



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

TESIS DE GRADO

Validación del comportamiento agronómico y productivo de cuatro clones de camote (*Ipomea batata*) en condiciones de campo abierto en la Estación Experimental el Limón

Briones, H; González, F; Velásquez; M.

Tutor(a)

Dra. Verónica Lisbeth Ruiz Gómez

CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL DE ESTELÍ

¡Universidad del Pueblo y para el Pueblo!



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

Centro Universitario Regional de Estelí

CUR-Estelí

Recinto Universitario “Leonel Rugama Rugama”
Departamento de Ciencias Tecnológicas y Salud

Validación del comportamiento agronómico y productivo de cuatro clones de camote (*Ipomea batata*) en condiciones de campo abierto en la Estación Experimental el Limón

Trabajo de investigación para optar al grado de
Ingenieros Agrónomos

Autores

Harold José Briones Hernández
Fernando José González Gutiérrez
Mariángeles Alexandra Velásquez Moreno

Tutor

Dra. Verónica Lisbeth Ruiz Gómez

Diciembre 2025



Dedicatoria

Dedicamos esta investigación, en primer lugar, a Dios, por guiarnos, iluminarnos el camino y brindarnos la fortaleza espiritual necesaria para superar cada dificultad a lo largo de este proceso académico. Gracias por darnos sabiduría, salud y perseverancia para alcanzar una de las metas más importantes de nuestras vidas.

A nuestras familias, quienes son el pilar fundamental de este logro. A nuestros padres, por su amor incondicional, sacrificio y esfuerzo constante; por enseñarnos con su ejemplo que la disciplina y la perseverancia son la base del éxito. Gracias por sus palabras de aliento en los momentos difíciles, por comprender nuestras ausencias y por apoyarnos incondicionalmente a cada paso de este camino. A nuestros hermanos y seres queridos, por su cariño, compañía y motivación constante, que nos dieron las fuerzas para continuar incluso cuando en cansancio parecía vencer.

Dedicamos también este trabajo a todas aquellas personas especiales que, de una u otra manera, formaron parte de este proceso: amigos, compañeros y profesores que nos brindaron su apoyo, comprensión y consejos valiosos. Gracias por ser parte de este recorrido y por compartir con nosotros cada experiencia, cada aprendizaje y cada logro alcanzado.

Finalmente dedicamos esta tesis con orgullo a la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-MANAGUA), Centro Universitario Regional (CUR) Estelí, nuestra casa de estudios por habernos brindado las herramientas, los conocimientos y los valores que hoy nos acompañan como futuros profesionales. A esta institución, símbolo de esfuerzo, dedicación y excelencia académica, le debemos gran parte nuestros conocimientos personal y profesional.

Con profundo cariño y gratitud, dedicamos este logro a todos los que han sido parte de nuestra formación y que de una u otra forma, contribuyeron a que este sueño hoy sea una realidad.

Agradecimiento

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a Dios, fuente de sabiduría, fortaleza y esperanza, por habernos permitido culminar esta etapa tan importante en nuestras vidas. A él encomendamos cada paso de este camino, y agradecemos la guía que nos brindó en los momentos de incertidumbre y cansancio, dándonos siempre la motivación para continuar y superar los desafíos que se presentaron.

A nuestras familias, pilares fundamentales en todo nuestro proceso académico y personal. A nuestros padres, por su amor incondicional, sacrificio y apoyo constante; por enseñarnos con su ejemplo el valor del esfuerzo, la disciplina y la perseverancia.

Extendemos nuestro más profundo agradecimiento a nuestra tutora, Verónica Ruiz, por su guía académica, dedicación y compromiso durante el desarrollo de esta investigación. Le agradecemos sinceramente su tiempo, disposición y apoyo constante, las cuales fueron fundamentales para la culminación de este trabajo.

Agradecemos también a los docentes de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua), centro universitario Regional (CUR) Estelí, quienes, a lo largo de nuestra formación, compartieron sus conocimientos, experiencias y valores, contribuyendo significativamente a nuestro crecimiento profesional.

En especial, queremos expresar nuestro reconocimiento al Ingeniero Jorge Manuel Pinel, por su dedicación, compromiso y valiosa orientación durante todo nuestro proceso académico. Su apoyo constante, sus sabios consejos y su disposición para compartir sus conocimientos fueron una guía fundamental para nuestra formación profesional y el desarrollo de esta tesis.

Finalmente, expresamos nuestro agradecimiento a todas aquellas personas que, de una u otra manera, formaron parte de este proceso. Cada palabra de aliento, cada gesto de apoyo y cada muestra de confianza fueron un impulso invaluable para llegar a la meta.



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL, ESTELÍ
“2025: Eficiencia y Calidad para seguir en victorias”
Departamento de Ciencias de la Educación y Humanidades

CARTA AVAL DEL TUTOR

Estelí, 28 de noviembre de 2025

Por medio de la presente, en calidad de tutor(a) del trabajo de modalidad de graduación titulado: Validación del comportamiento agronómico y productivo de cuatro clones de camote (*Ipomea batata*) en condiciones de campo abierto en la Estación Experimental el Limón, elaborado por el(la)/los(as) estudiante(s):

[Harold José Briones Hernández]	[21506110]
[Fernando José González Gutiérrez]	[21514217]
[Mariángeles Alexandra Velásquez Moreno]	[21515306]

Estudiante(s) de la carrera de Ingeniería Agronómica, hago constar que he brindado acompañamiento académico y metodológico durante el desarrollo de dicho trabajo, cumpliendo con lo establecido en el cronograma y en la normativa institucional vigente. Asimismo, avalo que el trabajo cumple con los requisitos formales, científicos y éticos exigidos por la Universidad, en cumplimiento de la modalidad de graduación correspondiente.

Atentamente,

Dra. Verónica Lisbeth Ruiz Gómez

<https://orcid.org/0000-0001-6094-6883>

UNAN-Managua/CUR-Estelí

¡Universidad del Pueblo y para el Pueblo!

Barrio 14 de abril, contiguo a la subestación de ENATREL, Tel 27137734, Ext 7424
dceh.curesteli@unan.edu.ni

Resumen

En Nicaragua uno de los principales desafíos en el ámbito agronómico es la limitada tecnificación y evaluación de cultivos secundarios, como lo es el camote. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el comportamiento agronómico y productivo de cinco clones de camote (*Ipomoea batata*) en condiciones de campo abierto con el fin de la identificar aquellos con mejor sobrevivencia, características morfológicas y rendimiento en la estación experimental el Limón. Se utilizó un diseño de parcelas pareadas sin repeticiones, con 4 tratamientos y un total de 30 plantas por tratamiento. El tamaño de la unidad experimental fue de 5 surcos de 10 metros de longitud, separados a 0.9 metros, para un área de 45 m² por parcela y un área total del experimento de 180 m². Los resultados mostraron diferencias en la sobrevivencia de los clones: el clon 106080-2, presentó un 30% de sobrevivencia; el clon 106478-3, un 66%; el clon 19454050 un 70 %; el clon 106602-3 presentó un 73% y el clon testigo nutritivo presentó un 97 %, siendo este último el que mostró la mejor adaptabilidad en condiciones de campo abierto. En términos de rendimiento productivo, los clones 106602-3, Nutritivo y 195450-50 mostraron los mejores niveles de rendimiento, mientras que los clones 106478-3 y 106980-2 se ubicaron en el nivel más bajo. El número de tubérculos por planta también presentó diferencias significativas, destacando los clones 106478-3 y 106602-3 como los más prometedores, mientras que el tratamiento Nutritivo y el clon 106620-2 registraron los valores más bajos.

Palabras claves: tecnificación; sobrevivencia; adaptabilidad; morfología; productividad.

Abstract

In Nicaragua, one of the main challenges in the field of agronomy is the limited mechanization and evaluation of secondary crops, such as sweet potato. This study aimed to evaluate the agronomic and productive performance of five sweet potato (*Ipomoea batata*) clones under open field conditions in order to identify those with the best survival rates, morphological characteristics, and yield at the El Limón experimental station. A paired-plot design without replications was used, with four treatments and a total of thirty plants per treatment. The experimental unit consisted of five 10-meter-long rows, spaced 0.9 meters apart, for an area of 45 m² per plot and a total experimental area of 180 m². The results showed differences in clone survival: clone 106080-2 showed a 30% survival rate; clone 106478-3, a 66% survival rate; Clone 19454050 showed a 70% success rate; clone 106602-3 showed 73%; and the Nutritive control clone showed 97%, the latter demonstrating the best adaptability under open field conditions. In terms of yield, clones 106602-3, Nutritive, and 195450-50 showed the highest yield levels, while clones 106478-3 and 106980-2 had the lowest. The number of tubers per plant also showed significant differences, with clones 106478-3 and 106602-3 standing out as the most promising, while the Nutritive treatment and clone 106620-2 registered the lowest values. These results allow for the identification of materials with high yield potential, offering variable alternatives to improve the efficiency of sweet potato cultivation in local production systems and serving as a basis for future genetic improvement programs.

Keywords: technification; survival; adaptability; morphology; productivity.

Índice

1.Introducción	1
2.Antecedentes	3
3.Planteamiento del problema	5
4.Justificación	6
5.Objetivos de investigación	8
5.1. Objetivo General	8
5.2. Objetivos específicos	8
6.Limitaciones del estudio	9
7.Hipótesis	10
8.Operacionalización de Variables	11
9.Marco Teórico	15
10.Diseño metodológico	34
10.1.Tipo de investigación	34
Área de estudio	34
Área geográfica	34
10.2.Población y selección de la muestra	35
Diseño experimental y manejo de tratamientos	36
10.3 Métodos, técnicas e instrumentos de recopilación de datos	38
10.4 Etapas de la investigación	39
10.5. Plan análisis estadístico	40
10.6. Confiabilidad y validez de los instrumentos	41
11.Análisis y discusión de resultados	43
12. Conclusiones	57
13.Recomendaciones	59
14.Referencias	60
15. Anexo	63

Índice de figuras

Figura 1 Mapa de la Estación Experimental el Limón.....	35
Figura 2 Porcentaje de sobrevivencia de 5 clones de camote	45
Figura 3 Contorno general de las hojas de los cinco clones de camote	47
Figura 4 Forma de la raíz de los colores de camote	49
Figura 5 Color predominante de la piel de la raíz	50
Figura 6 Color de la pulpa de la raíz	52
Figura 7 Rangos promedios en cinco clones evaluados. Letras iguales indican medias iguales ($P > 0.05$).....	54
Figura 8 Rangos promedios por clones evaluados. Letras iguales indican medias iguales ($P > 0.05$).....	56

1. Introducción

El camote (*Ipomoea batata* L.) es un cultivo valioso, ampliamente sembrado en los países en vías de desarrollo, es cultivado en más de 100 países y en términos monetarios es el quinto cultivo en valor alimenticio. Como producto alimenticio va adquiriendo mayor importancia por su alto potencial de rendimiento y rusticidad, que hacen de este alimento barato. Tiene mucho valor energético debido a su contenido de almidón, también es fuente importante de otros elementos nutritivos como vitamina A y C, así como de elementos minerales y algunos aminoácidos (Domínguez et al.). Además, las posibilidades de industrialización para la alimentación humana y pecuaria son excelentes (Raudez y Poveda Meza, 2004).

El género *Ipomoea* de la familia Convolvulácea tiene alrededor de 600 especies distribuidas en los trópicos y subtropicos de todo el mundo. El camote (*Ipomoea batatas*) es una de las ocho especies de la selección Batatas nativa que abarca desde México hasta el centro de Sudamérica. Presenta raíces engrosadas comestibles por lo que ha sido muy apreciado desde la antigüedad. Existen varias teorías sobre el área geográfica de su domesticación; algunos investigadores defienden el origen mesoamericano y otros el polinesio (Tovar, 2020).

Nicaragua es un país donde su principal actividad económica son los granos básicos, la ganadería y producción de hortalizas donde cada día se buscan nuevas formas y nuevos sistemas de producción que sumen a la demanda de la población para su alimentación y nutrición. Ya que en las zonas rurales hay familias expuestas a una mala nutrición debido a la pobreza por lo que no todos los pobladores tienen un acceso a una alimentación completa rica en nutrientes debido a los altos costos de los alimentos con mayor porcentaje de proteínas y nutrientes. Es utilizado para la alimentación humana, para la fabricación de concentrado animal y en la industria medicinal. El camote es un alimento eficaz en la lucha contra la desnutrición debido a sus características nutritivas, facilidad de cultivo y producción, que puede contribuir al desarrollo de la agricultura (MEFCCA, 2023).

El camote es una planta de crecimiento rastrero o trepadora de hoja perenne; con tallos postrado o volubles, algo succulento, pero también delgados y herbáceo, generalmente

con raíces en los nudos, sus frutos los produce en el interior del suelo, su material de siembra resulta de fragmentar las guías en trozos de tres a cuatro yemas, así como la emisión de yemas de los tubérculos una vez inducido por efectos de calor y humedad, la clonación es un paso muy importante ya que nos permite estudiar las características de los tubérculos y adaptarlos a diferentes condiciones climáticas.

puede hacer de diferentes maneras o digamos mediante diferentes métodos, por ejemplo: por esquejes que es una de las técnicas más utilizadas. Consiste en cortar una parte de la planta (tallo, hoja o raíz) y plantarla en un medio adecuado para que desarrolle raíces, una vez aparecen las raíces podemos plantar el esqueje en campo y tendremos una planta genéticamente igual que la planta madre.

Otras formas interesantes de clonar una planta son: acodos, en esta técnica se entierra una parte del tallo de la planta madre mientras sigue unido a ella. Con el tiempo, esa parte desarrollará raíces y podrá ser separada de la planta madre; otro método es la división que se utiliza principalmente en plantas perennes. Consiste en dividir la planta en varias secciones, cada una con raíces y brotes, y replantarlas por separado (AGROSAVIA, 2024).

2. Antecedentes

En el presente apartado establece el contexto de la investigación enfocado a la revisión de los estudios vinculados a la importancia del camote como un cultivo estratégico en Nicaragua. Se destacan investigaciones agronómicas que demuestran el potencial para la mejora de la ingesta de micronutrientes. De igual manera, se presentan las investigaciones para la validación de nuevos clones de camote como estrategia efectiva para el fortalecimiento de la seguridad alimentaria nutricional en las familias de las zonas rurales, el cual contribuye una de las raíces tropicales de mayor importancia a nivel mundial debido a su alto potencial productivo, su adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas y su relevancia en la seguridad alimentaria.

A nivel internacional,

El estudio de (Cantoral Quispe et al., 2020), se llevó a cabo en Lima, Perú, con el objetivo de evaluar un nuevo clon de camote. Se utilizó un diseño de Bloques Completos al azar con tres repeticiones. El proceso incluyó cruzamiento de parentales y siembra en invernadero. Luego, se trasplantaron plántulas a una casa de malla. Se realizaron ensayos de rendimiento en campo. También se aplicaron parcelas de validación para comprobar resultados. A lo largo del estudio se seleccionaron 75 clones promisorios. Uno de ellos alcanzó un rendimiento máximo de 70,8 toneladas por hectárea.

El estudio realizado por (Arnold, 2019), tuvo como objetivo evaluar el rendimiento y adaptación de 9 clones promisorios de camote comparado con una variedad comercial, en Huacho, Perú. El experimento de campo se llevó a cabo bajo un diseño experimental de bloques completos al azar, constando de 10 tratamientos con 3 repeticiones y replicados en 3 localidades. Cada localidad es de 4800 plantas a evaluar de 40 plantas por tratamiento. Se determinó los 5 mejores clones, las mismas son las siguientes: clon 54-2011, clon 435-2011, clon 336-2011, clon 58-2011 y clon 39-2011; una selección hecha en base a su potencial de rendimiento, adaptación y vigor de la planta.

