, para la variable longitud de raíces y se determinó que hay diferencia estadística, con dos rangos, en el rango A el enraizante (Canela) presentó mejor longitud de raíces con una media de (7,94 cm) comparado con el rango B, donde se presentaron 3 enraizantes como son el enraizante (Aloe vera) con una media de (7,41cm); el enraizante (Hormonagro 1) con una media de (7,21 cm) y finalmente el enraizante (Microalga Spirulina) con una media de (7,17 cm).

Tabla 28. Prueba Tukey al 5% de los enraizantes para la variable longitud de raíces.

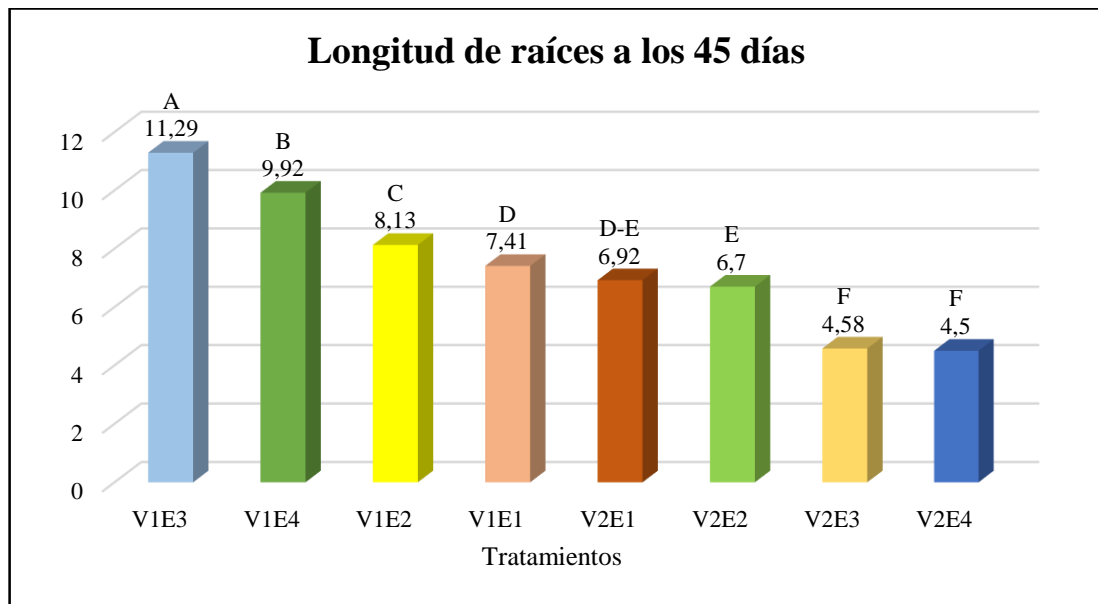
Enraizantes	Medias	Rangos
E3	7,94	A
E2	7,41	B
E4	7,21	B
E1	7,17	B

En la tabla 29 se puede observar el análisis estadístico de Tukey al 5% de la interacción de variedades por enraizantes, para la variable longitud de raíces a los 45 días, con cinco rangos: en el rango A la variedad (Chaucha amarilla) con el enraizante(Canela) presentó la mejor longitud de raíces con una media de (11,29 cm) comparado con el rango F, donde la variedad (Mora azul) presentó un bajo promedio de longitud de raíces con el enraizante (Aloe vera) con una media de (4,58 cm) y el enraizante (Hormonagro 1) con una media de (4,50 cm).

Según (Sánchez, 2023) considera que el enraizante a base de canela es uno de los mejores enraizantes en su investigación, ya que alcanzo un promedio en longitud de raíces de 17,9 cm. Por lo tanto, el enraizante a base de canela es una buena opción para obtener mayor longitud de raíces.

Tabla 29. Prueba Tukey al 5% de las variedades con los enraizantes de la longitud de raíces.

Variedades	Enraizantes	Medias	Rangos
V1	E3	11,29	A
V1	E4	9,92	B
V1	E2	8,13	C
V1	E1	7,41	D
V2	E1	6,92	D E
V2	E2	6,70	E
V2	E3	4,58	F
V2	E4	4,50	F

Figura 28: Longitud de raíces de las variedades con los enraizantes a los 45 días

Elaborado por: Vallejo, 2024.

