



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



Universidad Nacional "San Luis Gonzaga"
Facultad de Agronomía
Dirección Unidad de Investigación
"Fundo Arrabales" Altura Km 299 Panam. Sur
Teléf.:056-257444 Anexo 25
Ica – Perú



CONSTANCIA DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD 2026

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

Efecto de tres sistemas de preparación del suelo sobre las características morfoproductivas del cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad "Maleña" en Chincha Alta, Ica.

Presentado por:

ROJAS ANGULO MASSIEL ELIZABETH

Graduado del nivel Pregrado de la Facultad de Agronomía. El resultado obtenido es 02% de similitud (Dos por ciento de similitud) por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO

Según Reglamento para la evaluación de la originalidad de los documentos de investigación, aprobado con Resolución Rectoral N° 1668-R-UNICA-2020 – (18.1 La Universidad considera como original al documento de investigación que presenta un porcentaje de similitud menor o igual al veinte por ciento (20%) con textos de otros autores, según el informe automatizado de originalidad del programa informático adoptado por la Universidad.)

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Observaciones:

- Se analizó la **TESIS** mediante el programa informático iThenticate.
- Se consideró la exclusión de cadenas sintácticas de **40 palabras**, se adjunta pantallazo de la exclusión.

(15.5 La exclusión de cadenas sintácticas cortas procede para evitar que, frases habituales o de conexión, sean reportadas como similitudes. La longitud de las cadenas excluidas no debe superar las cuarenta (40) palabras y debe adecuarse a las características de la disciplina a la que corresponde el documento evaluado, además debe constar en el informe los criterios de exclusión utilizados).

Ica, 05 de mayo del 2026.

.....
Dr. FELIX GUILLERMO FUENTES QUIJANDRIA
Director de la Unidad de Investigación
Facultad de Agronomía

.....
CARMINA PAOLA DONAYRE ESPINOZA
Operador del Programa Informático iThenticate

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN.
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Efecto de tres sistemas de preparación del suelo sobre las características morfoproductivas del cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad “Maleña” en Chincha Alta, Ica

Línea de Investigación: Ciencias Naturales, Ingeniería y Tecnologías Sostenibles

INFORME FINAL DE TESIS

PRESENTADO POR:

ROJAS ANGULO MASSIEL ELIZABETH

Ica, Perú

2026

DEDICATORIA

A DIOS:

Por ser mi guía constante y la luz que ha iluminado cada etapa de este camino académico. Por concederme la fortaleza en los momentos de dificultad, la sabiduría necesaria para perseverar y la paz interior que me permitió no rendirme ante los desafíos, haciendo posible la culminación de este trabajo.

A MIS PADRES

A mi madre Nelly Yolanda, por su amor inmenso, su sacrificio silencioso y su fortaleza inagotable, así como por acompañarme con sus palabras, sus oraciones y su cariño en cada etapa de este camino. A mi padre Yvan Andrés, por inculcarme desde siempre la perseverancia, el valor del esfuerzo y la importancia de la humildad, brindándome su apoyo constante y su guía paciente, y enseñándome con su ejemplo que los sueños se alcanzan con dedicación y trabajo constante.

A MI HERMANO

Por ser un apoyo leal y constante, por acompañarme en cada etapa de mi vida y brindarme siempre su confianza y aliento. Tu presencia ha sido un sostén invaluable que valoro y agradezco profundamente.

A MI ESPOSO

Por caminar a mi lado con amor, paciencia y comprensión incondicional. Gracias por creer en mí, por impulsarme a seguir adelante en los momentos más desafiantes y por compartir conmigo cada sacrificio y cada logro a lo largo de este camino, siendo un apoyo fundamental en la culminación de este sueño.

A MI HIJO

mi mayor motivo y mi inspiración más pura, por recordarme cada día que todo esfuerzo vale la pena cuando se hace por amor. Este logro también es para ti, con la esperanza de que algún día sea un ejemplo de constancia y dedicación.

Massiel Elizabeth Rojas Angulo

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional San Luis Gonzaga, por acogerme en sus aulas y brindarme una formación académica sólida y de calidad. Expreso mi más sincero agradecimiento a esta prestigiosa casa de estudios por contribuir de manera significativa a mi desarrollo profesional y académico.

A los docentes de la Facultad de Agronomía, por compartir generosamente sus conocimientos, experiencia y vocación por la agronomía. Gracias por su exigencia académica, su orientación constante y su dedicación en la formación profesional

Al Dr. Jorge Luis Magallanes Magallanes, mi asesor, por su valiosa orientación, paciencia y dedicación constante a lo largo de todo el proceso de investigación. Sus cualidades humanas, profesionalismo y rigor académico fueron pilares fundamentales que hicieron posible la culminación exitosa de este trabajo.

A mis compañeros, por las jornadas de trabajo compartidas, el valioso intercambio de ideas y la amistad forjada tanto en las aulas como en el campo.

A todas aquellas personas que, de manera directa o indirecta, contribuyeron a este proceso, les expreso mi más sincero y profundo agradecimiento por su apoyo, colaboración y aliento a lo largo del desarrollo de esta investigación.

Este logro es tanto mío como de ustedes.

Massiel Elizabeth Rojas Angulo

INDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	Pág.
Caratula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Índice de contenidos	iv
Resumen	ix
Abstract	x
I : INTRODUCCIÓN.	1
1.1 Descripción de la realidad problemática	2
1.2 Planteamiento del problema	3
1.3 Formulación del problema	3
1.4 Antecedentes	4
1.5 Justificación e importancia de la investigación	6
1.6 Hipótesis	8
1.7 Objetivos.	9
II : ESTRATEGIA METODOLOGICA	10
2.1 Ubicación del experimento	10
2.2 Tipo, nivel y diseño de la investigación	11
2.3 Población y Muestra	12
2.4 Tratamientos en estudio	12
2.5 Condiciones meteorológicas	14
2.6 Caracterización físico-mecánica y química del suelo	15
2.7 Metodología de aplicación de los tratamientos	16
2.6 Conducción del experimento	17
2.7 Técnicas de recolección de datos	21
2.8 Instrumentos de recolección de datos	22
2.9 Técnicas y procesamiento de datos	22
2.10 variables de la investigación	23
III : RESULTADOS	24
IV : DISCUSIÓN	34
V : CONCLUSIONES	40
VI : RECOMENDACIONES	41
VII : REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	42
VIII : ANEXOS	45