El estudio realizado por (Quispe, 2017), tuvo como finalidad evaluar la adaptación y rendimiento de 20 clones de camote, en Piura, Perú. Estableció un Diseño Bloques Completos al Azar con tres repeticiones. Cada unidad experimental fue de 6.0m² con 3 surcos y 10 esquejes por surco. Las unidades se dividieron en dos franjas: A (manejo mejorado) y B

(manejo tradicional). En la franja A se realizaron dos cortes de follaje a los 75 y 150 días después de la siembra. En la franja B, se hizo un solo corte a los 150 días junto con la cosecha. El estudio permitió generar una tecnología de producción mejorada de camote doble propósito con el clon Toquecita, el cual rinde 15,0 t/ha de forraje en un corte y una cosecha de 16,0 t/ha de raíces reservantes.

(Rodríguez Soto y Valverdes Reyes , 2017), tuvo como objetivo evaluar diez avanzados clones de camote de pulpa naranja en las localidades de San Ramón, Huaral, Lima y Trujillo, Perú. El experimento de campo se llevó a cabo bajo un diseño de bloques completos al azar con dos bloques en las cuatro localidades. Se evaluaron ocho clones experimentales de camote y las comerciales Huambachero y Jonathan como testigos en cada repetición. La variedad Huambachero resultó ser el de mayor rendimiento en t.ha-1 de follaje fresco, pero estadísticamente similar a los clones PZ08.153, PJ05.212, Jonathan, PZ06.029 y PJ05.052.

A nivel nacional,

(Raudez Mayorga y Poveda Meza , 2004), realizaron un estudio con el propósito de contribuir al desarrollo del cultivo del camote mediante la caracterización y evaluación preliminar de 6 genotipos con fertilización orgánica e inorgánica, en Managua, Nicaragua. Se utilizó un diseño en Bloques Completos al Azar con arreglos en parcelas divididas con 2 réplicas. En total fueron evaluados 18 tratamientos producto de la interacción fertilización-genotipo. En los resultados obtenidos se pudo apreciar diferencias significativas entre los genotipos para la mayoría de los descriptores evaluados. Por otro lado, los diferentes tipos de fertilización estudiados no tuvieron ningún efecto en el rendimiento.

3. Planteamiento del problema

El cultivo de camote (*Ipomoea batata*) es una alternativa importante en la agricultura de Nicaragua debido a su capacidad de adaptación y rápido crecimiento en distintos tipos de suelos y climas. Sin embargo, uno de los principales problemas es la falta de tecnificación y evaluación de este cultivo por considerarse de rol secundario. La mayoría de los productores continúan utilizando clones tradicionales o locales sin estudios sobre su comportamiento agronómico o productivos en las diversas condiciones agroclimáticas.

Asimismo, existe poca información sobre su rendimiento, sobrevivencia, respuesta a fertilización y manejo agronómico, como consecuencia, debido a su baja importancia dentro de los sistemas de producción, los rendimientos suelen ser bajos e irregulares, lo que reduce la eficiencia del cultivo y limita su adopción por parte de los productores.

De igual manera, la ausencia de estudios técnicos relacionados con distancias de siembra, fertilización y control de plagas y enfermedades impide mejorar la productividad y calidad de los tubérculos. Todo esto evidencia la necesidad de realizar investigaciones que evalúen clones en condiciones de campo abierto, midiendo indicadores como la sobrevivencia, morfología, y rendimiento. Contar con información y datos confiables permitirá que los productores reconozcan las ventajas y el desempeño de los distintos clones, facilitando su adopción.

A partir de esta problemática surge la interrogante central que orienta la presente investigación: ¿Cuál es el comportamiento agronómico y productivo de diferentes clones de camote (*Ipomoea batata*) bajo condiciones de campo abierto, considerando indicadores como la sobrevivencia, características morfológicas y rendimiento, de manera que se genere información confiable para mejorar la productividad y promover su adopción en los sistemas agrícolas?

El cultivo de camote presenta limitaciones debido a la escasa disponibilidad de variedades que combinen alto rendimiento, buena calidad comercial y adecuado valor nutricional. Por esta razón, es necesario generar nuevos cultivares que ofrezcan mejores características productivas y de calidad, que se adapten a diversas condiciones y que respondan a las demandas del mercado nacional, la exportación y la industria. Además, estas nuevas variedades permitirían diversificar el uso del cultivo, tanto para el consumo directo en zonas rurales y urbanas como para la alimentación animal. (ARNOLD, 2019).

4. Justificación

El camote es un cultivo de alto valor social y económico en muchas de las regiones rurales para los pequeños productores, validar clones para mejorar los ingresos de los productores, reducir los costos de producción y nutricional de las familias, dado que se sabe que estos son una parte de los obstáculos que se presentan actualmente por lo que las familias en las zonas rurales se encuentran con dificultades para acceder a alimentos variados y ricos en nutrientes debido a sus altos costos.

El cultivo del camote representa un recurso valioso, especialmente en comunidades rurales, debido a su alto contenido nutricional, ya que aporta carbohidratos, vitaminas y minerales esenciales para la alimentación. No obstante, su capacidad productiva no siempre se aprovecha al máximo, en gran parte por el uso de variedades que no están bien adaptadas a las condiciones locales o por la falta de información sobre su comportamiento agronómico en determinadas zonas. Por esta razón, llevar a cabo investigaciones resulta importante, debido a que permite generar conocimiento técnico y científico sobre el rendimiento, la adaptación y las características morfológicas de ciertos clones de camote cultivados a cielo abierto.

Esta investigación es conveniente porque resulta productivo, ya que facilitará la identificación de clones de camote con potencial para ser incorporados en programas de producción local, aumentando las posibilidades de éxito tanto en el aspecto agronómico como económico. Asimismo, permitirá obtener información valiosa y precisa que podrá utilizarse como referencia en estudios futuros, iniciativas de mejoramiento genético y propuestas orientadas a diversificar la producción agrícola en sistemas familiares o comerciales.

Desde el punto de vista social, esta investigación adquiere gran relevancia, ya que el camote es un alimento accesible, nutritivo y bien aceptado en muchas comunidades rurales. La identificación de clones con buen rendimiento productivo puede favorecer una mayor oferta de alimentos, mejorar la alimentación en los hogares y abrir oportunidades económicas mediante su venta. De este modo, el estudio aporta directamente al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible, en aspectos relacionados con la lucha contra el hambre, la promoción de una nutrición adecuada y el impulso a una agricultura sostenible.

Desde el enfoque teórico, esta investigación proporcionará información valiosa y análisis detallados sobre el comportamiento agronómico y las características morfológicas de distintos clones de *Ipomoea batatas* cultivados en condiciones específicas de campo abierto. Estos aportes enriquecerán el conocimiento existente sobre la especie y permitirán comparar los resultados obtenidos con investigaciones previas desarrolladas en otras zonas, favoreciendo una comprensión más profunda del comportamiento varietal y de las interacciones entre el genotipo y el ambiente.

Metodológicamente, este estudio propone un enfoque experimental en condiciones de campo, con evaluaciones sistemáticas de variables clave como sobrevivencia, características morfológicas y rendimiento. Esta metodología podrá ser replicada o adaptada por otros investigadores y técnicos agrícolas que deseen evaluar materiales genéticos en sus propias localidades. Asimismo, se establecerán criterios técnicos claros para la selección de clones, lo que fortalecerá las buenas prácticas en evaluación de germoplasma agrícola.

5. Objetivos de investigación

5.1. Objetivo General

Evaluar el comportamiento agronómico y productivo de cinco clones de camote (*Ipomoea batata*) en condiciones de campo abierto a fin de la identificación de aquellos con mejor sobrevivencia, características morfológicas y rendimiento en la Estación Experimental el Limón.

5.2. Objetivos específicos

- ✓ Determinar la sobrevivencia de cinco clones de camote en condiciones de campo abierto en la Estación Experimental el Limón
- ✓ Evaluar las características morfológicas de cinco clones de camote (*Ipomoea batata*) en la Estación Experimental el Limón de Nicaragua
- ✓ Definir los clones con mayor rendimiento productivo para ser promovidos como una alternativa en los sistemas de producción

6. Limitaciones del estudio

Una de las principales limitaciones de esta investigación es que se realizara única mente en determinadas zonas rurales de nicaragua, por lo que los resultados obtenidos podrían variar si se aplican en otras regiones con diferentes condiciones climáticas y distintos tipos de suelo. Así mismo el tiempo de desarrollo del estudio es limitado, lo que no permitirá observar a largo plazo todos los posibles comportamientos de los clones de camote, otra de las limitaciones es la falta de investigaciones previas debido a la poca información que nos brindan los sitios web y estudios similares a esta investigación.

7. Hipótesis

Ho: No existen diferencias significativas en la sobrevivencia, características morfológicas ni el rendimiento productivo entre los cinco clones de camote evaluados en condiciones de campo abierto.

Hi: Al menos uno de los cinco clones de camote evaluados en condiciones de cielo abierto presentará diferencias significativas en la sobrevivencia, las características morfológicas y el rendimiento productivo.

8. Operacionalización de Variables

Tabla

1

operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición Operativa	Indicadores	Instrumento o técnica	Fuente de datos
Sobrevivencia	La sobrevivencia de plantas se refiere al porcentaje de individuos que logran establecerse y mantenerse vivos después de la siembra o trasplante.	Se medirá mediante observación directa a los 40 días después de la siembra. se contará el número de plantas establecidas y se comparará con el número total de plantas sembradas inicialmente.	Porcentaje de sobrevivencia	Guía de observación directa	Plantas de camote
Características morfológicas	Las características morfológicas son las formas	Se realizará la observación directa basada en las	Contorno general de la hoja	Guía de observación directa	

y estructuras siguientes
 físicas de las categorías
 células, tejidos para la
 y organismos. identificación: Forma de la
 En biología redondeada, raíz
 celular, su reniforme,
 estudio acorazonado,
 permite triangular,
 conocer hastado,
 procesos lobados y casi
 celulares, dividido.
 etapas del
 desarrollo y
 efectos de Para la forma
 factores de la raíz se
 externos en la medirán en la Color
 estructura siguiente predominante
 celular. clasificación: de la piel de
 redondo, la raíz
 elíptico
 redondo,
 elíptico
 ovado, ovado,
 oval, oblongo,
 oblongo
 alargado,
 elíptico
 alargado,
 irregular largo
 o curvado.

Color

Para el color predominante de la piel de la raíz muchas raíces recién cosechadas deben lavarse y secarse para la evaluación se debe registrar el color predominante y el color secundario.

Para el color de la pulpa de la raíz se utilizará la siguiente clasificación de colores: blanco, crema, crema, oscuro, pálido amarillo, oscuro amarillo, naranja pálida,

naranja
intermedio,
naranja oscura
y fuertemente
pigmentado
con
antocianinas.

Rendimiento productivo	El rendimiento de los cultivos es la cantidad de cultivo cosechado por superficie de tierra. Puede predecirse mediante tecnologías de mapeo de rendimiento.	En el rendimiento productivo su indicador es promedio de rendimiento por clon y peso de tubérculo se llevará a cabo por medio de una pesa o balanza, para todo el proceso se realizará una ficha de datos	Promedio de tubérculos por clon Peso de los tubérculos por clon	Guía de Plantas de observación de directa camote
---------------------------	---	---	--	--

9. Marco Teórico

En las zonas rurales de Nicaragua, el camote (*Ipomoea batatas*) representa una alternativa agrícola estratégica de alto potencial nutritivo y adaptabilidad; es fuente valiosa de vitamina A, vitaminas B y C, minerales como potasio y hierro, carbohidratos y antioxidantes, que lo elevan como cultivo clave frente a los desafíos de desnutrición y vulnerabilidad alimentaria. Su capacidad de crecimiento en suelos marginales y condiciones de baja fertilidad, junto a su bajo costo de producción, lo convierten en una opción viable para suelos rurales pobres en recursos.

En el contexto nicaragüense, investigaciones previas como la caracterización y evaluación de clones locales evidencian la posibilidad de identificar variedades con alto rendimiento y contenido de materia seca; además, iniciativas del INTA han promovido técnicas locales de multiplicación de material de siembra adaptadas a los productores rurales. En este marco, la validación agronómica de clones adquiere relevancia teórica al articular el valor nutricional propio del camote con su potencial productivo y adaptativo, permitiendo consolidar estrategias de fortalecimiento de la seguridad alimentaria y nutricional en comunidades vulnerables de Nicaragua.

1. Origen y distribución geográfica

El camote (*Ipomoea batata*), proviene de la región tropical de América hasta Chile. Luego se extendió hacia Polinesia y desde allí, llegó a las zonas tropicales de África y Asia (Mayorga y Meza, 2004).

La expansión a nivel mundial del cultivo de camote comenzó poco después de la llegada de los españoles a América. Forma parte de un cultivo muy importante en Asia y África. Para el año 1516 se cultivaba en las penínsulas Libérica, y durante ese mismo siglo XVI fue llevado por españoles y portugueses a África, desde donde se introdujo en el sudeste asiático. En 1594 se registró su presencia en china, y para 1698 llegó a Japón. También pudo abordar al lejano oriente a través del galeón de Manil, en Oceanía se cultivó en épocas muy tempranas probablemente desde los siglos XIII o XIV.

En tiempo actual su producción se extiende por todo el mundo, desde 40° de latitud norte hasta los 40° sur, e incluso en zonas ecuatorianas ocurre hasta los 3000 m de altitud. En los países tropicales de Asia, África y América Latina, es un cultivo de mucha importancia

y se considera una especie clave para contribuir a la seguridad alimentaria (Basurto,F. et al., 2016).

1.2. Clasificación botánica del camote

1.2.1 Taxonomía

Según (Aguilar Brenes, 2021|), el camote (*Ipomoea Batata*) presenta la siguiente clasificación taxonómica:

Tipo: Fanerógama

Sub-Tipo: Angiosperma

Clase: Simpétala

Orden: Convolvulales

Familia: Convolvuláceas

Género: *Ipomoea*

Sección: Batatas

Especie: *Ipomoea batatas* Lam

2. Generalidades del cultivo de camote

2.1. Características botánicas

El camote (*Ipomoea batatas* L.), miembro de la familia convolvulaceae, es principalmente una planta herbácea de crecimiento rastrero, aunque también se han desarrollado variedades arbustivas de porte erecto

Tallos

Sus tallos pueden ser extendidos o trepadores, alcanzando entre 2 y 5 m de longitud según la variedad. Su color varía desde verde hasta púrpura, y pueden ser lisos o presentar pubescencia ligera. En cada nudo o axila foliar pueden surgir de 1 a 2 yemas.

Hojas

Las hojas son simples, alternas y miden entre 4 y 20 cm. Su forma puede ser oval, cordada (con forma de corazón) o profundamente lobulada (3, 5 o 7 lóbulos), y los bordes pueden ser lisos, dentados o lobulados. Van desde un verde claro a oscuro, en algunas con matices morados.

Flores

Las inflorescencias aparecen en racimos axilares, con un raquis de 5 a 20 cm de largo, y presentan flores campanuladas o en forma de embudo. Estas pueden tener corolas de 4 a 7 cm, con sépalos de 8 a 15 mm. Sus colores van del violeta al blanco, y suelen ser hermafroditas; su factor ornamental las hace visibles en muchos cultivos.