10.6 Peso de raíces

En la tabla 30 el análisis de varianza para el peso de las raíces a los 45 días en los esquejes de papas nativas, se puede evidenciar que las variedades, enraizantes y la interacción de variedades*enraizantes tienen alta significancia ($<0,0001$); pero para las repeticiones no existe significancia, el coeficiente de variación fue de 3,52 %. Esto quiere decir que existe influencia de los enraizantes en las dos variedades de papas.

Tabla 30. ADEVA para la variable peso de raíces a los 45 días en los esquejes de papas nativas.

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor	
Variedades	0,15	1	0,15	1786,74	$<0,0001$	**
Enraizantes	0,01	3	4,00E-03	48,83	$<0,0001$	**
Variedades*Enraizantes	0,01	3	4,50E-03	54,96	$<0,0001$	**
Repeticiones	3,20E-04	2	1,60E-04	1,99	0,1732	ns
Error	1,10E-03	14	8,20E-05			
Total	0,17	23				
CV %						3,52

En la tabla 31 se realizó el análisis estadístico de Tukey al 5% de las variedades, para la variable peso de raíces y se determinó que hay diferencia estadística, con dos rangos: en el rango A

(Chaucha amarilla) presentó el mejor peso de raíces (0,33 gr) comparado con el rango B (Mora azul) con una media de (0,18 gr).

Tabla 31. Prueba Tukey al 5% de las variedades para la variable peso de raíces.

Variedades	Medias	Rangos
V1	0,33	A
V2	0,18	B

Como se observa la tabla 32, se realizó el análisis estadístico de Tukey al 5% de los enraizantes, para la variable peso de raíces y se determinó que hay diferencia estadística, con dos rangos: en el rango A los enraizantes (Canela) y (Microalga Spirulina) presentaron el mejor peso de raíces con una media de (0,28 gr) comparado con el rango B, el enraizante (Hormonagro 1) con una media de (0,24 gr) y el enraizante (Aloe vera) con una media de (0,23 gr) presentaron el menor promedio de peso de raíces.

Tabla 32. Prueba Tukey al 5% de los enraizantes para la variable peso de raíces.

Enraizantes	Medias	Rangos
E3	0,28	A
E1	0,28	A
E4	0,24	B
E2	0,23	B

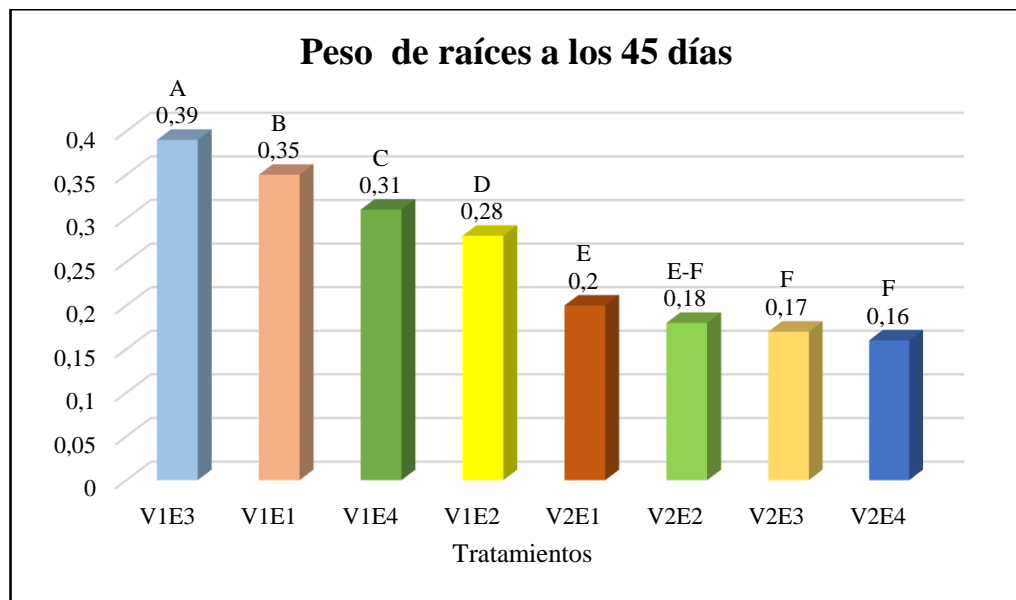
En la tabla 33 se puede observar el análisis estadístico de Tukey al 5% de la interacción de variedades por enraizantes, para la variable peso de raíces a los 45 días, con siete rangos: en el rango A la variedad (Chaucha amarilla) con el enraizante (Canela) presentó el mejor peso de raíces con una media de (0,39 gr) comparado con el rango F, la variedad (Mora azul) con el enraizante (Canela) con una media de (0,17 gr) y el enraizante (Hormonagro 1) con una media de (0,16 gr) presentaron un menor promedio de peso de raíces.