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tratamientos en estudio	12
Tabla 2. Condiciones meteorológicas de agosto 2023 a abril 2024	14
Tabla 3. Análisis físico – mecánico del suelo para el cultivo de yuca variedad Maleña 2023 - 2024	15
Tabla 4. Análisis químico del suelo para el cultivo de yuca variedad Maleña 2023 - 2024	16
Tabla 5. Malezas más frecuentes encontradas	19
Tabla 6. Cronograma de riego utilizado en el cultivo de yuca en Chincha alta 2023-2024	20
Tabla 7. Análisis de varianza de la altura de planta en el efecto de tres sistemas de preparación de suelo sobre las características morfoproductivas del cultivo de yuca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz) variedad Maleña en Chincha Alta, Ica	24
Tabla 8. Prueba de rango múltiple de Duncan en el efecto de tres sistemas de preparación del suelo sobre las características morfoproductivas del cultivo de la yuca (<i>Manihot esculenta</i> crantz) variedad “Maleña” en Chincha Alta, Ica	24
Tabla 9. Análisis de varianza del número de hojas por planta en el efecto de tres sistemas de preparación de suelo sobre las características morfoproductivas del cultivo de yuca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz) variedad Maleña en Chincha Alta, Ica	25
Tabla 10. Prueba de rango múltiple de Duncan del número de hojas por planta en el efecto de tres sistemas de preparación de suelo sobre las características morfoproductivas del cultivo de yuca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz) variedad Maleña en Chincha Alta, Ica	25
Tabla 11. Análisis de varianza del diámetro de tallo en el efecto de tres sistemas de preparación de suelo sobre las características morfoproductivas del cultivo de yuca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz) variedad Maleña en Chincha Alta, Ica	26
Tabla 12. Prueba de rango múltiple de Duncan del diámetro de tallo en el efecto de tres sistemas de preparación de suelo sobre las características	26

morfoproductivas del cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz)
variedad Maleña en Chincha Alta, Ica

Tabla 13.	Análisis de varianza del largo de raíz en el efecto de tres sistemas de preparación de suelo sobre las características morfoproductivas del cultivo de yuca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz) variedad Maleña en Chincha Alta, Ica	27
Tabla 14.	Prueba de rango múltiple de Duncan del largo de raíz en el efecto de tres sistemas de preparación de suelo sobre las características morfoproductivas del cultivo de yuca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz) variedad Maleña en Chincha Alta, Ica	27
Tabla 15.	Análisis de varianza del diámetro de raíz en el efecto de tres sistemas de preparación de suelo sobre las características morfoproductivas del cultivo de yuca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz) variedad Maleña en Chincha Alta, Ica	28
Tabla 16.	Prueba de rango múltiple del diámetro de raíz en el efecto de tres sistemas de preparación de suelo sobre las características morfoproductivas del cultivo de yuca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz) variedad Maleña en Chincha Alta, Ica	28
Tabla 17.	Análisis de varianza del peso de raíz comercial en el efecto de tres sistemas de preparación de suelo sobre las características morfoproductivas del cultivo de yuca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz) variedad Maleña en Chincha Alta, Ica	29
Tabla 18.	Prueba de rango múltiple de Duncan del peso de raíz comercial en el efecto de tres sistemas de preparación de suelo sobre las características morfoproductivas del cultivo de yuca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz) variedad Maleña en Chincha Alta, Ica	29
Tabla 19.	Análisis de varianza del peso de raíz no comercial en el efecto de tres sistemas de preparación de suelo sobre las características morfoproductivas del cultivo de yuca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz) variedad Maleña en Chincha Alta, Ica	30
Tabla 20.	Prueba de rango múltiple de Duncan de peso de raíz no comercial en el efecto de tres sistemas de preparación de suelo sobre las características morfoproductivas del cultivo de yuca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz) variedad Maleña en Chincha Alta, Ica	30
Tabla 21.	Análisis de varianza del número de raíces por planta en el efecto de tres sistemas de preparación de suelo sobre las características morfoproductivas del cultivo de yuca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz) variedad Maleña en Chincha Alta, Ica	31

Tabla 22.	Prueba de rango múltiple de Duncan del número de raíces por planta en el efecto de tres sistemas de preparación de suelo sobre las características morfoproductivas del cultivo de yuca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz) variedad Maleña en Chincha Alta, Ica	31
Tabla 23.	Análisis de varianza del rendimiento total de raíces en el efecto de tres sistemas de preparación de suelo sobre las características morfoproductivas del cultivo de yuca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz) variedad Maleña en Chincha Alta, Ica	32
Tabla 24.	Prueba de rango múltiple de Duncan del rendimiento total de raíces en el efecto de tres sistemas de preparación de suelo sobre las características morfoproductivas del cultivo de yuca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz) variedad Maleña en Chincha Alta, Ica	32

INDICE DE FIGURAS

	Pág.,
Figura 1. Ubicación del campo experimental	11
Figura 2. Croquis experimental	13
Figura 3. Rendimiento total de raíces por tratamiento	33
Figura 4. Calicata para la toma de muestra de suelo	
Figura 5. Tallos para sacar esquejes de yuca	
Figura 6. Desinfectantes para los esquejes	
Figura 7. Siembra de esquejes	
Figura 8. Desarrollo del cultivo en el tratamiento T2	
Figura 9. Desarrollo del cultivo en el tratamiento T1	
Figura 10. Desarrollo del cultivo en el tratamiento T3	
Figura 11. Desarrollo del cultivo de yuca variedad “Maleña” en Chíncha Alta	
Figura 12. Cosecha de raíces del tratamiento T3	
Figura 13. Raíces del tratamiento T3	
Figura 14. Medida del diámetro de raíz	
Figura 15. Raíces del tratamiento T2	
Figura 16. Cosecha de raíces de yuca	
Figura 17. Riego del cultivo de yuca	