Sistema radical

Cuenta con un sistema de raíces adventicias, fibrosas y tuberosas, que se originan en los nudos bajo tierra. Las raíces fibrosas absorben agua y nutrientes, mientras que las tuberosas (las que consumimos) sirven de reserva. Estas pueden alcanzar 30–40 cm de largo y hasta 20 cm de diámetro, extendiéndose también en profundidad hasta 1,20–1,60 m dependiendo del suelo y la variedad.

Raíces tuberosas comestibles

La parte comestible del camote son estos tubérculos, que emergen de los nudos subterráneos. Tienen formas variables (redondas, alargadas o en forma de lápiz), miden hasta 30–40 cm de longitud y 15–20 cm de diámetro. La pulpa y la cáscara pueden presentar colores que incluyen blanco, crema, amarillo, naranja y púrpura, según el cultivar (Ruiz et al., 2012).

2.2. Requerimientos edafoclimáticos

La batata es una planta tropical que no tolera bien las temperaturas frías. Las condiciones óptimas para su desarrollo incluyen:

Temperatura: Durante el crecimiento, la media debe superar los 21 °C, siendo 12 °C la mínima tolerable. Soporta el calor y resiste vientos fuertes gracias a su porte bajo y tallos flexibles.

Humedad y luz: Prefiere un ambiente húmedo (80–85 % de humedad relativa) y buena iluminación.

Suelos: Es adaptable a distintos tipos, aunque crece mejor en suelos arenosos. En suelos arcillosos necesita estar bien desmenuzados y cultivarse en caballones. Lo ideal es una

textura gruesa, suelta, granulada y con buen drenaje preferiblemente franco arenosa con estructura granular.

pH del suelo: Puede desarrollarse en suelos moderadamente ácidos, con pH entre 4,5 y 7,5, siendo el rango óptimo alrededor de 6 (Lago,2011).

2.3. Etapas fenológicas del cultivo

Durante un ciclo de cultivo comercial de camote de aproximadamente 90 días, se identifican tres etapas fenológicas. A continuación se describe la primera etapa:

1.Fase inicial (aproximadamente 40 días post-siembra)

Empieza con la brotación, la cual ocurre durante los primeros 10 días.

Se caracteriza por un lento desarrollo del follaje, pero un rápido crecimiento de las raíces adventicias, que emergen desde los nudos enterrados de los tallos.

Las raíces presentan un color rosado intenso a púrpura pálido; estas evolucionarán para convertirse en raíces tuberosas.

En esta fase, la planta dirige casi toda la energía (carbohidratos) hacia la expansión de tallos y raíces absorbentes.

Fase intermedia o vegetativa

Se distingue por un desarrollo acelerado del follaje y la expansión del área foliar. Alrededor de los 60 días tras la siembra, las hojas ya cubren completamente el surco o hilera.

En esta misma etapa comienza el crecimiento de las raíces tuberosas, aunque de forma inicial.

A medida que la vegetación aérea empieza a disminuir, la tasa de crecimiento de los tubérculos se intensifica, produciendo un notable engrosamiento de las raíces reservantes. Esta fase se extiende aproximadamente desde los 41 hasta los 89 días después de sembrar.

Fase final o de cosecha

En esta etapa, el crecimiento del follaje se detiene por completo. Se intensifica el engrosamiento de las raíces, marcando así la formación de los tubérculos definitivos. Se

considera concluida con la recolección del camote, la cual se lleva a cabo aproximadamente 90 días después de la siembra (Guambi et al., 2024).

2.4. Manejo agronómico

Selección de suelo

La elección del suelo es una decisión clave que determina significativamente en el desarrollo y la productividad futura del cultivo. En el caso del camote, al igual que en otros cultivos que desarrollan sus frutos bajo tierra, la selección del terreno es especialmente importante. Este cultivo prefiere suelos francos a franco-arenosos, bien nivelados y con buen drenaje, aunque también puede crecer en suelos pesados, es necesario formar camas elevadas para facilitar su desarrollo. Si es posible, se recomienda construir zanjas de drenaje para evitar el exceso de agua en el área del cultivo. El PH ideal del suelo para obtener buenos rendimientos en campo se sitúa entre 6 y 6.5.

Preparación del suelo

Se recomienda iniciar la roturación del terreno entre 40 y 45 días antes de la siembra. Esta labor debe alcanzar una profundidad mínima de 30 cm. Unos días después, se realiza un pase con grada para deshacer los terrones, seguido de otro pase justo antes de formar las camas de siembra. Es importante no labrar el suelo en exceso, ya que una buena oxigenación es vital tanto para el cultivo como para la actividad de los microorganismos beneficiosos presentes en el suelo. Este manejo adecuado también ayuda a controlar plagas, reducir la presencia de malezas, favorecer un sistema radicular sano y mejorar la aireación, lo cual favorece la acción de los microorganismos.

El encamado es un paso clave, dado que el camote es un cultivo de alta productividad. La correcta formación de las camas influye directamente en el rendimiento final, ya que impide la compactación del suelo. Las raíces del camote se establecen en estas camas, y ahí mismo se desarrollan los tubérculos. Si el suelo está suelto y bien acondicionado, los camotes podrán crecer de forma adecuada y con buen tamaño. En cambio, si el terreno está compactado durante el desarrollo de los frutos, estos pueden deformarse, reducir su tamaño, dificultar la cosecha e incluso romperse al quedar atrapados entre las paredes del suelo. Las

camas deben tener una anchura de 60 cm y una altura de entre 30 y 40 cm, dejando espacios adecuados para el acceso.

Época de siembra

La elección del momento para sembrar está determinada principalmente por la planificación de la cosecha o por los programas de exportación previamente establecidos. El camote puede cultivarse en distintas épocas del año, siempre y cuando se tenga en cuenta la demanda del mercado y se realice un manejo adecuado del terreno. Esto incluye, principalmente, la correcta formación de las camas de siembra y un control eficiente de las malezas.

Siembra

Existen dos modalidades principales de siembra: directa e indirecta. El material vegetal o las semillas están listas para ser utilizadas cuando los tallos alcanzan su madurez fisiológica. En ese momento, se extraen y se colocan a la sombra para luego ser cortados en segmentos de 3 a 4 yemas. Estos fragmentos deben ser desinfectados mediante su inmersión en una solución fungicida, empleando productos que cumplan con los estándares establecidos para la protección de la salud humana.

Siembra directa

Este método consiste en colocar directamente las semillas o tallos en pequeños surcos dentro del área de cultivo. Los tallos se introducen en el centro del surco con una inclinación de unos 30 grados, enterrando de uno a dos nudos. Es importante mantener la orientación adecuada para respetar el fototropismo y geotropismo, asegurando que las yemas queden orientadas hacia la luz solar.

El procedimiento comienza con la preparación de las camas de siembra, las cuales deben tener instalado el sistema de riego y contar con la humedad óptima del suelo. Se hace un surco central en la cama, se colocan los tallos o semillas y se cubren con tierra, dejando enterrados al menos dos a tres nudos, que es donde emergerán las raíces. Este tipo de siembra se realiza con tallos provenientes de plantas madre que ya han alcanzado su madurez fisiológica, siendo el material más recomendable para esta técnica.

Siembra indirecta

En este sistema, los tallos se hacen germinar previamente en bandejas bajo condiciones controladas, empleando sustratos apropiados. Luego de un periodo de entre 20 a 25 días, las plántulas alcanzan una altura cercana a los 15 cm y están listas para ser trasplantadas al terreno definitivo. Este método permite una siembra más eficiente, ya que asegura una mayor tasa de establecimiento de las plantas, uniformidad en el tamaño y menor cantidad de espacios vacíos, en comparación con la siembra directa. Además, el trasplante facilita un mejor manejo de las malezas y permite un uso más eficiente del riego durante los primeros días del cultivo en el campo definitivo.

Resiembra

La resiembra se lleva a cabo principalmente para sustituir aquellas plántulas que no lograron desarrollarse correctamente, ya sea por fallas en la germinación o por daños durante el trasplante. El objetivo de esta práctica es asegurar la cantidad adecuada de plantas por unidad de superficie. Para ello, se utilizan plántulas previamente cultivadas en bandejas, lo que contribuye a un sistema radicular saludable y a una buena calidad inicial del cultivo.

Material adecuado de camote para obtener semilla de siembra

Cuando se utiliza el método de esquejes para sembrar camote, se recomienda mantener las guías en montones bajo sombra durante tres a cuatro días. Este proceso ayuda a que los tallos se endurezcan, ganen resistencia al sol y sufran menos estrés al ser trasplantados. Durante ese tiempo, las hojas suelen secarse o caer, lo cual facilita un buen prendimiento. Las raíces iniciales comienzan a desarrollarse aproximadamente 24 horas después de la siembra, y los primeros brotes surgen entre el cuarto y quinto día (Bonilla Murillo, 2009).

2.4.1. Fertilización

La fertilización del camote depende de la calidad nutricional del suelo, la variedad que se cultive y el tiempo del ciclo productivo. Es fundamental realizar un análisis de suelo para determinar la fertilización adecuada. Los suelos con un alto contenido de nitrógeno no son ideales para el cultivo de camote, ya que el exceso de este nutriente favorece el desarrollo

del follaje, cuando en realidad se busca la producción del tubérculo, que es el producto comercial. Los requerimientos nutricionales para el camote son aproximadamente 50 kg de nitrógeno (N₂), 84 kg de fósforo (P₂) y 80 kg de potasio (K). De manera general, se recomienda aplicar una fertilización a los ocho días después de la siembra con 4 quintales por hectárea de fertilizante 10-30-10, y luego a los dos meses con 6 quintales por hectárea de fertilizante 15-3-31. En este último momento, al haber mucho follaje, se debe evitar que el fertilizante caiga directamente sobre las hojas húmedas, ya que podría quemarlas. Por ello, es mejor aplicarlo en un día soleado alrededor de las 9:00 a.m., y luego mover el follaje con una varilla para que el fertilizante llegue al suelo (Guillermo y Miguel, 2004).

2.4.2. Riego

El riego consiste en aportar agua al suelo para cubrir las necesidades hídricas de las plantas, favoreciendo su crecimiento y desarrollo. En algunos casos resulta fácil, ya sea por lluvias naturales o por la proximidad de ríos y lagos, de hecho las primeras civilizaciones agrícolas surgieron junto a estas fuentes de agua. Sin embargo, a medida que la sociedad se expandió, los cultivos tuvieron que establecerse más lejos, lo que impulsó a los antiguos a idear métodos de riego artificial.

Por esa razón, el agua es un recurso esencial en la agricultura, ya que de su disponibilidad depende la generación de nueva biomasa vegetal. Sin duda, el agua es vital para aumentar la producción de alimentos, pero también es un recurso cada vez más escaso.

Riego de presiembra

Para sembrar camote, se recomienda regar el terreno entre tres y cinco días antes de la presiembra, aplicando una humedad profunda cuando se utilice riego por gravedad o aspersión. En cambio, si se usa riego por goteo, basta con regar durante dos horas el día anterior a la siembra. Este paso asegura que el suelo alcance una humedad uniforme y esté en su capacidad de campo al momento de sembrar.

Riego de pos-siembra

Durante los cuatro meses que dura el cultivo, se requieren entre 500 y 600 mm de lluvia. No obstante, la producción puede ser satisfactoria utilizando la humedad residual del suelo y sistemas de riego como gravedad, goteo o aspersión. Hoy en día, el riego por goteo

es el más común, ya que optimiza el uso del agua, facilita la aplicación de fertilizantes y favorece un mejor control de las malezas.

El camote no demanda una cantidad excesiva de agua, una vez que sus guías cubren el terreno y protegen la cama, la humedad se conserva mejor. Por esto, se puede planificar el riego desde la siembra hasta que las calles quedan cerradas. En ese momento, conviene evaluar las condiciones del cultivo y la capacidad del suelo para retener agua, la cual está influenciada por el viento y la evapotranspiración.

Una planta de camote necesita alrededor de 3,3 litros de agua diarios. Se ha estimado que, si se utiliza un sistema de riego por goteo con una emisión de 1,6 litros por hora por gotero, resulta suficiente regar durante dos horas al día para satisfacer esa demanda (Cobeña Ruiz et al., 2024).

2.4.3. Manejo de plagas, enfermedades y malezas

a. Plagas

Gusano Alambre (*Aeolus* sp.)

El gusano alambre es una de las principales plagas en el cultivo de camote porque el daño lo causa directamente sobre la parte exportable, que son los tubérculos. Esta plaga no solo causa que el producto no sea comerciable, sino que permite la entrada a una serie de patógenos que causa pudriciones, los cuales se pueden establecer en las parcelas causando mayores problemas en la producción.

También pueden afectar tubérculos adyacentes a estos. El daño causado directamente al tubérculo se ha vuelto importante por la presión sobre el mercado. Por esta razón las plagas que causen daño directamente al tubérculo son sumamente importantes mantenerlas bajo control.

Un buen manejo comienza con el muestreo de plagas en campo y tomar las medidas más indicadas en su momento, se pueden aplicar cebos de maíz envenenados, realizar buena preparación de suelo, poner trampas de luz para realizar monitoreo de presencia de adultos en el campo, practicar una buena rotación de cultivos, evitar rotación con gramíneas, preparar los suelos con anticipación poniéndolos a expensas del sol y las aves que se alimentan de insectos, Mantener los campos libre de malezas gramíneas (zacates) antes y durante el cultivo.

Cuando se aplique insecticida, no usar productos nocivos para la salud humana, tratar de hacer rotaciones de productos, mantener limpio los alrededores de los lotes eliminando malezas de gramíneas y hoja ancha por lo menos 4 a 5 metros alrededor del cultivo sembrado.

Gallina Ciega (*Phylophaga* sp.)

Al igual que el gusano alambre, la gallina ciega es una plaga muy importante al alimentarse directamente sobre el tubérculo. Tiende a haber un problema en lotes mal cultivados o en barbecho ya que el insecto desaparece en el suelo que se ha mantenido en cultivo durante varios años.

Cuando haya que hacer uso de suelos que han estado en estado de barbecho por varios años, tener mucho cuidado con el manejo de estas plagas ya que ellas se hospedan en esos lugares y cuando se establece un cultivo agrícola aparecen en sus diferentes estadios de vida y podrían causar severos daños si el agricultor no se percata a tiempo para establecer su plan de control.

Un buen manejo empieza considerando los muestreos en el cultivo y realizar aplicación de cebos de maíz envenenados, también realizando una buena preparación de tierra, la rotación con cultivos no tan atractivos por el insecto como leguminosas, aplicación calendarizada de plaguicidas, rotar el uso de pesticidas para no provocar resistencia

Los sifilides (*Scutigerella immaculata* (Newport))

Las sifilides se están volviendo una plaga notoria ya que existe desde hace años, pero antes se usaba mucho nematicida el cual ejercía un control sobre esta plaga, hoy en día ya se hace poco uso de nematicidas, esta plaga tiene la tendencia a proliferarse en distintos cultivos.

Son insectos de color blancos de 3 a 6 mm de largo con 12 pares de patas y antenas prominentes. el ciclo de vida es de aproximadamente de 5 meses de huevo a adulto, siempre se ha reportado que se alimentan de materia orgánica en descomposición, también se alimentan de raíces (pelos absorbentes) y tubérculos.