En su investigación (Castillo, 2023) menciona que la canela es una buena opción de hormona de enraizamiento casera y natural, este enraizante tiene una ventaja añadida de protector frente al ataque de hongos.

Según (Morales, 2024) en su investigación de propagación asexual de mora castilla, obtuvo un promedio de 6,33 gramos del peso fresco de raíces de la mora a los 90 días.

Tabla 33. Prueba Tukey al 5% de las variedades con los enraizantes del peso de raíces.

Variedades	Enraizantes	Medias	Rangos
V1	E3	0,39	A
V1	E1	0,35	B
V1	E4	0,31	C
V1	E2	0,28	D
V2	E1	0,20	E
V2	E2	0,18	E F
V2	E3	0,17	F
V2	E4	0,16	F

Figura 29: Peso de raíces de las variedades con los enraizantes a los 45 días

Elaborado por: Vallejo, 2024.

10.7 Análisis Beneficio/Costo

Para obtener los ingresos se comercializo las 3,072 plántulas a un valor de 0,10 centavos cada una, obteniendo un total de \$ 307,20.

Se determinó el beneficio/costo aplicando la formula a continuación descrita, donde el total de los ingresos (tabla 34) se divide para el total de los egresos (tabla 35) en la cual se obtuvo un valor de 1,39 que es >1 , es decir que el proyecto es rentable y según (Zurita, 2020), menciona que por cada dólar invertido en el proyecto se recupera el dólar de la inversión más 0,39 centavos lo que sería la ganancia por unidad monetaria en esta investigación.

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

$$\text{Beneficio/Costo} = \frac{307,20}{220,56}$$

$$\frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}} = 1,39$$

Tabla 34. Ingresos generados del total de plántulas.

Total de plántulas	Costo por plántulas (ctv)	Ingresos totales (\$)
3072	0,10	307,20

Tabla 35. Costo total de producción (egresos) del proyecto

Tratamientos	Costos totales de producción
V1E1	27,28
V1E2	27,66
V1E3	28,16
V1E4	27,18
V2E1	27,28
V2E2	27,66
V2E3	28,16
V2E4	27,18
Total	220,56

10.7.1 Análisis Beneficio/Costo por tratamiento

En la (tabla 36) se puede evidenciar el total de los ingresos, 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 ingreso de los 8 tratamientos es de \$ 307,20.

En la (tabla 36) se pueden observar los ingresos y en la (tabla 37) los egresos por cada tratamiento, para obtener el beneficio/costo por tratamiento se debe aplicar la fórmula según (Zurita,2020), donde se divide los ingresos para los egresos de cada uno de los tratamientos (tabla 38). Al aplicar dicha fórmula se obtuvo que los tratamientos (V1E1, V1E4, V2E1y el V2E4) presentaron un beneficio/costo de 1,41 dólares, en cambio los tratamientos (V1E2 y V2E2) presentaron un beneficio/costo de 1,39 dólares y los tratamientos (V1E3 y V2E3) presentaron un beneficio/costo de 1,36 dólares.

Tabla 36. Ingresos generados del total de plántulas de todos los tratamientos

Tratamientos	Número de plántulas	Costo por plántulas (ctv)	Ingreso total (\$)
V1E1	384	0,10	38,4
V1E2	384	0,10	38,4
V1E3	384	0,10	38,4
V1E4	384	0,10	38,4
V2E1	384	0,10	38,4
V2E2	384	0,10	38,4
V2E3	384	0,10	38,4
V2E4	384	0,10	38,4
Total			307,20

Elaborado por: Vallejo, 2024.