RESUMEN

El estudio se desarrolló bajo un diseño experimental en bloques completos al azar, considerando cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Se evaluaron variables morfológicas como altura de planta, número de hojas y diámetro de tallo, así como variables productivas que incluyeron largo y diámetro de raíz, peso de raíces comerciales y no comerciales, número de raíces por planta y rendimiento total de raíces. Los resultados del análisis de varianza evidenciaron diferencias estadísticas significativas entre los sistemas de preparación del suelo para la mayoría de las variables evaluadas. Los tratamientos correspondientes al T3, T1 y T2 mostraron mejores respuestas en el rendimiento total de raíces con 37.80, 36.75 y 32.81 t/ha, destacándose mayores número de raíces por planta el tratamiento T3 con 9.25 raíces. En contraste, el tratamiento T4 presentó menor rendimiento total de raíces con 27.04 t/ha y una mayor proporción de raíces no comerciales con 1.38 raíces, lo que evidencia un manejo del suelo menos eficiente. Se concluye que la preparación del suelo constituye un factor determinante en la expresión de las características morfoproductivas del cultivo de la yuca, influyendo directamente en su productividad y calidad. Por lo tanto, la adopción de sistemas adecuados de preparación del suelo resulta fundamental para optimizar el rendimiento del cultivo de yuca variedad *Maleña* en la zona de Chincha Alta, Ica.

Palabras clave: yuca, preparación del suelo, rendimiento, raíces.

ABSTRACT

The study was conducted under a randomized complete block experimental design, considering four treatments and four replications. Morphological variables such as plant height, number of leaves, and stem diameter were evaluated, as well as productive variables including root length and diameter, weight of commercial and non-commercial roots, number of roots per plant, and total root yield. The results of the analysis of variance showed statistically significant differences among soil preparation systems for most of the variables evaluated. Treatments T3, T1, and T2 showed better responses in total root yield, with 37.80, 36.75, and 32.81 t/ha, respectively, with treatment T3 standing out for having the highest number of roots per plant (9.25 roots). In contrast, treatment T4 presented the lowest total root yield with 27.04 t/ha and a higher proportion of non-commercial roots (1.38 roots), indicating less efficient soil management. It is concluded that soil preparation is a determining factor in the expression of the morpho-productive characteristics of cassava, directly influencing its productivity and quality. Therefore, the adoption of appropriate soil preparation systems is essential to optimize the yield of the cassava cultivar Maleña in the Chincha Alta area, Ica.

Keywords: cassava, soil preparation, yield, roots.

I. INTRODUCCIÓN

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es un cultivo de amplia importancia a nivel mundial debido a su elevada capacidad de adaptación a diferentes condiciones edafoclimáticas, su tolerancia relativa a la sequía y su eficiencia en el uso de nutrientes del suelo. Estas características han permitido que la yuca se constituya en una fuente estratégica de carbohidratos para la seguridad alimentaria, especialmente en países en vías de desarrollo. Además, el cultivo presenta múltiples usos, tanto para el consumo humano directo como para la agroindustria, la alimentación animal y la producción de subproductos, lo que incrementa su valor económico y su demanda en los mercados locales y regionales.

En el Perú, la yuca ocupa un lugar relevante dentro de los cultivos alimenticios, siendo producida principalmente en la región amazónica y, en menor escala, en zonas de la costa, donde representa una alternativa productiva viable bajo sistemas de riego. En la región Ica, particularmente en la provincia de Chincha Alta, el cultivo de yuca variedad “Maleña” ha mostrado una buena adaptación a las condiciones locales, destacándose por su aceptable rendimiento, calidad de raíces y preferencia por parte de los productores y consumidores. No obstante, la productividad del cultivo en esta zona se ve influenciada por factores edáficos y de manejo agronómico, entre los cuales la preparación del suelo cumple un rol determinante.

La preparación del suelo constituye una práctica agrícola fundamental, ya que permite crear condiciones físicas adecuadas para la germinación, el desarrollo del sistema radicular y la formación de las raíces tuberosas, que representan el principal órgano de interés económico del cultivo de la yuca. Sistemas inadecuados de preparación del suelo pueden generar compactación, deficiente aireación, baja infiltración de agua y limitaciones en la absorción de nutrientes, afectando negativamente el crecimiento vegetativo y el rendimiento final. Por el contrario, una preparación del suelo apropiada contribuye a mejorar la estructura del suelo, favorecer el desarrollo radicular y optimizar la eficiencia del uso del agua y los fertilizantes.

En las zonas costeras del sur del Perú, como Chincha Alta, los suelos agrícolas presentan generalmente texturas medias a pesadas, con problemas de compactación y baja materia orgánica, lo que hace necesario evaluar alternativas de preparación del suelo que permitan mejorar sus propiedades físicas y, en consecuencia, el desempeño del cultivo. Sin embargo, en la práctica agrícola local, la elección del sistema de preparación del suelo suele basarse en la disponibilidad de maquinaria o en la experiencia empírica del agricultor, sin contar con suficiente información técnica que respalde la adopción de un sistema específico para el cultivo de la yuca.

Diversos estudios señalan que los sistemas de preparación del suelo, tales como la labranza convencional, la labranza reducida y la labranza mínima, pueden generar respuestas diferenciadas en las características morfológicas y productivas de los cultivos, influyendo en variables como

altura de planta, número de tallos, diámetro de raíces, número de raíces comerciales y rendimiento por unidad de área. No obstante, existe una limitada información científica a nivel local que evalúe comparativamente estos sistemas en el cultivo de yuca, especialmente en relación con la variedad “Maleña” y bajo las condiciones edafoclimáticas propias de Chíncha Alta.

En este contexto, se hace necesario generar información experimental que permita determinar el efecto de distintos sistemas de preparación del suelo sobre las características morfoproductiva del cultivo de la yuca, con el propósito de identificar prácticas agronómicas que contribuyan a mejorar la productividad, sostenibilidad y rentabilidad del cultivo. Por ello, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de tres sistemas de preparación del suelo sobre las características morfoproductivas del cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad “Maleña” en Chíncha Alta, Ica, aportando resultados que sirvan como base técnica para la toma de decisiones en el manejo del cultivo y el fortalecimiento de la agricultura local.