Es importante la preparación de suelo con anticipación es decir unos 30 días antes de la siembra y poniendo el suelo a expensas del sol a través de gradeo Liberación de acaro depredador (*Pergamasus quisquiliarum*) Mantener libre el cultivo de malezas en especial en

las calles para evitar que se hospeden en esas partes del suelo ya que a esos lugares casi no llegan los tratamientos cuando se aplica químico.

Lepidópteros

Estos atacan principalmente el follaje en el cultivo de camote y pueden provocar una alta defoliación en el cultivo

Mantener rondas limpias Realizar monitoreo de plantas malezas en los alrededores del cultivo y realizar controles Realizar control del insecto en los primeros estadios larvarios muestrear una vez por semana Liberación de parasitoides Aplicación preventiva desde que aparezcan las posturas (masas).

Ratones (*Scutigerella immaculata* (Newport))

El daño por ratas puede ser significativo si no se logra controlar a tiempo en los plantíos de camote, el control se vuelve más exigente cuando existen cultivos vecinos y matorrales que les sirven de hospederos y aparecen cuando el cultivo comienza a crecer ya que este puede atacar al cultivo desde la etapa vegetativa hasta la cosecha (Bonilla, 2009).

Defoliadores. *Diabrotica* sp. y/o *Cerotoma* sp. (Coleóptero-Chrysomelidae).

Estos insectos se alimentan de las hojas, causando perforaciones, lo que disminuye la eficiencia fotosintética, en algunos casos puede sobrepasar los límites permitidos de poblaciones y se hace necesaria la aplicación de pesticidas para su control

Roedores

El daño de roedores puede ser significativo principalmente en zonas donde hay otros cultivos que sirven de hospederos alternos, por ejemplo, la caña, yuca o piña. Se presenta principalmente cerca de la cosecha, hay que tener cuidado porque donde hay roedores puede darse la presencia de serpiente.

Para un buen manejo se recomienda principalmente el control de maleza, mantener libre de rastrojos y basuras los campos y no dejar camotes en el campo (Murillo,2009).

Picudo del camote. (*Cylas formicarius*) (Coleóptero – Curculionidae)

Una de las mayores amenazas a la producción de camote es el gorgojo ya que este ataca todas las partes de la planta; los adultos se alimentan directamente de los esquejes y las larvas cavan túneles en las raíces causando grandes daños en los campos y en almacén. Con pérdidas que generalmente oscilan entre 60 a 100 por ciento en los periodos de sequía, el gorgojo del camote es el principal causante de pérdidas económicas en los países en desarrollo (Brenes,2021).

b. Enfermedades

Las enfermedades del camote pueden ser causadas por hongos, bacterias, fitoplasmas o virus y la severidad varía desde ausencia de síntomas hasta la muerte de las plantas infectadas, dependiendo del patógeno y de las condiciones ambientales

El control efectivo de las enfermedades en camote es preventivo. La mayoría de las enfermedades son patógenos que atacan la raíz o aquellas que atacan sistemáticamente toda la planta. Es importante una buena selección de semilla, ya que puede ser un foco de entrada de patógenos. Entre las principales enfermedades están las enfermedades bacterianas. Entre ellas tenemos,

La pudrición bacteriana causada por *Erwinia* spp.

Eventualmente los tallos pueden tener apariencia acuosa y colapsar, hasta la muerte total de la planta. En camote se considera como la enfermedad más destructiva los virus (Aguilar, 2021).

Mildiu blanco (*Albugo ipomoeae*)

Esta enfermedad, es la única enfermedad del follaje reportada hasta la fecha, solo es de importancia durante los periodos de altas humedades relativas en la cual se desarrolla mucho más rápido y puede destruir el follaje del cultivo, los síntomas son bien distintivos: manchas descoloradas angulares por encima de la hoja y un crecimiento blanco en la parte inferior de la hoja.

Para el manejo se recomienda una buena nutrición de la planta usando una relación adecuada de N: K (Relación 3.0 a 2.6 inicio y 1.8 a cosecha) Un buen manejo cultural de

todo el cultivo y mantenerlo libre de malezas. Tener el cuidado que la aplicación tenga una excelente cobertura del envés de la hoja, ya que el hongo está en el haz y envés, la esporulación de este hongo es por bajo de la hoja y cuando usamos Trichozam debe trastocar por todas las partes de la planta para tener el efecto deseado.

Pudrición de la raíz (*Fusarium solana*)

Esta enfermedad causa graves pérdidas ya que ataca las raíces del camote. Los síntomas iniciales son una lesión en la superficie de la raíz y va formando anillos concéntricos. Al penetrar la raíz causa una pudrición firme color café oscura el cual puede tener crecimiento interno blanco. La gravedad de estas enfermedades es que no se pueden curar, solo prevenir. Esta enfermedad puede seguirnos afectando después de cosecha en almacenamiento o en transporte hacia el mercado de destino.

Muchas de las pudriciones sean de hongo o bacteria son difíciles de identificar. Por ser en una raíz vemos la pudrición hasta que está bien avanzado el problema y ya en esos estados hay otros patógenos saprofitos secundarios, lo cual vuelve muy difícil determinar cuál causó la lesión inicial. Por eso es que la prevención es el mejor control. Para el manejo de esta enfermedad se recomienda

- . Usar material que viene de lotes libres de esta enfermedad.
- . Buena rotación
- . Control de nematodos e insectos de suelo.
- . Preparación de suelo y control de las malezas 30 días antes de siembra.
- . Buen control de malezas
- . Minimizar los daños post-cosecha y realizar un buen curado
- . Se puede realizar aplicación de un fungicida al material de siembra • Usar *Trichoderma* sp. al trasplante y reaplicar a los dos meses.

Pudrición bacterial (*Erwinia chrysanthemi*)

La pudrición bacterial es agresiva, especialmente durante la época lluviosa. Por lo general se mueren o marchitan unas ramas de la planta afectada. Causa lesiones húmedas y suaves en los tallos y raíces del camote. El principal método de transmisión de esta

enfermedad es por material vegetativo o semilla. Las raíces pueden seguir manifestando síntomas en almacenamiento o transporte que se ven como lesiones internas.

Control:

- . Usar material que viene de lotes libres de esta enfermedad.
- . Buena rotación de cultivos.
- . Control de nematodos e insectos de suelo.
- . Preparación de suelo y control de las malezas 30 días antes de siembra.
- . Buen control de malezas.

VIRUS (Varios tipos)

Hay varios tipos de virus que afectan el camote. Según el último estudio realizado los virus presentes en el camote son Potyvirus, TMV, WMV-2, ZYMV y PRSV. No se encontró ningún gemini virus, Varios de ellos no tienen síntomas bien definidos en el follaje ni la fruta pero si causan mermas en el rendimiento, hay virus de transmisión mecánica y por vectores como salta hojas, áfidos y diabroticas.

Control:

- . Usar material que viene de lotes libres de virus (buena selección del material de siembra).
- . Control de insectos vectores.
- . El uso del procedimiento de higiene de los cuchillos de corte de semilla.
- . Buena rotación.
- . Tener opción de semilla que proceda de áreas libres de los virus de camote, cultivos que estén arriba de los 1,800 msnm (Brenes,2021).

c. Malezas

La presencia de maleza en el cultivo de camote es un factor limitante para su desarrollo, el combate de malezas es muy importante en el cultivo del camote, una vez que se haya preparado el terreno, se puede dejar que emerjan las malezas y aplicar algún herbicida como Glifosato antes de la siembra de los esquejes.

En el transcurso del cultivo aparecen gramíneas, para combatir estas, se puede aplicar herbicida que elimina las gramíneas sin afectar el cultivo. En las primeras semanas del desarrollo del cultivo se pueden recoger bejucos hacia el lomillo y aplicar algún herbicida o realizar una deshierba manual o con moto guadaña para reducir las malezas. (Brenes, 2021)

3. Genética y mejoramiento del cultivo de camote

3.1. Variedades existentes en Nicaragua

Con relación a las variedades de este tubérculo, según el Ministerio De Economía Familiar, Cooperativa y Asociativa), se encuentran cinco variedades en el país María Angola, Zapayo, INTA batatanica, INIA 100 y INTA Nutritivo, las cuales se distinguen por el Color: naranja, morada, blanca y por la duración de su ciclo: precoz (menor a 120 días), Semitardía (entre 120 a 150 días), tardía (mayor a 150 días)” (MEFCCA, 2023).

3.2. Concepto y tipos de clones

Un clon es el material vegetal obtenido por multiplicación vegetativa de una sola planta. El conjunto de todos los clones diferentes que se cultivan en un terreno es lo que denominamos “variedad población”. La selección de clones se efectúa analizando dicha población y eligiendo una cepa madre de características adecuadas, realizando la multiplicación vegetativa de dicha cepa aseguramos que su descendencia tendrá las mismas características varietales que ésta.

Tipos de clones

En camote, existen diversos clones con características distintas, incluyendo diferencias en contenido de materia seca, rendimiento, valor nutricional y características sensoriales. Algunos clones se destacan por su alto contenido de betacaroteno, mientras que otros son valorados por su coloración morada, rica en antocianinas con propiedades antioxidantes. Además, se pueden encontrar clones con diferentes niveles de resistencia a plagas y enfermedades (G. Muñoz et al., 2001).

3.3. Mejoramiento genético en camote

El mejoramiento genético suele implicar uno o más ciclos de hibridación para generar pro genie genéticamente variable (es decir, semillas verdaderas) que se evalúan primero en un vivero de plántulas. Posteriormente, los genotipos superiores se propagan clonal mente y

la selección se lleva a cabo en ensayos replicados en múltiples entornos a lo largo de varios años (es decir, ensayos de rendimiento observacionales, preliminares y avanzados). Los genotipos superiores seleccionados a lo largo del proceso suelen reciclarse en el sistema y utilizarse como progenitores para el siguiente ciclo, que constituye la base de la selección recurrente (Barb et al., 2023).

3.4. ¿Qué es la validación agronómica en general?

La validación en campo para la agricultura implica la evaluación y confirmación de la eficacia, rendimiento y aplicabilidad de prácticas agrícolas, tecnologías, equipos, semillas, fertilizantes u otros insumos agrícolas en condiciones reales de cultivo. Este proceso es fundamental para garantizar que las nuevas tecnologías o prácticas agrícolas sean efectivas y prácticas en el entorno agrícola específico en el que se implementarán.

Algunas áreas en las que se emplea la validación en campo son:

Nuevas variedades de cultivos: antes de recomendar o adoptar nuevas variedades de cultivos, es importante validar su desempeño en condiciones de campo. Esto incluye evaluar aspectos como el rendimiento, la resistencia a enfermedades, la adaptabilidad al clima local y la calidad de los productos entre otros tipos de validación encontramos tecnología de riego, fertilizantes y productos fitosanitarios, practicas agronómicas, y equipos agrícolas. (Moreno, 2023)

3.5. Criterios de evaluación en la validación de clones (rendimiento, adaptación, calidad, etc.)

4. Composición química y valor nutricional del camote

4.1. Composición química de la batata

Agua	74%
Hidratos de carbono	21,5% (fibra 1,2%)
Lípidos	0,2%
Proteínas	1,2%
Sodio	41mg/100g
Potasio	385mg/100g
Fosforo	55mg/100g

Calcio	22mg/100g
Hierro	1mg/100g
Vitamina C	25mg/100g
Vitamina A	667UI/100mg
Vitamina B	10,1mg/100g
Vitamina B2	0,06mg/100g
Vitamina B3	52mg/100g

Tabla nutricional Pag 11 (Castro, 2011).

4.2. Variabilidad nutricional entre clones

Contenido	Fresco Unidad/100g	Hervido Unidad/100g	Horneado Unidad/100g
Materia seca	31.07 - 33.76 g	33 - 37.65g	36.55 - 40.65g
Cenizas	2.13 - 2.54g	2.19 - 2.60g	2.31 - 2.62g
Fibra cruda	2.33- 2.65g	2.45 - 2.76g	2.11 - 2.64g
Proteína	4.29 - 5.08g	4.36 - 5.03g	3.54 - 4.56g
Almidón	63.90 - 64.89g	49.22 - 57.43g	55.80 - 60.22g
Ácido. Ascórbico	14.07- 20.18mg	24.77 - 37.15mg	19.43 - 27.88mg
Glucosa	2.73 - 4.68mg	1.34 - 3.94 mg	1.72 - 4.90mg
Fructosa	1.13 - 4 mg	1.42 - 3.75 mg	1.24 - 3.38 mg
Sucralosa	56.94-59.97 mg	48.99 - 61.50 mg	55.52 -64.36 mg
Maltosa	no se detectó	48.13 - 122.81mg	48.52 -56.27 mg
B- caroteno	5.63 -15.63 mg	3.28 - 12.64 mg	1.15 - 10.07 mg
RAW	169.5 - 439.6 µg	102.3 - 353.1 µg	31.65 - 260.5 µg

(Vidal et al., 2018).

4.3 Importancia nutricional en la dieta humana

El consumo de camote se ha estudiado ampliamente en el tratamiento de varios padecimientos y enfermedades que dañan la salud del ser humano. De acuerdo con el Departamento de Salud Pública de Los Ángeles. USA., los camotes contienen grandes concentraciones de magnesio; mineral que combate el estrés, promueve la relajación y un estado de ánimo favorable, al igual que favorece la salud arterial, sanguínea, ósea, muscular y nerviosa. Es una excelente fuente de vitaminas B6 (piridoxina), la cual ayuda a

descomponer la homocisteína (sustancia que contribuye al endurecimiento de los vasos sanguíneos y arterias), además, al contener potasio puede disminuir la presión arterial. Se le atribuyen propiedades para aumentar la leche materna en las mujeres que están en etapa de lactancia. La vitamina A que contiene provee propiedades antienvjecimiento, mejora la vista y mantiene la integridad de las membranas mucosas y la piel (Mohanraj y Sivasankar, 2014; Wang et al., 2016).

5. Contribución del camote a la seguridad alimentaria y nutricional

5.1. Concepto de seguridad alimentaria y nutricional (SAN)

El concepto de seguridad alimentaria nació en los años 70, enfocado principalmente en garantizar la disponibilidad de alimentos a nivel global y nacional. En los 80, se comprendió que no bastaba con producir alimentos: era necesario que las personas tuvieran acceso a ellos, tanto en términos físicos como económicos. Ya en los 90, el concepto evolucionó, incluyendo elementos como la inocuidad de los alimentos y el respeto a las preferencias culturales, y se formalizó la seguridad alimentaria como un derecho humano.

Para el INCAP, la Seguridad Alimentaria Nutricional es el estado donde toda persona, de manera oportuna y permanente, goza de acceso físico, económico y social a alimentos suficientes y de buena calidad que cubran sus necesidades biológicas y promuevan su bienestar y desarrollo. Según la FAO, desde la Cumbre Mundial de 1996, se considera que la seguridad alimentaria existe cuando, en todo momento, las personas tienen acceso físico y económico a alimentos seguros, nutritivos y culturalmente adecuados, lo que les permite llevar una vida activa y saludable. Ese mismo año, la Declaración de Roma reforzó que todas las personas tienen derecho a acceder a alimentos saludables y a no sufrir hambre (FOA,2011).

5.2. Pilares de la SAN

Disponibilidad de alimentos

Se refiere a la oferta de alimentos a nivel local o nacional, considerando la producción agrícola, las importaciones, las reservas y la ayuda alimentaria. Para evaluar esta disponibilidad, es necesario restar las pérdidas luego de la cosecha y las cantidades destinadas a exportación.