Tabla 37. Costo de producción (egresos) de todos los tratamientos

Insumos	Unidad	Cantidad	V1E1 (\$)	V1E2 (\$)	V1 E3 (\$)	V1 E4 (\$)	V2E1 (\$)	V2E2 (\$)	V2 E3 (\$)	V2 E4 (\$)
Sustrato	Kg	3	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9
Desinfectante	ml	3	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Bandejas	U	3	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
Enraizantes										
Microalga Spirulina	gr	2,5	0,12				0,12			
Aloe vera	pecas	1		0,5				0,5		
Canela	gr	14,18			1				1	
Hormonagro 1	gr	0,12				0,02				0,02
Plantas madre	U	10	2	2	2	2	2	2	2	2
Fertilizante	ml	1	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Fungicida	ml	0,25	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Materiales										
Materiales	U		0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
Mano de obra	horas	4	10	10	10	10	10	10	10	10
Estructura	m2	0,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75
Costos Totales			27,28	27,66	28,16	27,18	27,28	27,66	28,16	27,18

Tabla 38. Beneficio/Costo por tratamientos

Beneficio/ Costo	Ingresos	Egresos	B/C
V1E1 (\$)	38,4	27,28	1,41
V1E2 (\$)	38,4	27,66	1,39
V1E3 (\$)	38,4	28,16	1,36
V1E4 (\$)	38,4	27,18	1,41
V2E1 (\$)	38,4	27,28	1,41
V2E2 (\$)	38,4	27,66	1,39
V2E3 (\$)	38,4	28,16	1,36
V2E4 (\$)	38,4	27,18	1,41

10.7.2 Análisis Beneficio/Costo para una hectárea

Para obtener los ingresos se comercializo las 23,680 plántulas de cada uno de los tratamientos a un valor de 0,10 centavos cada una, obteniendo un total de \$ 2,368 por tratamiento.

En la (tabla 39) se pueden observar los ingresos y en la (tabla 40) los egresos por cada tratamiento, para obtener el beneficio/costo por tratamiento se debe aplicar la formula según (Zurita,2020), donde se divide los ingresos para los egresos de cada uno de los tratamientos (tabla 41). Al aplicar dicha fórmula se obtuvo que los tratamientos (V1E1, V1E4, V2E1y el V2E4) presentaron un beneficio/costo de 1,42 dólares, en cambio los tratamientos (T2V1E2 y V2E2) presentaron un beneficio/costo de 1,39 dólares y los tratamientos (V1E3 y V2E3) presentaron un beneficio/costo de 1,37 dólares.

Tabla 39. Ingresos generados del total de plántulas para una hectárea.

Tratamientos	Número de plántulas	Costo por plántulas (ctv)	Ingreso total (\$)
V1E1	23,680	0,10	2,368
V1E2	23,680	0,10	2,368
V1E3	23,680	0,10	2,368
V1E4	23,680	0,10	2,368
V2E1	23,680	0,10	2,368
V2E2	23,680	0,10	2,368
V2E3	23,680	0,10	2,368
V2E4	23,680	0,10	2,368

Tabla 40. Costo de producción por tratamientos para una hectárea.

Insumos	Unidad	Cantidad	V1E1 (\$)	V1E2 (\$)	V1 E3 (\$)	V1 E4 (\$)	V2E1 (\$)	V2E2 (\$)	V2 E3 (\$)	V2 E4 (\$)
Sustrato	Kg	185	240,5	240,5	240,5	240,5	240,5	240,5	240,5	240,5
Desinfectante	ml	22,5	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
Bandejas	U	185	462,5	462,5	462,5	462,5	462,5	462,5	462,5	462,5
Enraizantes										
Microalga Spirulina	gr	75	3,6				3,6			
Aloe vera	pecas	60		30				30		
Canela	gr	850			60				60	
Hormonagro 1	gr	7,2				1,2				1,2
Plantas madre	U	600	120	120	120	120	120	120	120	120
Fertilizante	ml	185	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
Fungicida	ml	15,42	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23
Materiales	U		55,2	55,2	55,2	55,2	55,2	55,2	55,2	55,2
M de obra	Jornales	31	620	620	620	620	620	620	620	620
Estructura	m2	45	165	165	165	165	165	165	165	165
Costos Totales			1672,09	1698,49	1728,49	1669,69	1672,09	1698,49	1728,49	1669,69

Tabla 41. Beneficio/ Costo por tratamientos para una hectárea

Beneficio/ Costo	Ingresos	Egresos	B/C
V1E1 (\$)	2,368	1,67209	1,42
V1E2 (\$)	2,368	1,69849	1,39
V1E3 (\$)	2,368	1,72849	1,37
V1E4 (\$)	2,368	1,66969	1,42
V2E1 (\$)	2,368	1,67209	1,42
V2E2 (\$)	2,368	1,69849	1,39
V2E3 (\$)	2,368	1,72849	1,37
V2E4 (\$)	2,368	1,66969	1,42

10.7.3 Comparación de precio de tubérculo semilla con plántulas de esquejes

Siembra de semilla en una hectárea

(INIAP, 2024) menciona que el precio de la semilla básica es de 3,50 dólares por kilogramo, 1 saco de 45 kg cuesta 157,5 dólares.