1.1 Descripción de la realidad problemática

En la provincia de Chíncha Alta, región Ica, el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) constituye una alternativa productiva importante para los agricultores locales, debido a su adaptación a las condiciones climáticas de la zona y a su demanda en los mercados regionales. Sin embargo, a pesar de su potencial productivo, los rendimientos obtenidos en campo suelen ser variables y, en muchos casos, inferiores a los esperados, lo que limita la rentabilidad del cultivo y afecta la sostenibilidad de los sistemas de producción agrícola.

Una de las principales causas de esta problemática está asociada al manejo inadecuado del suelo, particularmente a la elección y aplicación de los sistemas de preparación del suelo. En Chíncha Alta, los suelos agrícolas presentan características que pueden restringir el desarrollo del cultivo, tales como compactación, baja porosidad, limitada capacidad de retención de humedad y reducido contenido de materia orgánica. Estas condiciones físicas del suelo afectan directamente el crecimiento del sistema radicular de la yuca y la formación de raíces tuberosas, disminuyendo el rendimiento y la calidad del producto cosechado.

En la práctica agrícola local, los productores suelen emplear sistemas de preparación del suelo de manera empírica, basándose principalmente en la disponibilidad de maquinaria agrícola o en prácticas tradicionales heredadas, sin contar con información técnica suficiente que permita seleccionar el sistema más adecuado para el cultivo de la yuca y las condiciones edafoclimáticas específicas de la zona. Esta situación genera un uso poco eficiente de los recursos, mayores costos de producción y, en algunos casos, un deterioro progresivo de las propiedades físicas del suelo. Asimismo, la falta de estudios locales que evalúen comparativamente el efecto de diferentes sistemas de preparación del suelo sobre las características morfoproductiva de la yuca, especialmente de la variedad “Maleña”, dificulta la toma de decisiones técnicas fundamentadas. La ausencia de información experimental limita la adopción de prácticas agronómicas que

optimicen el desarrollo vegetativo, la formación de raíces comerciales y el rendimiento por unidad de área, contribuyendo a la persistencia de bajos niveles de productividad en el cultivo.

Por tanto, la realidad problemática del cultivo de la yuca en Chíncha Alta se caracteriza por la existencia de rendimientos variables y subóptimos, asociados principalmente a un manejo inadecuado del suelo y a la falta de información científica local sobre el impacto de los sistemas de preparación del suelo. Esta situación evidencia la necesidad de realizar investigaciones que permitan evaluar y comparar distintos sistemas de preparación del suelo, con el fin de generar conocimientos técnicos que contribuyan a mejorar las características morfoproductivas del cultivo y fortalecer la productividad agrícola de la zona.

1.2 Planteamiento del problema

En la provincia de Chíncha Alta, región Ica, el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad “Maleña” presenta rendimientos variables y, en muchos casos, inferiores a su potencial productivo, lo que afecta la rentabilidad del cultivo. Esta situación está asociada principalmente al manejo inadecuado del suelo, en especial a la aplicación empírica de sistemas de preparación que no consideran las condiciones edafoclimáticas de la zona.

Los suelos agrícolas de Chíncha Alta presentan problemas de compactación, baja porosidad y limitada retención de humedad, factores que restringen el desarrollo radicular y la formación de raíces tuberosas de la yuca. La falta de información científica local que evalúe el efecto de distintos sistemas de preparación del suelo sobre las características morfoproductivas del cultivo limita la adopción de prácticas agronómicas eficientes. Ante esta realidad, se plantea la necesidad de evaluar el efecto de tres sistemas de preparación del suelo sobre las características morfoproductivas del cultivo de la yuca variedad “Maleña” en Chíncha Alta, Ica.

1.3 Formulación del problema

1.3.1 Problema general

¿De qué manera los tres sistemas de preparación del suelo influyen en las características morfoproductivas del cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad “Maleña” en Chíncha Alta, Ica?

1.3.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es el efecto de los sistemas de preparación del suelo sobre las características morfológicas del cultivo de la yuca variedad “Maleña” en Chíncha Alta, Ica?
- ¿Cómo influyen los sistemas de preparación del suelo en las características productivas del cultivo de la yuca, tales como número de raíces comerciales y rendimiento por unidad de área?
- ¿Qué sistema de preparación del suelo presenta mejores resultados en las características morfoproductivas del cultivo de la yuca variedad “Maleña” bajo las condiciones edafoclimáticas de Chíncha Alta, Ica?

1.4 ANTECEDENTES

1.4.1 Antecedentes internacionales

Diversos estudios internacionales coinciden en señalar que los sistemas de preparación del suelo influyen significativamente en el crecimiento y rendimiento del cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz).

Investigaciones realizadas en Brasil evidencian que la labranza mínima y la labranza convencional favorecen una mayor altura de planta y mayores rendimientos de raíces tuberosas en comparación con sistemas sin labranza [1], [3].

De manera similar, estudios desarrollados en África occidental reportan que prácticas como el surcado y el aporque mejoran significativamente los parámetros agromorfológicos y el rendimiento del cultivo frente a suelos no preparados [2].

Asimismo, evaluaciones recientes bajo condiciones de estrés hídrico demuestran que los sistemas de agricultura de conservación mejoran las propiedades físicas del suelo, la fisiología del cultivo y el rendimiento comercial de la yuca, en comparación con sistemas tradicionales de manejo [4]. En un estudio realizado en Colombia por Cadavid *et al.* [5], se evaluó el efecto de diferentes sistemas de preparación del suelo durante ocho ciclos consecutivos de cultivo de yuca. Los autores compararon la labranza intensiva frente a la labranza mínima, encontrando que, aunque inicialmente la labranza profunda favorece la expansión radicular, a largo plazo la labranza mínima conserva mejor las propiedades físicas del suelo sin reducir significativamente el rendimiento comercial. Se concluyó que la compactación del suelo es el factor morfoproductivo más crítico, afectando directamente la longitud y el diámetro de las raíces.

Olojola *et al.* [6] investigaron en Nigeria el comportamiento de diversas variedades de yuca bajo tres métodos de preparación: arado y rastra (convencional), labranza en franjas y no labranza. Los resultados indicaron que las características morfológicas, como la altura de la planta y el índice de cosecha, fueron superiores en suelos labrados debido a la reducción de la densidad aparente. No obstante, el sistema de labranza en franjas mostró ser el más eficiente en términos de costo-beneficio y conservación de humedad, sugiriendo que la preparación del suelo debe equilibrar la aireación con la protección de la estructura edáfica.