Estabilidad alimentaria

Se enfoca en evitar situaciones temporales de inseguridad alimentaria derivadas de ciclos estacionales, como las típicas épocas antes de las cosechas o cuando aumenta la demanda de mano de obra agrícola. Este componente depende de contar con instalaciones de almacenamiento adecuadas (como silos), así como de reservas estratégicas de alimentos e insumos que puedan utilizarse cuando haya escasez.

Acceso y control

Implica la capacidad de individuos o comunidades para acceder y gestionar recursos productivos (como tierra, agua, insumos, tecnología y conocimientos) y alimentos disponibles en el mercado. La inseguridad alimentaria suele surgir cuando existe una barrera física (por ejemplo, aislamiento geográfico o infraestructura insuficiente) o económica (por precios elevados o ingresos bajos) que impide la adquisición de alimentos.

Consumo y uso nutricional

Se trata de asegurarse de que las existencias de alimentos en los hogares satisfagan las necesidades nutricionales, culturales y de preferencia de los consumidores. Abarca también aspectos de inocuidad, dignidad, higiene doméstica y una distribución equitativa dentro del hogar. (FOA,2011).

5.3. Rol del camote en la seguridad alimentaria

El consumo de camote se ha estudiado ampliamente en el tratamiento de varios padecimientos y enfermedades que dañan la salud del ser humano. De acuerdo con el Departamento de Salud Pública de Los Ángeles. USA., los camotes contienen grandes concentraciones de magnesio; mineral que combate el estrés, promueve la relajación y un estado de ánimo favorable, al igual que favorece la salud arterial, sanguínea, ósea, muscular y nerviosa. Es una excelente fuente de vitaminas B6 (piridoxina), la cual ayuda a descomponer la homocisteína (sustancia que contribuye al endurecimiento de los vasos sanguíneos y arterias), además, al contener potasio puede disminuir la presión arterial. Se le atribuyen propiedades para aumentar la leche materna en las mujeres que están en etapa de lactancia. La vitamina A que contiene provee propiedades antienvjecimiento, mejora la vista y mantiene la integridad de las membranas mucosas y la piel. (Vidal et al., 2018).

10. Diseño metodológico

10.1. Tipo de investigación

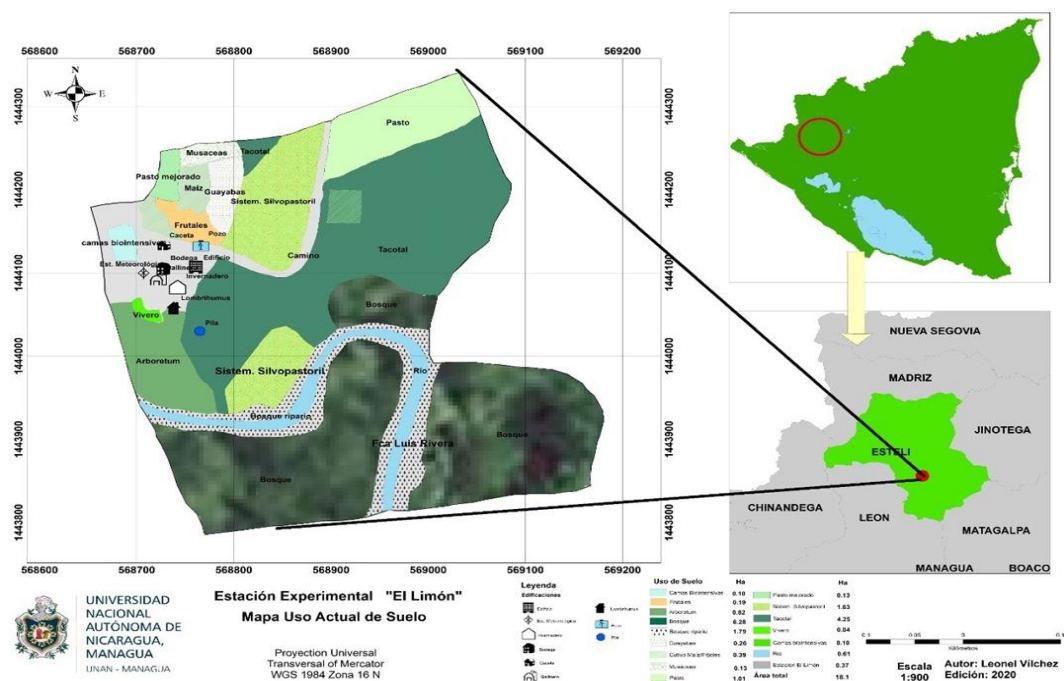
Por el método de investigación, el presente estudio según su enfoque es de tipo cuantitativo y según su nivel de profundidad es correlacional explicativa, porque se determinará la adaptación de los clones de camote en las condiciones agroclimáticas presentes en las zonas de su establecimiento. Según sus características es descriptiva, porque se detallará las variables que serán objetos de análisis de igual forma se califica en estudio experimental, dado que se hará una manipulación planteada de las variables, con el propósito de evaluar y clasificar los rendimientos de los clones de camote sobre los individuos a estudiar y es transversal debido que se realizara en un periodo de tiempo específico y limitado.

De acuerdo con la clasificación internacional Normalizada de la Educación (CINE 2013), la presente investigación Campo amplio: 08 Agricultura, silvicultura, pesca y veterinaria; Campo específico: 081 Agricultura y campo detallado: 0811 producción agrícola y ganadera.

En conformidad con las líneas de investigación de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua), esta investigación se ubica en el área de conocimiento de ciencias agropecuaria, en la LINEA CAG-1: SISTEMA DE PRODUCCION AGROPECUARIA y SUB LINEA CAG-1.1: SISTEMA DE PRODUCCION AGRICOLA. Por su área geográfica, la experimentación se llevó a cabo en la Estación experimental para el estudio del trópico seco “El Limón”, adscrita a la UNAN Managua/ CUR- Estelí, Nicaragua. Situada entre las coordenadas (UTM 0568720x y 1443707y), a 890 m.s.n.m. Con rangos mensuales de temperatura desde 16 y 33°C y la precipitación media anual es de 804 mm. El suelo, es franco- arcilloso de color café amarillento con abundantes rocas blandas (Cardoza Aguilar, 2017).

Figura 1

Mapa de la Estación Experimental el Limón



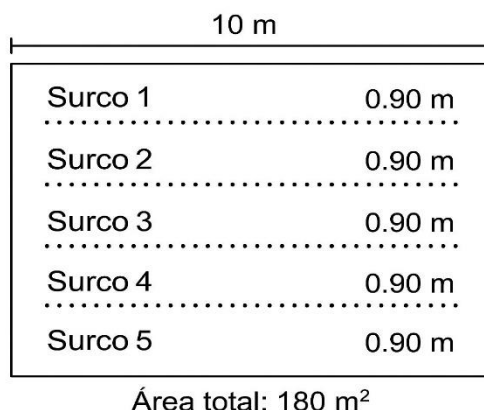
10.2. Población y selección de la muestra

La población estuvo conformada por plantas de camote (*Ipomoea batata*) pertenecientes a cinco clones: CIP 106980-2, CIP 194540-50, CIP 106602-3, CIP 106478-3 y Camote Nutritivo. Estos materiales vegetales fueron establecidos en etapa inicial de crecimiento en condiciones de campo abierto, bajo un manejo agronómico homogéneo que incluyó labores de riego, fertilización, control de malezas y monitoreo sanitario.

Muestra

La muestra de este estudio fue de tipo censal, es decir, se recopiló los datos de toda la población planteada para el ensayo, sin seleccionar una muestra representativa. Esto se debe a que la población total era manejable y permitía evaluar cada individuo de forma directa. En este caso, la población y la muestra estuvieron compuestas por 150 plantas, distribuidas en cinco tratamientos, con 30 plantas por clon, lo que permitió obtener información completa y precisa para el análisis de sobrevivencia, características morfológicas y rendimiento productivo.

Diseño experimental y manejo de tratamientos



Se sembraron cinco surcos de 10 m de largo con una densidad de siembra de 0,25 metros entre plantas y 0,9 m entre surco para un área total por unidad experimental de 180 m², correspondiente a cinco surcos separados a 0,9 m cada uno y 10 m de largo, respectivamente. El riego utilizado en el experimento fue manual aplicado con regadera, procurando mantener una humedad uniforme en el suelo durante la fase inicial del cultivo hasta los 45 días, se aplicó tres veces por semana (Lunes, miércoles y viernes) con el objetivo de fortalecer el enraizamiento y establecimiento de los esquejes, durante la fase de desarrollo vegetativo y formación de tubérculos el riego se reduce a dos veces por semana, (Martes y viernes) desde los 45 días hasta 15 días antes de la cosecha. En caso de que presenten lluvias se suspende el riego programado.

El manejo agronómico será homogéneo para todos los tratamientos durante todo el ciclo del cultivo, se realizará control de malezas manual, también incidencia de plagas y enfermedades durante el ciclo de evaluación la fertilización se realizará a los 8-10 días después del trasplante se fertilizará utilizando la fórmula completa de 18-46-0 (90 kg/ha) más muriato de potasio 00-00-60(120 kg/ha). En incorporación al suelo a 3-5 cm del pie de la plántula, y la fertilización nitrogenada al momento del aporque a los 35-40 días después de la siembra con 90kg/ha. Antes del cierre de calle.

Se recomienda realizar el aporque lo más alto posible. Se evaluaron cinco clones de camote (*ipomoea batata*) con potencial agronómico y nutricional, procedentes de programas de mejoramiento reconocido como el CIP. Los materiales a utilizar son:

CIP 106980-2, CIP 194540-50, CIP 106602-3, CIP 106478-3 y Camote Nutritivo.

Estas validaciones se establecerán en campo bajo un mismo manejo agronómico, dichas prácticas incluirán:

Preparación de suelo, esta actividad debe realizarse en función de la vegetación presente. La cama o lomo de siembra debe de quedar completamente mullida para facilitar el desarrollo de las raíces, para lo cual se recomienda dar un paso de arado de 30 cm de profundidad y dos cruza, luego se levantan camellones en donde se formará el surco de siembra de 20 a 30 cm de altura dependiendo de la textura del suelo.

Los materiales a utilizados fueron esquejes de 10-15 cm de longitud libres de plagas y enfermedades y la siembra se realizará de manera manual a una distancia de 25 cm entre plantas y 90 entre surco, el sistema de siembra a utilizar será el acodado, que consiste en colocar el esqueje en la parte media del lomo del surco, enterrando de dos a tres yemas en el suelo.

A los 8-10 días después del trasplante se fertilizará utilizando la formula completa de 18-46-0 (90 kg/ha) más muriato de potasio 00-00-60(120 kg/ha). En incorporación al suelo a 3-5 cm del pie de la plántula, y la fertilización nitrogenada al momento del aporque a los 35-40 días después de la siembra con 90kg/ha. Antes del cierre de calle.

El control de malezas se realizará manualmente en dos momentos a los 15-20 días después del trasplante y a los 35-40 días al aporque.

Control de plagas y enfermedades

Para el control de plagas del follaje, se recomienda aplicaciones de Abamectina 1.8 EC (1-1.5l/ha) y/o engeo (1l/ha), para enfermedades utilizar Curzate M-72 WP (1 sobre 500gr/ha) y Mancozeb (1kg/ha).

Chapia del cultivo

La Chiapa del cultivo se realiza cuando el cultivo alcance plena madures fisiológica (90 dds), con el objetivo de que se facilite la cosecha. Los residuos se carrilean en la calle. La cosecha se realizará de manera manual, seleccionándolos por tamaño y al mismo tiempo

se eliminan todos aquellos que presente daños mecánicos o hayan sido atacados por plagas. Pero estos a la vez cuentan en el rendimiento esperado.

10.3 Métodos, técnicas e instrumentos de recopilación de datos

El método de investigación a utilizar fue el inductivo, que es un método que se basa en la observación directa y la experimentación para llegar a conclusiones.

El porcentaje de la sobrevivencia se calculó dividiendo el número de plantas que sobrevivieron entre el número total de plantas sembradas al inicio y se multiplicara el resultado por 100, CIP 106980-2, CIP 194540-50, CIP 106602-3, CIP 106478-3 y Camote Nutritivo. Utilizando la técnica de observación directa a los 40 días después de la siembra se registrará en una ficha de campo el número de plantas vivas y numero de plantas muertas.

Las características morfológicas fueron: contorno general de la hoja, forma de la raíz, color de la piel de la raíz y el color predominante de la pulpa y rendimiento productivo, promedio por clon y peso de tubérculos. La técnica utilizada será la observación directa para todas las variables. En el contorno de la hoja se utilizarán las siguientes categorías: Redondeada, Reniforme, Acorazonado, Triangular, Hastado (Bandera), lobados y casi dividida. Se utilizará la observación directa y una ficha de campo donde se registrarán los datos.

Se identificará la forma de la raíz, en la siguiente clasificación: redondo, elíptico redondo, elíptico, aovado, oval, oblongo, oblongo alargados, elíptico alargado, irregular largo o curvado. Así mismo evaluaremos el color de la piel de la raíz, muchas raíces recién cosechadas deben lavarse y secarse, para la evaluación se debe registrar el color predominante y el color secundario. Adicionalmente se evaluará el color de la pulpa de la raíz se utilizará la siguiente clasificación de colores: blanco, crema, oscuro, pálido amarillo, oscuro amarillo, naranja pálida, naranja intermedio, naranja oscura y fuertemente pigmentado con antocianinas.

Al finalizar el experimento se tomarán las mediciones de las variables el 25 de noviembre del año 2025, para cada tratamiento CIP 106980-2, CIP 194540-50, CIP 106602-, CIP 106478-3 y Camote Nutritivo. En el rendimiento productivo su indicador es promedio de rendimiento por clon y peso de tubérculo se llevará a cabo por medio de una pesa o balanza,

para todo el proceso se realizará una ficha de datos. CIP 106980-2, CIP 194540-50, CIP 106602-3, CIP 106478-3 y Camote Nutritivo.

10.4 Etapas de la investigación

Etapa 1. Planificación

En esta fase inicial se elaboró el protocolo de investigación, el cual servirá como guía metodológica para el desarrollo ordenado y sistemático del estudio. Se llevo a cabo una revisión bibliográfica exhaustiva utilizando fuentes científicas actualizadas, tales como artículos de revistas especializadas, libros, tesis, y documentos digitales pertinentes al cultivo de camote y su validación agronómica.

Esta revisión permitirá familiarizarse con el estado del arte sobre la validación de clones de camote, identificando las variables agronómicas más relevantes, así como los métodos y enfoques utilizados en estudios similares. Además, se seleccionarán y definirán los recursos técnicos, humanos y materiales necesarios para la implementación del experimento en campo.

Etapa 2. Experimentación y recolección de datos

Esta etapa comprendió el establecimiento del ensayo en la Estación Experimental El Limón, ubicada en Estelí, durante el ciclo agrícola 2025. Se validaron cinco clones de camote (*Ipomoea batatas*), aplicando un diseño experimental adecuado como diseño de parcelas pareadas sin repeticiones y 05 tratamientos, que garantizo la rigurosidad científica de los resultados.

Durante el desarrollo del ensayo, se recolectaron datos a partir de observaciones directas en campo y mediciones periódicas de variables agronómicas clave, tales como:

Porcentaje de sobrevivencia, contorno general de la hoja, forma de la raíz, color predominante de la raíz, color de la pulpa de la raíz, rendimiento promedio por clon, peso del tubérculo

La recolección de datos se realizará utilizando instrumentos estandarizados (hojas de campos, balanzas o pesas), asegurando la calidad y consistencia de la información obtenida.