En una hectárea se siembran 23,643 semilla de papa básica de 60 gramos a una distancia de 0,30 m entre planta y 1,40 m entre surco, para ello se necesitan 32 quintales de 45 kg a un precio de 157,5 dólares nos da un total de 5,040 dólares.

Siembra de plántulas de papa en una hectárea

En cambio, si se siembra 23,643 plántulas de papas 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. Además, 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 ayudó a los impactos técnicos en el ámbito agrícola, ya que este proyecto de investigación reflejo buenos resultados en cuanto a la elaboración y el uso de enraizantes naturales para la propagación de dos variedades de papas nativas, siendo una alternativa ecológica y rentable para los agricultores.

11.2 Sociales

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

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 Económicos

La propagación mediante esquejes con enraizantes naturales son accesibles económicamente para todos los agricultores, debido a que algunos enraizantes como la canela y la sábila se encuentran en el hogar de las personas.

12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

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 del Núcleo de Desarrollo Tecnológico nos ayudó con las plantas madres para sacar los esquejes de las papas nativas que se usaron en cada uno de los tratamientos, bandejas, turba, desinfectante, enraizantes, y fertilizantes.

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1 Conclusiones

- Se identificó que la mejor variedad de papa nativa es la Chaucha amarilla ya que, presenta un mejor porcentaje de prendimiento con una media de 93% debido a que tiene la adecuada humedad y nutrientes del sustrato para su desarrollo y por ser una variedad de crecimiento rápido.
- El mejor enraizante para la Chaucha amarilla es la canela porque presentó un mejor promedio en la longitud de raíces con una media de 11,29 cm y en el peso de raíces con una media de 0,39 gramos, sin embargo, para el mejor número de raíces es el enraizante Hormonagro 1 con una media de 9,17 y en el mismo rango se encuentra el enraizante Canela con una media de 9,03.
- Se realizó el análisis del beneficio/costo de los tratamientos y se considera que son rentables ya que tienen un valor mayor a 1, pero los tratamientos con mayor rentabilidad son V1E1 (Chaucha amarilla +Microalga Spirulina); V1E4 (Chaucha amarilla + Hormonagro 1); V2E1 (Mora azul + Microalga Spirulina) y V2E4 (Mora azul + Hormonagro 1) con un beneficio/costo de 1,41 dólares, ya que, por cada dólar invertido se obtuvo una ganancia de 0,41 centavos.

13.2 Recomendaciones

- Mediante los datos obtenidos en el proceso de investigación, se recomienda propagar esquejes de la variedad Chaucha amarilla con el enraizante natural a base de canela, 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 nativas, con la utilización de estos enraizantes se obtiene plantas libres de residuos tóxicos.
- Se recomienda el uso de enraizante con esquejes de tallo juvenil, ya que, al ser esquejes jóvenes siguen con su desarrollo, como el crecimiento del brote y enraizamiento.
- Continuar con este tipo de investigaciones por lo que, en la actualidad los agricultores desconocen el uso de enraizantes naturales en la propagación en esquejes de papa nativas, además al realizar este tipo de investigación se podrá conservar la diversidad genética de las papas nativas.