Aguiar *et al.* [7] analizaron en Brasil el impacto de la preparación del suelo sobre el desarrollo del sistema radicular de la yuca en suelos de textura media. La investigación demostró que los sistemas que incluyen el subsolado facilitan una mayor penetración de las raíces de reserva en capas profundas, lo que incrementa el peso fresco de la raíz en comparación con la siembra directa. Sin embargo, el estudio destaca que, en variedades específicas, el exceso de remoción del suelo puede inducir una distribución irregular de las raíces, afectando la eficiencia de la cosecha mecánica.

1.4.2 Antecedentes nacionales

Diversas investigaciones realizadas en el Perú evidencian que el manejo del suelo influye significativamente en el crecimiento y rendimiento del cultivo de la yuca, especialmente en zonas de la costa y la selva, donde las condiciones edáficas y de manejo son determinantes para la productividad.

Investigaciones desarrolladas en la costa y la selva peruana indican que una preparación adecuada del suelo favorece el desarrollo del sistema radicular, incrementa el número de raíces tuberosas y mejora el rendimiento por hectárea, mientras que la compactación del suelo limita el crecimiento del cultivo y reduce la calidad del producto cosechado [8, 9, 10, 11].

Chaparro *et al.* [12] llevaron a cabo una investigación en las localidades de Barranca y Cañete para evaluar la eficiencia energética y el rendimiento de la yuca bajo sistemas de producción mecanizada. El estudio determinó que en Cañete se realizan hasta cinco operaciones de labranza, logrando un rendimiento promedio de 26.25 t/ha. Los autores destacan que la preparación intensiva del suelo en la costa desértica peruana es una práctica común para asegurar la expansión radicular, aunque proponen la transición hacia sistemas de mínima labranza para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero sin comprometer el peso fresco comercial de las raíces. En una investigación sobre el manejo agronómico de la yuca en zonas con potencial de compactación, Ventura y Pulgar [13] evaluaron el efecto de la preparación del terreno sobre los componentes de producción. Los resultados indicaron que el sistema de labranza con siembra en el lomo del surco favorece significativamente el peso de las raíces tuberosas, alcanzando promedios de hasta 4.58 kg/planta y un rendimiento comercial superior a las 28 t/ha. Este estudio subraya que la aireación del suelo mediante la conformación de camellones o lomos es vital para evitar el desperdicio de raíces no aptas para el mercado.

Artica [14] realizó un estudio de caracterización morfológica de accesiones de yuca en el valle de Oxapampa, donde evaluó el impacto de la preparación del suelo (arado, rastra y acomodo de camellones) sobre el establecimiento del cultivo. Aunque el estudio se centró en la morfología, se concluyó que la profundidad de labranza influye directamente en la arquitectura de la raíz y la altura de la planta. Se determinó que una preparación que garantice al menos 20 cm de suelo disgregado y libre de terrones es esencial para facilitar el crecimiento vertical y horizontal de las raíces de reserva, independientemente de la variedad.

1.4.3 Antecedentes locales o regionales

Dentro de los antecedentes locales o regionales encontrados se puede mencionar los siguientes: La preparación adecuada del suelo permitió mejorar la estructura física, reducir la compactación y favorecer el desarrollo radicular del cultivo, incrementando significativamente el rendimiento por unidad de área, [15]

Los sistemas de preparación del suelo influyeron significativamente en la altura de planta, biomasa y rendimiento del cultivo, siendo los sistemas con mayor remoción del suelo los que presentaron mejores resultados productivos, [16]

La compactación del suelo afectó negativamente el desarrollo radicular y la formación del órgano cosechable, reduciendo el rendimiento del cultivo en condiciones de la costa de Ica, [17]

El manejo adecuado del suelo permitió una mejor eficiencia del uso del agua y nutrientes, incrementando la productividad de los cultivos bajo condiciones edafoclimáticas de Chincha, [18] Pimentel [19] realizó un estudio experimental en el distrito de Chincha Alta para determinar el potencial productivo de la variedad "Maleña" bajo condiciones de manejo tradicional. El estudio evaluó cómo la preparación del suelo mediante arado de vertedera influye en el desarrollo del diámetro de las raíces. Los resultados demostraron que una preparación profunda (0.30 m a 0.40 m) es determinante para evitar raíces deformes o bifurcadas, obteniendo rendimientos que superaron las 22 t/ha. El autor resalta que la "Maleña" es altamente sensible a la resistencia mecánica del suelo en los primeros 90 días de cultivo.

López y García [20] investigaron en el valle de Ica el efecto de tres sistemas de preparación: labranza convencional (arado y rastra), labranza mínima (solo rastra) y labranza con subsolado. La investigación concluyó que el subsolado mejoró significativamente la longitud de las raíces de la yuca en comparación con la labranza mínima, debido a la ruptura de la "capa de arado" (piso de arado) común en los suelos de la región. Se observó que las características morfológicas como el perímetro de la raíz comercial fueron un 15% mayores en el sistema de subsolado más arado. Sánchez [21] analizó el comportamiento agronómico de clones de yuca en valles costeros con condiciones similares a las de Chincha. El estudio enfatizó que la preparación del terreno en camas elevadas o surcos altos facilita el drenaje y la aireación, factores críticos en los suelos franco-arcillosos de la zona que tienden a compactarse por el riego por inundación. La investigación determinó que el índice de cosecha (relación entre peso de raíz y peso total de la planta) mejora cuando el suelo mantiene una estructura porosa, permitiendo que la variedad "Maleña" exprese su máximo potencial genético en términos de acumulación de materia seca.

1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1 Importancia

La presente investigación reviste una importancia significativa debido a la necesidad de generar información científica local sobre el manejo agronómico del cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad "Maleña" en la provincia de Chincha Alta, región Ica. A pesar de que este cultivo constituye una alternativa productiva relevante para los agricultores de la zona, su productividad se ve limitada por la aplicación de prácticas de manejo del suelo que no siempre responden a las condiciones edafoclimáticas locales. En este sentido, evaluar el efecto de diferentes sistemas de preparación del suelo permitirá contar con bases técnicas que orienten la toma de decisiones agronómicas de manera más eficiente y sustentada.