Etapa 3. Análisis de datos y redacción de informe

Una vez concluida la fase de campo, los datos recopilados serán organizados y sistematizados mediante hojas de cálculo y software estadístico (por ejemplo, Excel y/o programas como SPSS o R). Se realizará un análisis estadístico descriptivo e inferencial para determinar la significancia de las diferencias entre los clones evaluados.

Se aplicarán pruebas estadísticas pertinentes (como análisis de varianza - ANOVA, y prueba de comparación de medias, como Tukey o Duncan, según corresponda) para identificar los clones con mejor desempeño agronómico en las condiciones edafoclimáticas de la estación experimental.

Finalmente, se elaborará el informe de investigación, integrando los resultados obtenidos, su discusión a la luz de la literatura revisada y las conclusiones y recomendaciones orientadas a promover el uso de los clones más sobresalientes en programas de mejoramiento o transferencia tecnológica hacia los productores.

10.5. Plan análisis estadístico

Para el tratamiento y análisis de los datos recolectados en el experimento, se aplicaron métodos estadísticos descriptivos e inferencial que permitan interpretar de manera objetiva los resultados obtenidos en la validación de los cuatro clones de camote (*Ipomoea batatas*) evaluados en la Estación Experimental El Limón, Estelí, durante el año 2025.

Para la evaluación del número de tubérculos y el rendimiento de los clones de camote (*ipomoea batata*) se verificaron previamente los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas mediante las pruebas de qqplot, Shapiro–Wilk y Levene, respectivamente. Los resultados indicaron que los datos no cumplían con la distribución normal requerida para un ANOVA paramétrico.

Debido a la ausencia de normalidad y a la naturaleza independiente de los tratamientos, se optó por utilizar una prueba no paramétrica de Kruskal–Wallis, la cual es adecuada para comparar medianas o distribuciones entre más de dos grupos independientes.

La prueba de Kruskal–Wallis permitió identificar diferencias globales entre los cinco clones evaluados. Posteriormente, se aplicó una comparación múltiple basada en rangos

promedio, en la cual los tratamientos que compartieron una misma letra no presentaron diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$).

Todos los análisis estadísticos fueron realizados utilizando los rangos promedio obtenidos para cada tratamiento y aplicando un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$, utilizando el software estadístico especializado como InfoStat, asegurando así un análisis riguroso y confiable de la información obtenida durante el desarrollo del experimento.

10.6. Confiabilidad y validez de los instrumentos

La confiabilidad y validez son dos conceptos cruciales en la investigación, especialmente al evaluar la calidad de los instrumentos de medición. La confiabilidad se refiere a la consistencia y estabilidad de los resultados obtenidos al aplicar repetidamente un instrumento, mientras que la validez se refiere a cuán bien un instrumento mide lo que pretende medir. En otras palabras, un instrumento confiable produce resultados consistentes, y un instrumento válido mide con precisión lo que se supone que debe medir.

En la presente investigación, la confiabilidad y validez de los instrumentos utilizados para la recolección de datos serán aspectos fundamentales para garantizar la calidad y precisión de los resultados obtenidos en la evaluación de los cuatro clones de camote (*Ipomoea batatas*).

Validez

La validez de los instrumentos estará determinada por su capacidad para medir de forma adecuada las variables agronómicas definidas en el estudio, tales como el rendimiento de raíces comerciales, número de tubérculos por planta, peso promedio por raíz, porcentaje de germinación, vigor de la planta, entre otras.

Para asegurar la validez de contenido, los instrumentos serán diseñados y revisados con base en criterios técnicos y científicos establecidos en la literatura agronómica especializada, así como en normativas nacionales e internacionales sobre validación de cultivares. Además, se contará con la revisión de expertos en cultivos de raíces y tubérculos, quienes evaluarán la pertinencia y adecuación de los instrumentos aplicados en campo.

Confiabilidad

La confiabilidad se garantizará mediante la aplicación de procedimientos estandarizados durante la recolección de datos. Para ello, se utilizarán instrumentos calibrados (balanzas o pesas, cintas métricas, fichas de observación) y formatos previamente elaborados, que permitan la recolección uniforme y precisa de la información en cada unidad experimental.

De esta manera, se pretende minimizar los sesgos de medición y asegurar que los datos recolectados reflejen fielmente el comportamiento real de los clones en estudio bajo las condiciones agroecológicas de la Estación Experimental El Limón.

11. Análisis y discusión de resultados

La presente sección expone los principales resultados obtenidos durante la evaluación agronómica de cinco clones de camote (*Ipomoea batata*) desarrollada en condiciones de campo abierto en la Estación Experimental El Limón. Inicialmente, se analizó la sobrevivencia de los clones en campo, lo cual permitió determinar su capacidad de adaptación al ambiente local. Posteriormente, se describieron sus características morfológicas, incluyendo el contorno general de la hoja, la forma de la raíz, el color predominante de la raíz y el color de la pulpa, aspectos esenciales para su diferenciación y clasificación. Finalmente, se evaluó el rendimiento productivo de cada clon, considerando el número de tubérculos generados y el peso total obtenido por planta, con el fin de la identificación de materiales con potencial para ser promovidos como alternativas viables en los sistemas de producción agrícola de la región.

11.1. Sobrevivencia de cinco clones de camote en condiciones de cielo abierto en la estación experimental el limón

La sobrevivencia de los cinco clones evaluados presentó variabilidad en la capacidad de adaptación bajo condiciones de cielo abierto. El clon testigo nutritivo alcanzó un 97% de sobrevivencia, en contraste, el clon 106080-2 presentó el menor porcentaje de sobrevivencia (30%), lo que indica una baja adaptabilidad a las condiciones del medio. Los clones 106478-3 (66%), 194540-50 (70%) y 106602-3 (73%) mostraron niveles intermedios de sobrevivencia, indicando una respuesta moderada frente a las condiciones del ambiente (Figura 1). Aunque su desempeño fue mejor que el del clon 106080-2, aún se encuentran significativamente por debajo del testigo.

Los resultados obtenidos en este estudio evidencian diferencias claras en la capacidad de sobrevivencia entre los cuatro clones de camote evaluados bajo condiciones de campo abierto en la Estación Experimental El Limón. Estos hallazgos guardan relación con lo reportado por (Salas, 2002) quien también encontró diferencias altamente significativas en la sobrevivencia entre los tratamientos evaluados, reflejando que este atributo es altamente influenciado por las condiciones ambientales y por las características intrínsecas de cada clon.

En el estudio de Salas, el tratamiento con mayor sobrevivencia el Clon SR94.379, alcanzó 81.67%, mientras que el de menor desempeño (Clon LM92.075.18) obtuvo apenas 60.42%. Esta variación coincide con el comportamiento observado en la presente

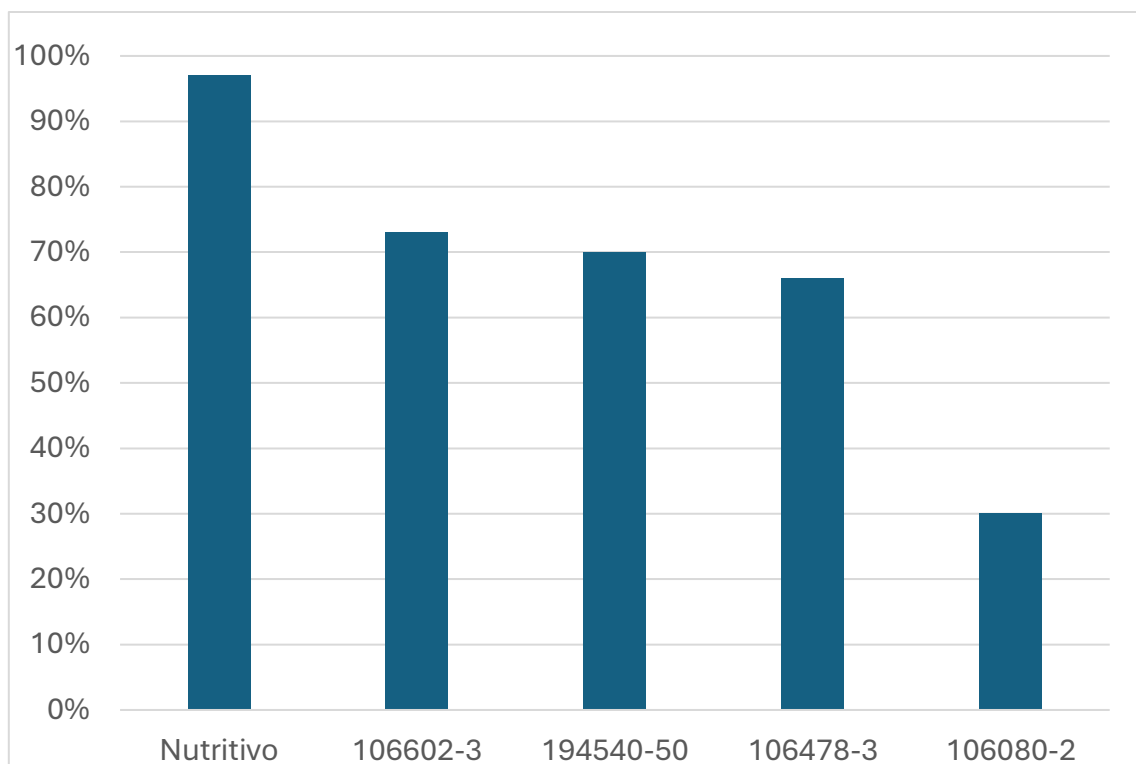
investigación, donde el clon testigo Nutritivo se posicionó como el material con mayor capacidad de establecimiento, alcanzando un 97% de sobrevivencia. Este valor supera ampliamente el máximo reportado por Salas, lo que sugiere que el testigo empleado posee una adaptación excepcional a las condiciones locales del sitio experimental, posiblemente por su estabilidad genética o por un manejo agronómico previamente optimizado.

En contraste, el clon 106080-2 presentó únicamente 30% de sobrevivencia, un valor considerablemente inferior al mínimo registrado por Salas, lo que evidencia una alta susceptibilidad a los factores ambientales presentes en el ensayo. Esto podría deberse a una menor tolerancia al estrés hídrico, a la radiación solar directa o a deficiencias nutricionales durante el establecimiento (Salas, 2002).

En comparación con los resultados obtenidos los clones 106478-3 (66%), 194540-50 (70%) y 106602-3 (73%) mostraron niveles intermedios de sobrevivencia. Al comparar estos valores con el estudio de Salas, se observa que estos clones se ubican dentro del rango medio reportado por dicha autora, donde varios tratamientos mostraron sobrevivencias entre 71% y 77%. Esto indica que estos materiales poseen una adaptabilidad moderada, aunque su desempeño continúa siendo menor que el del testigo, lo que sugiere que podrían beneficiarse de condiciones menos restrictivas o de un manejo diferenciado que favorezca su establecimiento inicial.

En conjunto, la comparación entre ambos estudios evidencia que la sobrevivencia del camote es un carácter fuertemente condicionado por la interacción genotipo-ambiente. Mientras que algunos clones, como el testigo Nutritivo, muestran un comportamiento superior ante condiciones de cielo abierto, otros requieren ambientes más controlados o ajustes agronómicos para expresar su potencial. Estos resultados resaltan la importancia de evaluar genotipos promisoros bajo diferentes condiciones ambientales, tal como lo señalan las investigaciones previas, con el fin de identificar aquellos materiales con mayor capacidad de adaptación y estabilidad productiva.

Porcentaje de sobrevivencia de 5 clones de camote



11.2. Características morfológicas de cinco clones de camote (*Ipomoea batata*) en la estación experimental el limón de Nicaragua

11.2.1. Contorno general de la hoja

Se presentan las variaciones morfológicas del contorno general de la hoja observadas en cinco clones de camote (*Ipomoea batatas*) evaluados en la estación experimental El Limón. Cada imagen muestra la forma predominante de la hoja correspondiente a un clon específico.

El clon nutritivo exhibe un contorno lobulado, con lóbulos claramente marcados y profundos, el clon 106602-3 presenta hojas de forma triangular, caracterizadas por una lámina amplia, ápices agudos y márgenes lisos sin lobulaciones pronunciadas. Los clones 194540-50 y 106980-2 muestran un contorno acorazonado, con base profundamente cóncava y ausencia de lóbulos laterales (Figura 2). Finalmente, el clon 106478-3 nuevamente presenta

hojas de tipo lobulado, similares al clon nutritivo, con lóbulos bien definidos y separación evidente entre ellos.






En conjunto, la figura permite comparar visualmente la diversidad morfológica entre los Clones, destacando diferencias claras en el contorno foliar, un carácter importante para la descripción varietal y diferenciación genética entre materiales de camote.

En la variable contorno de la hoja, se observó un claro predominio del perfil lobulado, lo cual coincide con lo reportado por (Flores , 2019), quien describe que la mayoría de los clones promisorios evaluados en las zonas de Barranca, Huaral y Cañete presentan este mismo tipo de morfología foliar. No obstante, este autor también identifica algunas excepciones, como los clones 39-2011 y 58-2011, que muestran hojas casi divididas, y el clon 14-2011, caracterizado por un perfil hastado. Estas variaciones no se presentaron en el material genético evaluado en esta investigación, lo que sugiere una mayor homogeneidad en las características foliares de los clones analizados.

Asimismo, el rango de tres a siete lóbulos descrito por Flores (2019), coincide con el comportamiento observado en esta investigación, mostrando una correspondencia morfológica entre ambos estudios y reforzando la consistencia de estas características como descriptores confiables para la diferenciación de clones de camote.

En relación con el color del haz de la hoja, el predominio del verde medio mencionado por el mismo autor también complementa y respalda la caracterización obtenida en esta investigación. Este paralelismo entre estudios sugiere que los clones evaluados se ajustan a los patrones morfológicos comúnmente reportados para materiales promisorios de camote, lo cual contribuye a validar la estabilidad de estos rasgos foliares en diferentes ambientes y condiciones de manejo.

Contorno general de las hojas de los cinco clones de camote

				
Lobulada	Triangular	Acorazonado	Acorazonado	Lobulada
Nutritivo	106602-3	194540-50	106980-2	106478-3

11.2.2. Forma de la raíz

La forma de la raíz de los clones presenta una caracterización fenotípica de la forma de la raíz de diferentes clones de camote, ilustrando la marcada variabilidad morfológica observada en el estudio. Se identifican tres categorías principales de forma: el tubérculo de la izquierda se clasifica como Oblongo alargado, mostrando una forma más robusta y simétrica; el centro corresponde a la forma Elíptico alargado, asociada al clon identificado como 106602-3, notable por su color púrpura intenso y su estructura esbelta; y finalmente, el tubérculo de la derecha se describe como Irregular largo, correspondiente al clon 194540-50, que exhibe una forma curva y menos uniforme. Esta clasificación es fundamental, ya que la morfología y uniformidad de la raíz son características clave que impactan tanto en la aceptabilidad comercial como en la eficiencia de cosecha y procesamiento industrial de los clones evaluados.

Además, las diferencias en la forma pueden también reflejar la interacción del genotipo con el ambiente, por lo que la forma irregular en el clon 194540-50 podría indicar una susceptibilidad a factores edáficos como la compactación del suelo o la presencia de plagas, un punto que debe considerarse en futuras evaluaciones de manejo agronómico para este genotipo (Figura 3). Estas formas no solo clasifican, sino que proporciona una base para discutir la idoneidad de cada clon para diferentes propósitos (consumo fresco vs.

procesamiento) y para orientar estrategias de mejoramiento enfocadas en la uniformidad morfológica.