14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agroactivocol.* (2016). Obtenido de Ficha Técnica Hormonagro 1: <https://agroactivocol.com/wp-content/uploads/2016/01/Hormonagro-1.pdf>
- Alcantara, J., Acero, J., Alcántara, J., & Sánchez, R. (26 de Abril de 2019). *Scielo*. Obtenido de Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-24702019000200109
- ALvarez, J. (2014). Obtenido de Producción de papa "Gourmet" a partir de semilla sexual y asexual con tres variedades nativas en ambiente a temperado de Quipaquipani, Provincia Ingavi, la Paz: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5290/T1948.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arahou, F., Ibtissam, Wahby, A., Rhazy, L., Arahou, M., & Wahby, I. (29 de November de 2022). *SpringerLink*. Obtenido de Spirulina-Based Biostimulants for Sustainable Agriculture: Yield Improvement and Market Trends: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12155-022-10537-8>
- ARGENPAPA. (7 de Junio de 2022). Obtenido de Ecuador: En el país existen cerca de 580 variedades de papas: <https://www.argenpapa.com.ar/noticia/12154-ecuador-en-el-pais-existen-cerca-de-580-variedades-de-papas>
- Carrera, J. (13 de Diciembre de 2018). *Allpa la voz de la tierra*. Obtenido de La papa: <https://www.allpa.org/la-papa/>
- Carnero, K., Medina, S., Rivero, A., León, J., Zavaleta, A., Castillo, A., & Zapata, L. (3 de Noviembre de 2020). *Scielo*. Obtenido de Enraizamiento de esquejes de tallo juvenil de *Solanum tuberosum* L. var. yungay mediante la aplicación del ácido 2,4-diclorofenoxiacético: http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v21n3/es_0122-8706-ccta-21-03-1604.pdf
- Carrillo, C., & Cuesta, X. (2020). *Asociación Brasileña de Batata*. Obtenido de La Producción de Papa en Ecuador se Encuentra Amenazada por un Problema Fitosanitario: [https://www.abbatatabrasileira.com.br/materias-das-revistas/la-produccion-de-papa-en-ecuador-se-encuentra-amenazada-por-un-problema-fitosanitario/#:~:text=2020\)%2C%20agente%20causal%20de%20la,la%20papa%20\(Bactericera%20cockerelli\)](https://www.abbatatabrasileira.com.br/materias-das-revistas/la-produccion-de-papa-en-ecuador-se-encuentra-amenazada-por-un-problema-fitosanitario/#:~:text=2020)%2C%20agente%20causal%20de%20la,la%20papa%20(Bactericera%20cockerelli))
- Castillo, A. (2023). *Universidad Mayor de San Andrés*. Obtenido de Efecto de los enraizadores naturales líquidos vs. sólidos en la propagación de esquejes de lavanda (*Lavandula angustifolia* Mill.) en tres sustratos en el Centro Experimental de Cota Cota: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/32753/T-3147.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cedeño, A. (2023). *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*. Obtenido de Propagación vegetativa de aliso (*Alnus acuminata* ,B.K.) utilizando tres sustratos y tres enraizantes en la parroquia Cubijés, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo. : <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/19607/1/33T0464.pdf>

- Cotes, J., & Ñustez, C. (2001). *Universidad Nacional de Colombia*. Obtenido de Evaluación de dos tipos de esquejes en la producción de semilla prebasica de papa criolla (*Solanum phureja* Juz et.Buk) variedad " Yema de Huevo": file:///D:/Downloads/21709-74302-1-CE.pdf
- Cuesta X., P. D. (2018). *INIAP*. Obtenido de Guía de manejo de la punta morada de la papa: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5653/1/Gu%C3%ADa%20de%20Manejo%20de%20la%20Punta%20Morada%20de%20la%20Papa%20ra%20edici%C3%B3n.pdf>
- Díaz, P. (2010). *utadeo*. Obtenido de La Espirulina : <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/8816/10439.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Dentro%20de%20su%20composici%C3%B3n%20tiene,%2C%20selenio%2C%20hierro%20y%20f%C3%B3sforo>.
- El Universo*. (16 de Abril de 2024). Obtenido de En Carchi la producción de un quintal de papa cuesta \$ 5 más que el precio que reciben los productores: <https://www.eluniverso.com/noticias/ecuador/papa-produccion-carchi-enfermedad-punta-morada-caida-precios-nota/>
- Farmaquimica* . (Abril de 2022). Obtenido de Spirulina : <https://farmaquimicasur.com/wp-content/uploads/2022/04/Espirulina.pdf>
- Fermagri*. (2022). Obtenido de Micro Alge K: <http://www.fermagri.com/microalgaek.html>
- Fernández, N., Vázquez, Pérez, Welti, Alvarado, Calderón, . . . Gutiérrez. (2 de Marzo de 2012). *Scielo*. Obtenido de El gel de Aloe vera: estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-27382012000100003#:~:text=Qu%C3%ADmicamente%20el%20Aloe%20vera%20se%20encuentran%20en%20la%20capa
- Grupo VOS*. (2020). Obtenido de Mikroalgen: <https://www.grupovos.com/productos-especiales/>
- Gutierrez, M. (2013). *Universidad Mayor de San Andrés*. Obtenido de 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.: <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/4298/T-1793.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hydroponics*. (28 de Marzo de 2024). Obtenido de Usar Canela como Enraizante: Una Opción Natural para el Crecimiento de tus Plantas: <https://www.growshopweb.com/blog/usar-canela-como-enraizante/#:~:text=La%20canela%20contiene%20compuestos%20naturales,plantas%2C%20incluidas%20las%20de%20marihuana>
- INIAP*. (20 de Marzo de 2010). Obtenido de Congreso Internacional de Investigación y Desarrollo de Papas Nativas : <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3117/1/iniapsc328b.pdf>