Desde el punto de vista técnico–agronómico, la investigación es importante porque contribuye a comprender cómo los sistemas de preparación del suelo influyen en las características morfológicas y productivas del cultivo de la yuca, tales como el crecimiento vegetativo, el desarrollo del sistema radicular, el número y peso de raíces tuberosas, y el rendimiento por unidad de área. La información generada permitirá identificar el sistema de preparación del suelo que favorezca un mejor aprovechamiento del agua y los nutrientes, así como una adecuada estructura del suelo, aspectos fundamentales para optimizar la productividad del cultivo en condiciones de la costa peruana.

En el ámbito económico, los resultados de esta investigación pueden contribuir a mejorar la rentabilidad del cultivo de la yuca, al permitir la selección de un sistema de preparación del suelo que reduzca costos de producción y maximice el rendimiento. Esto es especialmente relevante para los pequeños y medianos agricultores de Chíncha Alta, quienes dependen en gran medida de la eficiencia de sus prácticas agrícolas para garantizar la sostenibilidad de sus unidades productivas y mejorar su competitividad en el mercado local y regional.

Desde una perspectiva social, el estudio adquiere importancia al generar conocimientos que pueden ser transferidos a los productores mediante programas de capacitación y asistencia técnica, promoviendo la adopción de prácticas agrícolas más eficientes y sostenibles. La mejora en la productividad del cultivo de la yuca puede contribuir al fortalecimiento de la seguridad alimentaria y al desarrollo socioeconómico de la población agrícola de la zona.

Asimismo, la investigación posee relevancia ambiental, ya que la evaluación de sistemas de preparación del suelo permitirá identificar prácticas que contribuyan a la conservación de las propiedades físicas del suelo, evitando procesos de degradación como la compactación excesiva y la pérdida de estructura. La adopción de sistemas de preparación del suelo más adecuados favorece un manejo sostenible de los recursos naturales y una agricultura más responsable con el entorno.

Finalmente, el estudio tiene importancia académica y científica, al constituirse en un antecedente para futuras investigaciones relacionadas con el manejo del suelo y la productividad del cultivo de la yuca en condiciones similares. Los resultados obtenidos podrán ser utilizados como referencia por estudiantes, investigadores y profesionales del área agraria, contribuyendo al fortalecimiento del conocimiento científico y al desarrollo de tecnologías apropiadas para el manejo del cultivo en la región.

1.5.2 Justificación

La presente investigación se justifica desde el punto de vista técnico, económico, social, ambiental y académico, debido a la necesidad de mejorar el manejo agronómico del cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad “Maleña” para los agricultores de la provincia de Chíncha Alta, región Ica. A pesar de la importancia de este cultivo para los agricultores locales, existe una limitada información científica que permita determinar el sistema de preparación del suelo más

adecuado para optimizar sus características morfoproductivas bajo las condiciones edafoclimáticas de la zona.

Desde el enfoque técnico–agronómico, la investigación se justifica porque permitirá evaluar comparativamente tres sistemas de preparación del suelo y su influencia en el crecimiento vegetativo y rendimiento del cultivo de la yuca. Los resultados contribuirán a identificar prácticas de manejo del suelo que favorezcan el desarrollo radicular, la formación de raíces tuberosas y el uso eficiente del agua y los nutrientes, aspectos fundamentales para incrementar la productividad del cultivo.

En el ámbito económico, el estudio se justifica debido a que la adopción de un sistema de preparación del suelo adecuado puede reducir los costos de producción y mejorar la rentabilidad del cultivo, beneficiando directamente a los pequeños y medianos agricultores de Chíncha Alta. Un manejo eficiente del suelo permitirá maximizar el rendimiento por unidad de área, fortaleciendo la competitividad del cultivo de la yuca en el mercado local y regional.

Desde la perspectiva social, la investigación se justifica porque generará información técnica que podrá ser transferida a los productores a través de programas de capacitación y asistencia técnica, contribuyendo al fortalecimiento de la actividad agrícola y al desarrollo socioeconómico de la zona. Asimismo, la mejora en la productividad del cultivo de la yuca puede aportar a la seguridad alimentaria y a la estabilidad económica de las familias agricultoras.

En cuanto a la justificación ambiental, el estudio permitirá identificar sistemas de preparación del suelo que contribuyan a la conservación de sus propiedades físicas, evitando procesos de degradación como la compactación excesiva y la pérdida de estructura. De esta manera, se promoverá un manejo sostenible del suelo y un uso racional de los recursos naturales, en concordancia con los principios de una agricultura sostenible.

Desde el punto de vista académico y científico, la investigación se justifica porque aportará evidencia experimental local que servirá como referencia para futuras investigaciones relacionadas con el cultivo de la yuca y el manejo del suelo en condiciones similares. Los resultados fortalecerán el conocimiento científico en el área agraria y constituirán un soporte técnico para estudiantes, investigadores y profesionales del sector.

1.6 HIPOTESIS

En el presente estudio se plantearon las siguientes hipótesis:

1.6.1 Hipótesis general

Los sistemas de preparación del suelo influyen significativamente en las características morfoproductivas del cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad “Maleña” en Chíncha Alta, Ica.

1.62 Hipótesis específicas

- Existen diferencias significativas en las características morfológicas del cultivo de la yuca variedad “Maleña” en función de los sistemas de preparación del suelo aplicados en Chíncha Alta, Ica.
- Los sistemas de preparación del suelo influyen significativamente en las características productivas del cultivo de la yuca, tales como número de raíces comerciales, peso de raíces y rendimiento por unidad de área.
- Uno de los sistemas de preparación del suelo evaluados presentará mejores resultados en las características morfoproductivas del cultivo de la yuca variedad “Maleña” bajo las condiciones edafoclimáticas de Chíncha Alta, Ica.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de tres sistemas de preparación del suelo sobre las características morfoproductivas del cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad “Maleña” en Chíncha Alta, Ica.