Al comparar estos resultados con la investigación Huaral y Cañete (2016), se observa una tendencia similar respecto a la diversidad de formas de la raíz. En dicho estudio se registraron formas como obovada, elíptica, redonda, elíptica, larga, oblonda y larga irregular, todas dentro del rango de aceptación comercial, coincidiendo con lo encontrado en nuestra investigación. Los clones como 39-2011, 54-2011, 246-2012 y 336-2012 mostraron formas elípticas o elíptico largas, lo cual es comparable con las características morfológicas del clon 106602-3. De manera similar, los clones 937-2012 y 3459-2012 presentaron formas largas e irregulares, comportándose de manera semejante al clon 194540-50 evaluado en este estudio.

Los paralelismos observados entre ambos estudios sugieren que la forma de la raíz es un rasgo que depende fuertemente de la constitución genética del clon, aunque puede presentar variaciones relacionadas con factores ambientales. A pesar de esta variabilidad, tanto en este estudio como en el externo, las formas identificadas se encuentran dentro de las categorías aceptadas comercialmente, lo cual fortalece el potencial de adopción de los clones evaluados. La diversidad morfológica encontrada se convierte en una ventaja para los programas de mejoramiento, ya que permite seleccionar raíces con mayor uniformidad y atractivo comercial, como las formas oblongo y elíptico alargadas, o bien identificar materiales con formas irregulares que podrían presentar otros atributos agronómicos de interés (Flores L. A., 2019).

Forma de la raíz de los colores de camote

Oblongo alargado	Elíptico alargado	Irregular largo
		
Nutritivo	106602-3	194540-50

11.2.3. Color predominante

La caracterización del color predominante de la piel de las raíces tuberosas reveló una clara diversidad cromática entre los clones evaluados, un descriptor fenotípico de alta importancia. El análisis visual y la clasificación revelaron tres categorías: un clon presenta una piel de color crema, que típicamente se asocia con variedades destinadas al mercado de tubérculos de pulpa blanca o amarilla. Por otra parte, el clon 106602-3 exhibe un color de piel rojo púrpura intensa, lo que lo distingue inmediatamente. Finalmente, el clon 194540-50 muestra un color Crema con rosa, indicando una pigmentación intermedia o menor.

La variación en el color de la piel, particularmente la presencia del color rojo púrpura en el clon 106602-3, es un resultado clave que debe ser discutido en el contexto de la calidad nutracéutica. La pigmentación púrpura es un indicativo directo de la acumulación de antocianinas, compuestos polifenólicos con reconocida actividad antioxidante. Este hallazgo sugiere que el clon 106602-3 posee un alto potencial para programas de mejoramiento enfocados en la salud humana o para el desarrollo de alimentos funcionales.

En contraste, los clones con coloración crema o crema con rosa (como el 194540-50) tienden a ser seleccionados por su alto contenido de almidón y rendimiento (Figura 4). Por lo tanto, el color de la piel no es solo una característica de identificación varietal, sino un indicador visual de la composición fitoquímica, permitiendo clasificar los clones tanto por sus características agronómicas como por su valor nutricional.




La caracterización del color de la piel de las raíces tuberosas evidenció una marcada variabilidad entre los clones evaluados en esta investigación, lo cual coincide con la amplia diversidad fenotípica reportada por (Cobeña Ruiz et al., 2024), para el cultivo de camote. No obstante, mientras dicho autor centra su análisis en la formación y distribución de las raíces, destacando patrones predominantemente dispersos o abiertos, en este estudio la variación cromática se consolidó como el descriptor más relevante para diferenciar los materiales genéticos.

En particular, el clon 106602-3 presentó una piel de color rojo púrpura intensa, característica asociada a altos niveles de antocianinas, lo que sugiere un mayor potencial nutracéutico, especialmente en términos de capacidad antioxidante. Este comportamiento contrasta con clones como el 194540-50, cuya piel crema o crema con tonalidades rosadas se vincula típicamente con elevados contenidos de almidón y con un enfoque productivo más orientado al rendimiento comercial que al aporte funcional.

De esta manera, aunque los estudios comparados abordan dimensiones distintas de la variabilidad del camote, ambos coinciden en destacar su notable plasticidad fenotípica. Además, los resultados reafirman la importancia de los descriptores morfológicos en este caso, el color de la piel como herramientas fundamentales para la diferenciación varietal y la selección de clones según sus posibles usos agronómicos, nutricionales y funcionales.

Figura 4

Color predominante de la piel de la raíz

Crema	Rojo púrpura	Crema con rosa
		
Nutritivo	106602-3	194540-50

11.2.4. Color de la pulpa de la raíz

La clasificación del color de la pulpa de la raíz de los clones, un descriptor crítico que define la calidad nutricional. El análisis visual reveló dos grupos cromáticos principales: el clon 106602-3 se caracterizó por una pulpa de color Naranja intermedio, mientras que el clon 194540-50 (junto con una muestra adicional) exhibió una pigmentación Pálido amarillo. Esta distinción es fundamental para la diferenciación varietal y la asignación de uso final.

La marcada diferencia en el color de la pulpa entre los genotipos constituye uno de los resultados más significativos del estudio, directamente relacionado con su valor nutracéutico. La coloración Naranja intermedio del clon 106602-3 es un indicador inequívoco de una alta concentración de betacaroteno (Provitamina A), lo que lo clasifica como un camote biofortificado. Este hallazgo lo convierte en una opción prioritaria para la mejora nutricional, especialmente en zonas con riesgo de deficiencia de Vitamina A.

Por el contrario, el clon 194540-50 y la muestra acompañante, al presentar una pulpa Pálido amarillo, poseen un contenido de carotenoides significativamente menor. Aunque estos clones de coloración clara suelen tener una alta preferencia en el mercado por su sabor y versatilidad culinaria, su aporte a la ingesta de Provitamina A es limitado (Figura 5). Es importante destacar que la pigmentación de la pulpa es una característica genéticamente controlada y, al ser contrastada con la coloración de la piel (rojo púrpura en el caso de 106602-3, como se vio previamente), se confirma una estrategia de acumulación de pigmentos diferenciada en cada genotipo, lo que debe guiar la selección de clones según el objetivo del programa de mejoramiento (priorizar el rendimiento industrial o el valor nutricional).

La comparación entre los resultados de nuestro estudio y los del estudio (Lopez, 2007).-Revela coincidencias y fortalece la importancia del color de pulpa como descriptor discriminante en *Ipomoea batata*. Tras evaluar 106 introducciones de batata mediante análisis de progenitores y progenies, se estimaron parámetros genéticos como heredabilidad, correlaciones genéticas, fenotípicas y ambientales para múltiples rasgos cualitativos y cuantitativos En forma congruente, nuestro análisis de agrupamiento identificó grupos




definidos por el color de pulpa, lo que confirma su elevado poder discriminativo para separar conjuntos de genotipos.

Además, este estudio muestra que la colección de batata posee variabilidad genética que puede aprovecharse para selección y mejoramiento, nuestro hallazgo de clones con pulpa anaranjada o amarilla intensos (alto contenido de carotenoides) como el clon 106602-3 aporta evidencia de materiales valiosos para biofortificación; en tanto otros clones con pulpa crema o pálida responden a preferencias de consumo tradicional, como el caso del clon 194540-50. En ese sentido, nuestros resultados complementan los de (López, 2007), coinciden en que existe variabilidad significativa dentro del germoplasma y demuestran que dentro de dicha variabilidad es posible discriminar genotipos con alto valor nutracéutico frente a aquellos con rasgos preferidos comercialmente. Esta comparación refuerza la validez de usar el color de pulpa como descriptor clave para orientar la selección de clones según su destino productivo consumo fresco o mejora nutricional, y evidencia que los materiales de nuestra evaluación podrían ser útiles para programas de mejoramiento de batata bien encaminados hacia biofortificación

Figura

5

Color de la pulpa de la raíz

Pálido amarillo	Naranja intermedio	Pálido amarillo
		
Nutritivo	106602-3	194540-50

11.3. Rendimiento productivo para ser promovidos como una alternativa en los sistemas de producción

Las medidas de resumen para el rendimiento productivo mostraron una amplia variabilidad entre los clones evaluados. El clon 106478-3 presentó el menor rendimiento promedio (4.08 gr/planta) y el coeficiente de variación más alto (CV = 447.2), indicando una alta dispersión en sus datos. El clon 106980-2 también mostró un rendimiento bajo (10.08 gr/planta) con una elevada variabilidad (CV= 300).

En contraste, los clones 106602-3, Nutritivo y 195450-50 registraron los mayores valores promedio de rendimiento, con 175.23, 155.43 y 208.16 gr/planta, respectivamente. Entre ellos, el clon 195450-50 alcanzó el valor máximo observado (588.90 gr/planta), mientras que Nutritivo y 106602-3 presentaron coeficientes de variación moderados (57.32 y 73.54, respectivamente).

Estos resultados reflejan la existencia de diferencias marcadas en la productividad y estabilidad entre los materiales evaluados.

Tabla 2

Medidas de resumen para el rendimiento productivo (gr) de los clones evaluados

Tratamiento	n	Media	D.E	E.E	Cv	Mín	Máx
106478-3	20	4.08	18.25	4.08	447.21	0.00	81.63
106602-3	22	175.23	128.87	27.47	73.54	0.00	498.30
106980-2	9	10.08	30.23	10.08	300.00	0.00	90.70
195450-50	21	208.16	142.04	31.00	68.23	49.83	588.90
Nutritivo	29	155.43	89.09	16.54	57.32	49.83	498.30

El análisis de Kruskal Wallis mostró diferencias estadísticas significativas entre los clones evaluados para la variable rendimientos ($H = 57.20$; $gl = 4$; $p < 0.0001$) (Figura 6). Lo que indica que al menos uno de los tratamientos difiere en la distribución del rendimiento respecto a los clones evaluados

Al comparar los rangos promedios, se identificaron dos grupos estadísticos diferenciados: el grupo A asociado a los valores más bajos de rendimiento y el grupo B correspondiente a los clones con mayor rendimiento. En el grupo A se ubicaron los clones

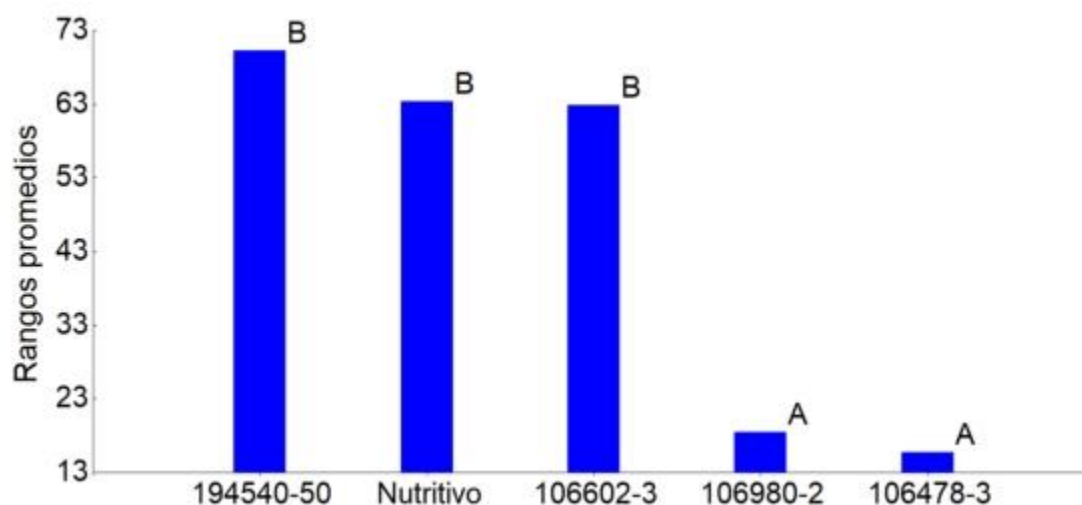
106478-3 y 106980-2 con rangos promedios de 15.68 de 18.44, respectivamente (Figura 6). Por su parte, el grupo B está conformado por los clones 106602-3 (62.55), Nutritivo (63.05) y 195450-50 (69.86), cuyos rangos promedio fueron significativamente superiores. Los clones del grupo B no presentaron diferencias estadísticas entre sí, pero mostraron rendimiento superior al de los clones del grupo A.

Se evidenciaron diferencias significativas en el rendimiento de los clones evaluados, lo que demuestra que el genotipo influye directamente en la producción del camote, esto coincide con la investigación utilizada para la comparación de rendimiento de tres clones avanzados de camote, donde algunos tratamientos alcanzaron rendimientos más altos (como el tratamiento 2 con 60.96 kg/tratamiento), mientras otros mostraron valores bajos. En ambos casos se agrupan en categorías de alto y bajo rendimiento, esto confirma que la variabilidad genética es un factor importante en la producción. La coincidencia de estos estudios confirma que el cultivo de camote no siempre sus rendimientos son uniformes entre clones o tratamientos aun cuando se manejan bajo las mismas condiciones, la investigación comparada presenta valores superiores a los obtenidos en el presente trabajo, lo cual puede relacionarse a las diferencias ambientales y el manejo del cultivo.

Esta comparación demuestra que los resultados obtenidos son coherentes con otras evaluaciones respaldando la validez del estudio e incentivando a seguir evaluando clones en distintas condiciones para evaluar aquellos con mayor estabilidad y mejor potencial productivo (Gaslac, 2019).

Figura 6

Rangos promedios en cinco clones evaluados. Letras iguales indican medias iguales ($P > 0.05$)



11.3.1. -Numero de tubérculos por clones evaluados

Las medidas de resumen para el numero de tubérculos por planta mostraron diferencias marcadas entre los clones evaluados. El clon 106602-3 presento el mayor promedio (6.95 tubérculos/planta) con un coeficiente de variación de (CV= 47.69), reflejando una producción superior y una variabilidad moderada. El clon Nutritivo, con un promedio de (4.55 tubérculos/planta) y un coeficiente de (CV= 54.00), evidenciando un comportamiento productivo consistente. De manera similar, el clon 194540-50 presento un promedio de (4.24 tubérculos/planta) y el coeficiente bajo del grupo (CV= 37.24), indicando una mayor estabilidad en sus datos.

En los valores más reducidos se ubicaron los clones 106980-2 y 106478-3, con promedios de (0.33 y 0.55 tubérculos/planta) respectivamente. Ambos presentaron coeficientes de variación elevados (300 y 447.21), lo que revela una alta dispersión y poca uniformidad en la producción de tubérculos.