- INIAP*. (14 de Marzo de 2024). Obtenido de Precios de semilla y material vegetal: https://www.iniap.gob.ec/wp-content/uploads/2024/03/Precios%20de%20Semilla%20y%20Material%20Vegetal%20INIAP%2014_03_2024.xlsx
- Intagri*. (2016). Obtenido de Uso de Extractos de Algas (*Ascophyllum nodosum*) como bioestimulantes en Agricultura: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/uso-de-extractos-de-ascophyllum-nodosum>
- Torres, L. (2020). *Repositorio utc*. Obtenido de Producción de semilla Pre-básica de papa (*Solanum tuberosum*) variedad super chola a partir de esquejes provenientes de plantas madre fitomejoradas en tres niveles de corte (apical, medio, basal) en la provincia de Carchi: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6641/1/PC-000836.pdf>
- López, I., Lisbel-González, Péré, G., Reyes, Y., Núñez, M., & Cabrera, J. (1 de Junio de 2020). *Scielo*. Obtenido de Las algas y sus usos en la agricultura. Una visión actualizada: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362020000200010
- MAGAP*. (2024). Obtenido de Semilleristas identifican ventajas al sembrar plántulas de papa: <https://www.agricultura.gob.ec/semilleristas-identifican-ventajas-al-sembrar-plantulas-de-papa/>
- Mena, A. (Febrero de 2020). *Repositorio utc*. Obtenido de Evaluación de un bioestimulante orgánico inductor de fitoalexinas e insecticidas comerciales para el control de la sintomatología de la punta morada en dos variedades de papa en la localidad la Cangahua Belisario Quevedo Latacunga, Cotopaxi.: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6616/1/PC-000809.pdf>
- Mendoza, B. (2013). *Epoch*. Obtenido de evaluación de la eficacia de cuatro enraizadores y dos tamaños de estacas en la propagación de naranjilla (*Solanum quitoense*) híbrido puyo, en vivero en el cantón san miguel de los bancos, provincia de Pichincha.: <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/2799/1/13T0766%20.pdf>
- Monteros, C., Yumisaca, F., Andrade, J., & Reinoso, I. (2010). *INIAP*. Obtenido de Cultivares de papas nativas: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3224/1/iniapscpm1792010.pdf>
- Monteros, J. (2021). *Universidad Técnica del Norte*. Obtenido de Evaluación del impacto potencial del cambio climático sobre cuatro accesiones de papa nativa (*Solanum tuberosum*) como recurso alimentario en la Provincia de Carchi.: <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11223/2/PG%20832%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Morales, M. (2024). *Universidad Politécnica Estatal del Carchi* . Obtenido de Evaluación de enraizantes orgánicos en la propagación asexual de mora de castilla (*Rubus glaucus*) en la provincia del Carchi.: <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/2223/1/498-%20MORALES%20CUASATAR%20%20KLEBER%20MAURICIO.pdf>
- Navarro, C. (2018). *Repositorio.utc*. Obtenido de Evaluación del efecto de dos compost en combinación con un fortificador (Wayra) en el cultivo de papa Chaucha (*Solanum*