1.7.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto de los sistemas de preparación del suelo sobre las características morfológicas del cultivo de la yuca variedad “Maleña” en Chíncha Alta, Ica.
- Evaluar la influencia de los sistemas de preparación del suelo en las características productivas del cultivo de la yuca, tales como número de raíces comerciales, peso de raíces y rendimiento por unidad de área.
- Comparar los resultados obtenidos entre los tres sistemas de preparación del suelo para identificar el sistema que presenta mejores características morfoproductivas del cultivo de la yuca variedad “Maleña” bajo las condiciones edafoclimáticas de Chíncha Alta, Ica.

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

2.1 Ubicación del terreno experimental

El experimento se instaló en un predio agrícola de propiedad del Sr. Luis Ronceros Magallanes, ubicado en el sector aledaño a la ribera del río “chico” que es un afluente del río “San Juan”, dentro de la jurisdicción del distrito de Alto Larán, provincia de Chincha, departamento de Ica.

Coordenadas Geográficas:

- Latitud: 13°26' 40" S
- Longitud: 76° 05' 25" W
- Altitud: 165 m s. n. m.



Figura 1: ubicación del terreno experimental

2.2. TIPO, NIVEL Y DISEÑO

2.2.1 Tipo:

La investigación es de tipo aplicada, ya que busca generar conocimiento práctico orientado a la solución de un problema específico relacionado con el manejo agronómico del cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad “Maleña”, mediante la evaluación de diferentes sistemas de preparación del suelo, con el propósito de mejorar sus características morfoproductivas y la productividad del cultivo en las condiciones edafoclimáticas de Chíncha Alta, Ica.

2.2.2 Nivel de investigación

El estudio es de nivel explicativo, debido a que pretende analizar y explicar la relación causa–efecto entre los sistemas de preparación del suelo (variable independiente) y las características morfoproductivas del cultivo de la yuca (variable dependiente), determinando la influencia de cada sistema sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo.

2.2.3 Diseño de la investigación

El experimento se condujo mediante un diseño experimental en bloques completos al azar (DBCA), con el fin de reducir la variabilidad causada por la heterogeneidad del terreno. Se consideraron cuatro tratamientos correspondientes a diferentes sistemas de preparación del suelo y cuatro repeticiones, conformando un total de dieciséis unidades experimentales.

Las unidades experimentales se distribuyeron aleatoriamente dentro de cada bloque, asegurando igualdad de condiciones ambientales y edáficas. Durante el desarrollo del cultivo se evaluaron variables morfológicas (altura de planta, número de hojas y diámetro de tallo) y productivas (largo y diámetro de raíz, número de raíces por planta, peso de raíces comerciales y no comerciales, y rendimiento total de raíces), cuyos datos fueron sometidos a análisis estadístico para determinar diferencias significativas entre tratamientos.

Modelo estadístico

Para el análisis de tus datos, utilizarás el modelo lineal aditivo para DBCA:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

- Y_{ij} : Respuesta observada en el i -ésimo tratamiento y j -ésimo bloque.
- μ : Media general del rendimiento de la yuca Maleña.
- T_i : Efecto del i -ésimo sistema de preparación del suelo.
- β_j : Efecto del j -ésimo bloque (gradiente de suelo cerca al río).
- ε_{ij} : Error experimental

2.3 Población y muestra

2.3.1 Población:

La población de estudio estuvo constituida por 12 500 plantas de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad “Maleña”, establecidas en el área experimental ubicada en Chíncha Alta, región Ica. Dichas plantas representaron el total de unidades experimentales potenciales del cultivo dentro del terreno destinado a la investigación, sobre las cuales se evaluó el efecto de los sistemas de preparación del suelo en las características morfoproductivas del cultivo. La población fue considerada homogénea en cuanto a material vegetal, condiciones edafoclimáticas y manejo agronómico general, lo que permitió garantizar la validez de los resultados obtenidos.

2.3.2 Muestra

La muestra estuvo constituida por 120 plantas de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad “Maleña”, seleccionadas de la población total de 12500 plantas establecidas en el área experimental ubicado en Chíncha Alta, región Ica. La selección de la muestra se realizó mediante un muestreo probabilístico de tipo aleatorio, considerando plantas representativas y uniformes en cada uno de los tratamientos correspondientes a los sistemas de preparación del suelo. Las plantas seleccionadas constituyeron las unidades de observación sobre las cuales se evaluaron las variables morfoproductivas del cultivo, asegurando la representatividad de la población y la confiabilidad de los resultados obtenidos.

2.4 Tratamientos en estudio

TABLA 01

TRATAMIENTOS EN ESTUDIO.

Nº.	CLAVE	TRATAMIENTOS	DESCRIPCION
T1	TA	Tracción animal	Pasada con caballo dos pasadas con arado luego el surcado antes de la siembra
T2	GE	Grada más camellón	Con tractor una pasada con grada y luego se realizarán los camellones
T3	SE	Subsolado más camellón	Con tractor una pasada de subsolado y se establecerán los camellones
T4	LC	Labranza cero	Testigo o control

Características del Campo experimental.

Parcela o unidad experimental

Numero de parcelas	= 16
Largo de parcela	= 8.00 m
Ancho de parcela	= 3.00 m
Área de parcela	= 24.0 m ²

Surcos

Numero de surcos por parcela	= 3
------------------------------	-----

Largo de surco = 8.00 m
 Distanciamiento entre surco = 1.0 m
 Numero de golpes por surco = 10

Bloques

Numero de bloques = 4
 Largo de bloque = 8.00 m
 Ancho de bloque = 12.0 m
 Área de cada bloque = 96.0 m²

Calles

Numero de calles = 5
 Largo de calles = 12.0 m
 Ancho de calles = 1.0 m
 Área total de calle = 12.0 m²