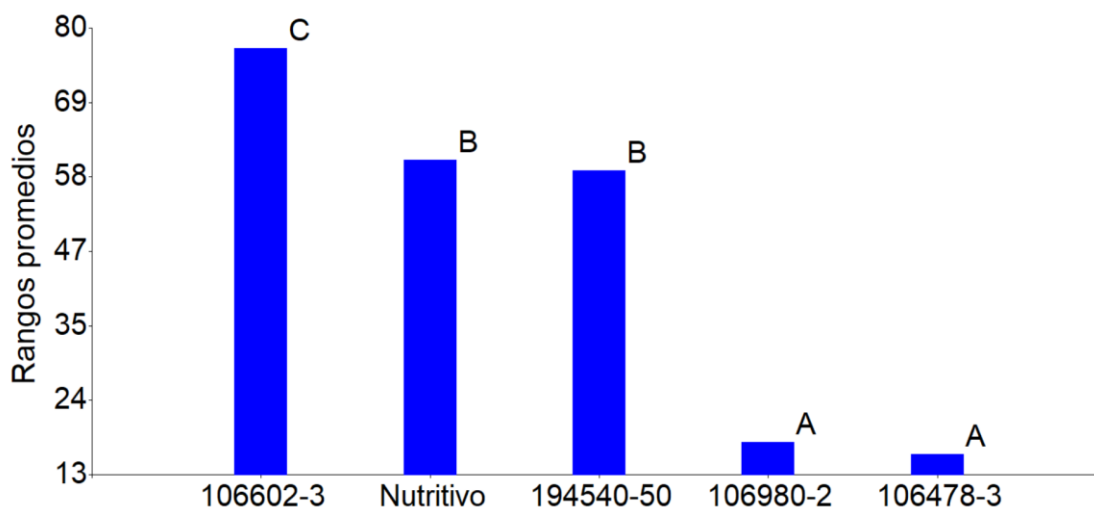
Estos resultados reflejan diferencias claras en la capacidad de tuberización entre los clones evaluados, permitiendo identificar materiales con mayor potencial y consistencias en campo.

Tabla 3

Medidas de resumen para el número de tubérculos por planta y clones evaluados

Tratamiento	n	Media	D.E	E.E	Cv	Mín	Máx
106478-3	20	0.15	0.67	0.15	447.21	0.00	3.00
106602-3	22	6.95	3.32	0.71	47.69	0.00	13.00
106980-2	9	0.33	1.00	0.33	300.00	0.00	3.00
194540-50	21	4.24	1.58	0.34	37.24	2.00	8.00
Nutritivo	29	4.55	2.46	0.46	54.00	1.00	11.00

Rangos promedios por clones evaluados. Letras iguales indican medias iguales ($P > 0.05$)



La comprobación de la hipótesis permitió determinar que la hipótesis nula (H_0) se rechazó debido a que el estudio se percibe que los clones no presentaron el mismo comportamiento en sobrevivencia, características morfológicas ni rendimiento. Cada clon respondió de manera diferente a las condiciones de campo abierto, evidenciando variaciones en la forma y estructura de la planta, también en la cantidad de tubérculos producidos. Por lo tanto, se aceptó la hipótesis alterna (H_1), ya que al menos uno de los clones mostró diferencias significativas claras y mejor desempeño en comparación a los demás clones, esto confirma que cada clon responde distinto en campo abierto.

12. Conclusiones

- ✓ La evaluación del comportamiento agronómico y productivo de los cinco clones de camote (*Ipomoea batata*) bajo condiciones de campo abierto, permitió la identificación de variaciones significativas en la sobrevivencia, las características morfológicas y el rendimiento entre los clones evaluados. Los análisis demostraron que algunos clones expresaron una mayor capacidad de adaptación, evidenciada en mejores tasas de sobrevivencia y un desarrollo morfológico más favorable, mientras que otros presentaron un desempeño inferior. Asimismo, las diferencias productivas observadas confirmaron la existencia de clones con mayor potencial de rendimientos bajo las condiciones agroecológicas del sitio.
- ✓ La evaluación de la sobrevivencia de los clones de camote en las condiciones de campo abierto permitió identificar diferencias marcadas en la capacidad de adaptación de cada tratamiento. El clon testigo Nutritivo, junto con los clones 106602-3 y 194540-5, mostró un comportamiento más favorable frente a las condiciones ambientales del sitio, destacando por su mayor estabilidad durante la etapa de establecimiento. Esta respuesta sugiere que dichos clones poseen una mejor integración fisiológica y morfológica para enfrentar factores como la radiación solar directa, la disponibilidad hídrica y la variabilidad del suelo.
- ✓ La caracterización de los clones de camote evidencio una notable diversidad morfológica que refleja su variabilidad genética. En las hojas se identificaron formas lobuladas, triangulares y acorazonadas, mientras que las raíces mostraron categorías oblongo alargado, elíptico alargado e irregular alargado, destacando diferencias en robustez, simetría y uniformidad. El color de la piel de los tubérculos presento tonalidades crema, rojo purpura intensa y crema con rosa, y el color de la pulpa mostro variación entre naranja intermedio, indicador de alto contenido de betacaroteno, y pálido amarillo con menos aporte nutricional pero buena aceptación de mercado. Estas características permiten diferenciar los clones y orientar su selección según criterios agronómicos.
- ✓ El análisis de rendimiento productivo de los clones de camote reveló diferencias significativas entre los materiales evaluados, destacando a los clones 106602-3, Nutritivo y 194540-50 por su mayor rendimiento y peso de tubérculos. Estos clones

mostraron un desempeño superior a los demás, reflejando su capacidad para establecerse y producir eficientemente en condiciones de campo abierto. En cambio, otros clones presentaron rendimientos menores, lo que evidencia la variabilidad genética y diferencias en su potencial productivo. La identificación de los clones con mayor productividad permite seleccionar materiales adecuados para su promoción en sistemas de producción.

13. Recomendaciones

- ✓ De los resultados obtenidos en la evaluación agronómica de los cuatro clones de camote (*Ipomoea batata*) en la Estación Experimental el limón, se presentan las siguientes recomendaciones. Estas recomendaciones pretenden fortalecer la tecnificación del cultivo de camote, mejorar la adaptación y el rendimiento.
- ✓ Difundir información técnica actualizada a los productores sobre densidad de siembra, control de maleza, fertilización, manejo de plagas y enfermedades, debido a que la falta de información por y de conocimiento por parte de los productores afecta la productividad del cultivo de camote.
- ✓ Continuar con la validación de clones en diferentes zonas del país, ya que esta investigación se realizó en una localidad, y los resultados pueden variar en otros tipos de suelo y clima.
- ✓ Ampliar el periodo del estudio, ya que la investigación actual no permite evaluar el comportamiento del cultivo de camote a largo plazo.
- ✓ Incentivar a los productores a cultivar camote ya que requiere poca inversión, esto lo convierte en una alternativa ideal para pequeños y medianos productores que buscan cultivos rentables sin altos gastos.
- ✓ Extender la evaluación del cultivo de camote en diferentes ciclos agrícolas y diferentes para tener buenos resultados explotables y confiables tipos de suelos, sugiriendo repetir en distintas épocas del año variando humedad y temperatura.
- ✓ Seguir fomentando alianzas entre el INTA e universidades para que trabajen de la mano en estudio de variedades, manejo agronómico, tolerancia a plagas y análisis económico del cultivo de camote.
- ✓ Un alto porcentaje de sobrevivencia no asegura mas tubérculos; se deben evaluar también indicadores productivos.
- ✓ Aportar Nitrógeno, fosforo y potasio en proporciones adecuadas para lograr buen crecimiento y formación de tubérculos.

14. Referencias

- AGROSAVIA. (24 de Septiembre de 2024). <https://www.agrosavia.co/noticias/clonar-plantas-no-es-modificar-gen%C3%A9ticamente>
- Aguilar Brenes, E. (28 de Octubre de 2021). *platicar.go.cr*. https://www.platicar.go.cr/images/buscador/documents/pdf/2021/Manual_Camote_min_ed.pdf
- Aguilar, B. E. (28 de Octubre de 2021). *platicar.go.cr*. https://www.platicar.go.cr/images/buscador/documents/pdf/2021/Manual_Camote_min_ed.pdf
- Arnold, F. L. (2019). *Repositorio UNJFSC*. <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/3277/FLORES%20LAZARO%20ARNOLD.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Barb, J., Mahama, A., & Suza, W. (2023). [https://iastate.pressbooks.pub/cropimprovement/chapter/sweetpotato-breeding/#:~:text=Esquema%20B%C3%A1sico%20de%20Mejoramiento%20del%20Camote&text=3\)%20suele%20implicar%20uno%20o,la%20Universidad%20Estatal%20de%20Iowa](https://iastate.pressbooks.pub/cropimprovement/chapter/sweetpotato-breeding/#:~:text=Esquema%20B%C3%A1sico%20de%20Mejoramiento%20del%20Camote&text=3)%20suele%20implicar%20uno%20o,la%20Universidad%20Estatal%20de%20Iowa).
- Basurto, F., Martínez, D., Rodríguez, T., Evangelista, V., Mendoza, M., Castro, D., . . . Vaylon, V. (23 de Febrero de 2016). *Biblat-Bibliografía latinoamericana*. <https://biblat.unam.mx/hevila/Agroproductividad/2015/vol8/no1/5.pdf>
- Bonilla Murillo, J. (Enero de 2009). *CENIDA UNA*. <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01B715.pdf>
- Bonilla, M. J. (Enero de 2009). *CENIDA UNA*. <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01B715.pdf>
- Cantoral Quispe, E., Chavez Cabrera, A., & Flores Lazaro, A. (18 de Febrero de 2020). *Scientia Agropecuaria*. <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v11n1/2077-9917-agro-11-01-00039.pdf>

- Cobeña Ruiz, G., Ortiz Dueñas, X., Zambrano Zambrano, E., & Ruilova Narváez, F. (18 de Junio de 2024). *Repositorio Digital INIAP*.
<https://repositorio.iniap.gob.ec/items/2f724d60-3d59-48c7-8490-b99693d7a151>
- Cobeña Ruiz, G., Ortiz Dueñas, X., Duicela Guambi,, L., Zambrano Zambrano, E., & Ruilova Narváez, F. (Junio de 2024). *Repositorio.iniap.gob.ec*.
<https://repositorio.iniap.gob.ec/items/155e2528-cb93-4b1c-8d9c-b7fb4f2ba2ea#:~:text=Abstract,e%20inocuidad%20de%20los%20camotes>.
- CULQUI GASLAC, C. (26 de Agosto de 2019). *repositorio.lamolina*.
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/server/api/core/bitstreams/3bb021d3-78b3-42f2-93d3-d56ced448aa8/content>
- Flores , A. L. (5 de Agosto de 2019). *Repositorio.unjfsc.edu*.
<https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/3277/FLORES%20LAZARO%20ARNOLD.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Flores Lazaro, A. (5 de Agosto de 2019). *Repositorio.unjfsc.edu*.
<https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/3277/FLORES%20LAZARO%20ARNOLD.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gonzalez, W. M., Morales , K. O., & Valdivia , W. D. (17 de Febrero de 2020). *Repositorio de la UNAN MANAGUA* .
<https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/13065/1/20072.pdf>
- Gonzalez, W. M., Morales, K. O., & Valdivia, W. D. (17 de 02 de 2020). *Repositorio de la UNAN MANAGUA* . <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/13065/1/20072.pdf>
- Guillermo, R. M., & Miguel, P. M. (Mayo de 2004). *CENIDA UNA*.
<https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf30r243.pdf>
- Lopez Montes, A. (31 de Enero de 2007). *Repositorio.catie.ac*.
https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4746/Descripcion_sistemica.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- MEFCCA. (28 de Febrero de 2023).
<https://www.economiafamiliar.gob.ni/backend/vistas/doc/cartilla/documento6603475.pdf>

- MEFCCA. (28 de Febrero de 2023). <https://www.economiafamiliar.gob.ni/backend/vistas/doc/cartilla/documento6603475.pdf>
- Quispe, A. (5 de Mayo de 2017). *Ciencia y Desarrollo. Universidad Alas Peruanas*. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/78338046/1378-libre.pdf?1641612696=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DAdaptacion_y_rendimiento_de_20_clones_de.pdf&Expires=1760589837&Signature=JqFmy-PP~EbKgYOZIJ6j7hTseqUO5HrBJkwP2ad2rCYxNw1P6br6z08xV
- Raudez Mayorga , G., & Poveda Meza , M. (Mayo de 2004). *repositorio.una.edu.ni*. <https://repositorio.una.edu.ni/1885/1/tnf30r243.pdf>
- Raudez, M. ,, & Poveda Meza, M. (Mayo de 2004). *CENIDA UNA*. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf30r243.pdf>
- Raudez, Mayorga , G., & Poveda, Meza, M. (Mayo de 2004). *CENIDA UNA* . <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf30r243.pdf>
- Rodriguez Soto , G., & Valverdes Reyes , N. (10 de Enero de 2017). *revistas.unasam*. https://revistas.unasam.edu.pe/index.php/Aporte_Santiaguino/article/view/185/576
- Salas Murrugarra, E. D. (2002). *Repositorio.lamolina*. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/server/api/core/bitstreams/1c22f888-626d-46ce-9aa8-cb32d2cf992f/content>
- Tovar, A. (19 de Septiembre de 2020). <https://es.scribd.com/document/476692500/El-origen-del-camote-ha-sido-dilucidado>
- Vidal , A., Zaucedo-Zuñiga, A. L., & Ramos-García, M. D. (10 de Diciembre de 2018). [https://www.redalyc.org/journal/813/81357541001/html/#:~:text=Las%20flores%20est%C3%A1n%20agrupadas%20en%20inflorescencias%20\(p%C3%BArpura%20o%20scuro%20\(%20Cusumano%20y%20Zamudio%2C%202013\).](https://www.redalyc.org/journal/813/81357541001/html/#:~:text=Las%20flores%20est%C3%A1n%20agrupadas%20en%20inflorescencias%20(p%C3%BArpura%20o%20scuro%20(%20Cusumano%20y%20Zamudio%2C%202013).)

15. Anexo

Anexo A. Hoja de registro de datos en campo

N.º	Tratamiento	No tubérculos/planta	Peso Total	Contorno de la hoja	Forma de la raíz	Color de la piel de la raíz y secundario	Color de la pulpa de la raíz	Rendimiento

Anexo B. Salidas de infoStat para la prueba Kruskal Wallis

InfoStat/L - 1_Rendimiento - [Resultados]

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventanas Aplicaciones Ayuda

C:\Users\cur-0\OneDrive - UNAN-Managua\1_Rendimiento : 25/11/2025 - 15:17:22 - [Versión : 30/4/2020]

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	gl	C	H	p
Nº tubérculos/planta	106478-3	20	0.15	0.67	0.00	15.98	4	0.97	61.78	<0.0001
Nº tubérculos/planta	106602-3	22	6.95	3.32	7.00	77.02				
Nº tubérculos/planta	106980-2	9	0.33	1.00	0.00	17.78				
Nº tubérculos/planta	194540-50	21	4.24	1.58	4.00	58.67				
Nº tubérculos/planta	Nutritivo	29	4.55	2.46	4.00	60.17				

Trat.	Ranks
106478-3	15.98 A
106980-2	17.78 A
194540-50	58.67 B
Nutritivo	60.17 B
106602-3	77.02 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

InfoStat/L - 1_Rendimiento - [Resultados]

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventanas Aplicaciones Ayuda

C:\Users\cur-0\OneDrive - UNAN-Managua\1_Rendimiento : 25/11/2025 - 14:07:10 - [Versión : 30/4/2020]

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	gl	C	H	p
Rendimiento	106478-3	20	4.08	18.25	0.00	15.68	4	0.97	57.20	<0.0001
Rendimiento	106602-3	22	175.23	128.87	135.90	62.55				
Rendimiento	106980-2	9	10.08	30.23	0.00	18.44				
Rendimiento	194540-50	21	208.16	142.04	181.20	69.86				
Rendimiento	Nutritivo	29	155.43	89.09	135.90	63.05				

Trat.	Ranks
106478-3	15.68 A
106980-2	18.44 A
106602-3	62.55 B
Nutritivo	63.05 B
194540-50	69.86 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo C

Preparación del terreno



Aporque del cultivo



Fertilización



Cosecha del cultivo





¡Universidad del Pueblo y para el Pueblo!