- phureja) San Ignacio, Toacazo, Latacunga, 2017-2018.:
<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/5108/6/PC-000346.pdf>
- Oliveros, A. (Agosto de 2002). *Pontificia Universidad Javeriana Facultad de Ciencias Basicas Bogota*. Obtenido de Análisis de crecimiento destructivo y no destructivo de dos materiales de lulo (*Solanum quitoense*) la selva y de castilla en Aguabonita Cundinamarca: <file:///D:/Downloads/LULO.pdf>
- Ordoñez, B., Orrillo, M., & Bonierbale, M. (2016). *Centro Internacional de la Papa (CIP)*. Obtenido de Manual Biología reproductiva y citológica de la papa: <https://cgspace.cgiar.org/server/api/core/bitstreams/a6546ac1-dbe3-4f3a-a2b3-682ba0f8eb10/content>
- Ortiz, C. (2014). *Universidad Nacional Huancavilca*. Obtenido de Evaluación de la eficacia de tres enraizadores orgánicos y ácido indol acetico (AIA) en esquejes de aguaymanto (*Physalis Peruviana Linnaeus*) : <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/f4049f2a-d845-417e-b903-e210ece7ac58/content>
- Peñaherrera, D. (2023). Obtenido de Estudiante de la Universidad de Córdoba, información levantada en su investigación.
- Ponce, E. (2024). *Universidad Nacional de Loja*. Obtenido de Producción de papa var. Chaucha (*Solanum phureja* J. & B.) mediante la aplicación de técnicas ancestrales en un terreno de ladera, sector Sevilla de Oro de la ciudad de Loja.: https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/29241/1/ElvisMartin_Monta%C3%B1oPonce.pdf
- Ramírez, L., Amaya, C., & Torres, J. (20 de Noviembre de 2011). *Universidad Militar Nueva Granada*. Obtenido de Evaluación de metodologías de enraizamiento de esquejes de tallo lateral en genotipos de *Solanum phureja*: [file:///D:/Downloads/macero,+9.ENRAIZAMIENTO%20\(2\).pdf](file:///D:/Downloads/macero,+9.ENRAIZAMIENTO%20(2).pdf)
- Ruperti, B. (2024). *Universida Estatal Península de Santa Elena* . Obtenido de Evaluación de diferentes enraizantes naturales Vs. enraizantes inorganicos para propagación vegetativa por esquejes de corona de cristo (*Euphorbia milii*) en Santa Elena-Ecuador: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/10908/1/UPSE-TIA-2024-0003.pdf>
- Sanchez, L. (2023). *Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión*. Obtenido de Efecto de cinco enraizadores naturales en la propagación asexual de yuca (*Manihot esculenta* Crantz): http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/3296/1/T026_62001296_T.pdf
- Silva, B. (2021). *Universidad Estatal Península de Santa Elena* . Obtenido de Evaluación de la eficacia de tres enraizantes naturales para la propagación de mango (*Mangifera indica*) por esquejes.: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6315/1/UPSE-TIA-2021-0046.pdf>
- Suárez, L. (2021). *Universidad Estatal Península de Santa Elena*. Obtenido de Análisis de efectividad de los diferentes tipos de enraizantes naturales para la agricultura: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6320/1/UPSE-TIA-2021-0068.pdf>

- Torres, C. (2014). *Universidad Nacional de Huancavilca* . Obtenido de Evaluación de la eficacia de tres enraizadores orgánicos y ácido indol acético (AIA) en esquejes de aguaymanto: <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/f4049f2a-d845-417e-b903-e210ece7ac58/content>
- Valle, J. (2023). *Universidad Agraria del Ecuador Facultad de Ciencias Agrarias* . Obtenido de Efecto de tres fitohormonas aplicadas en drench para estimular el sistema radicular en el cultivo de orquídea (*Cattleya* sp): <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VALLE%20VERA%20JACINTO%20JOEL.pdf>
- Vera, L. (Febrero de 2021). *Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí* . Obtenido de Estudio de la viabilidad de enraizadores en la multiplicación clonal de café robusta (*Coffea canephora* Pierre) mediante la división longitudinal del esqueje. : <https://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/42000/1447/TTA18D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Villa, G. (2016). *Universidad Politécnica Estatal del Carchi*. Obtenido de “Producción de Semilla de papa (*Solanum tuberosum*.) usando métodos de multiplicación acelerada, en el Centro Experimental San Francisco Cantón Huaca, Provincia Carchi”: <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/565/1/318%20produccion%20de%20semilla%20de%20papa%20usando%20metodos%20de%20multiplicacion.pdf>
- Zurita, S. (Septiembre de 2020). *Repositorio utc*. Obtenido de Propagación vegetativa de *Justicia spicigera* mediante estacas embebidas en sustancias enraizantes en el cantón Mejía. : <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6920/1/UTC-PIM-000262.pdf>