Dimensiones del terreno experimental

Largo = 37.0 m
 Ancho = 12.0 m
 Área total = 444.0 m²
 Área neta = 432.0 m²

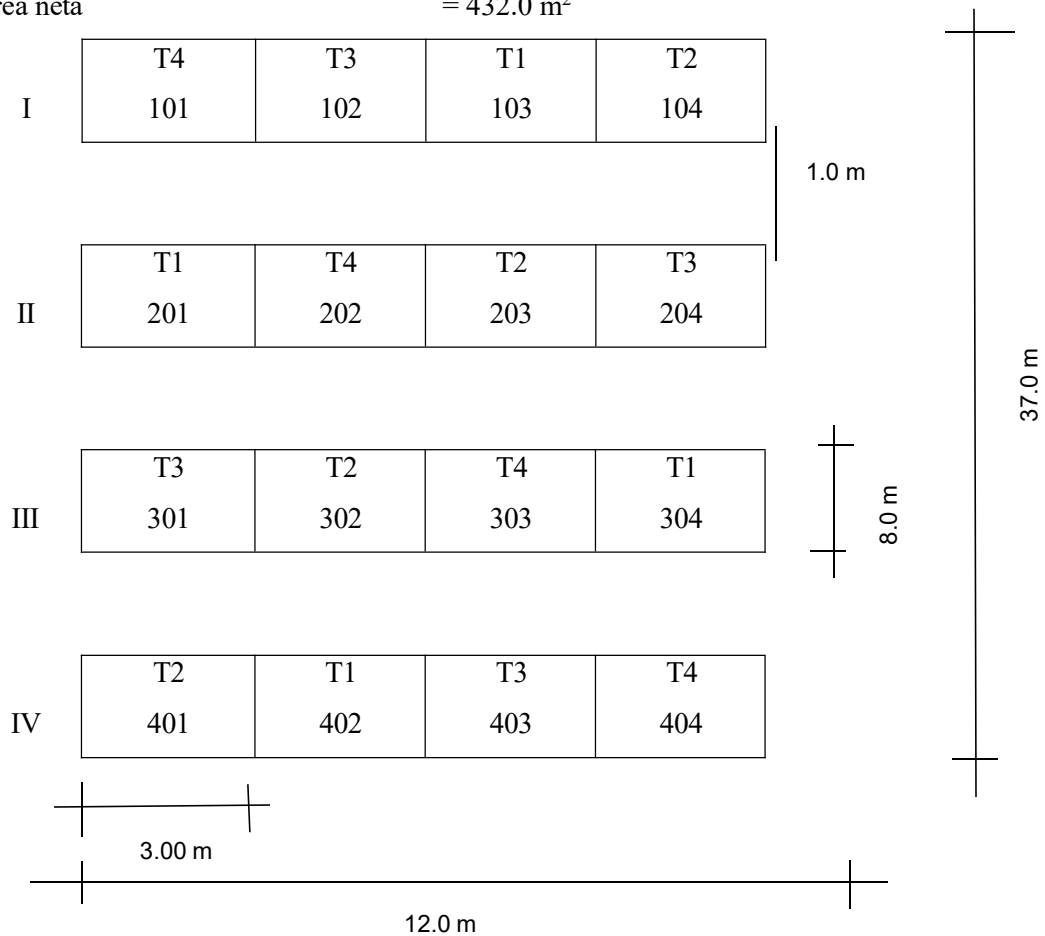


Figura 2: croquis experimental

2.5 Condiciones meteorológicas

Los datos meteorológicos fueron suministrados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI – Ica), obtenidos de la Estación CO-FONAGRO (Chincha) por su proximidad al área experimental. Se recopiló información sobre las siguientes variables mensuales: Temperaturas máximas y mínimas, horas de brillo solar y humedad relativa.

El registro de estos parámetros (detallados en la Tabla 5) es fundamental para interpretar la influencia del entorno climático, tales como el desarrollo vegetativo del cultivo.

TABLA 2
CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE AGOSTO 2023 A ABRIL DEL AÑO 2024

Mes	Temperatura °C			Horas de sol (Media mensual)	Humedad relativa (%)
	Máxima	Media	Mínima		
Agosto	23,3	19,8	16,3	63,4	84,0
Septiembre	23.5	19,5	15,4	122,5	84,0
Octubre	23.8	20.2	16,5	165,4	82,0
Noviembre	24.2	20,5	16,8	167,7	82,0
Diciembre	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
Enero	28.3	24,3	20,3	193,3	77,0
Febrero	30.3	25,9	21,4	212,6	79,0
Marzo	28.5	24,8	21.0	189,5	85,0
Abril	26.6	22,9	19,1	214.8	85,0

Nota:

Datos proporcionados por SENAMHI

Estación: CO – FONAGRO

Latitud: 13° 27' 28.1" W.

Longitud: 76° 8' 3.3" S.

Altitud: 71,0 msnm

Departamento: Ica

Provincia: Chincha

Distrito: Chincha Baja

2.6 Caracterización físico-mecánica y química del suelo

Para determinar las propiedades edáficas del área experimental, se realizó un muestreo siguiendo un patrón de distribución en zigzag. Este procedimiento permitió obtener una visión integral de las características del terreno antes de la instalación del cultivo.

El protocolo de muestreo se ejecutó bajo los siguientes criterios:

- Profundidad: Se evaluó el estrato de 0 a 30 cm, correspondiente a la zona de mayor actividad radicular de la yuca.
- Recolección: Se tomaron diez submuestras aleatorias utilizando herramientas limpias y envases de polietileno de primer uso para garantizar la trazabilidad y evitar contaminaciones externas.
- Procesamiento: Las submuestras fueron homogenizadas *in situ* para extraer una muestra representativa de 1 kg.

El análisis de la muestra se llevó a cabo en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Los resultados físico-mecánicos y químicos derivados se detallan en las Tablas 6 y 7, respectivamente.

TABLA 3
ANÁLISIS FÍSICO – MECÁNICO DE SUELO PARA EL CULTIVO DE YUCA VARIEDAD
MALEÑA, CHINCHA 2024

Determinación	Profundidad de la muestra (0 – 30 cm)	Método empleado
Arena (%)	44,0	Bouyoucos
Limo (%)	33,0	Bouyoucos
Arcilla (%)	23,0	Bouyoucos
CLASE TEXTURAL	Fr. (franco)	Triangulo Textural

Nota: laboratorio de análisis de suelo, y plantas de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM).

TABLA 4
ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO PARA EL CULTIVO DE YUCA VARIEDAD MALEÑA EN
CHINCHA 2023 - 2024

Determinación	Unidad	Nivel			Interpretación
		(0 – 30 cm)	Método usado		
Fosforo disponible	ppm	23.8	Olsen		Alto
Potasio disponible	ppm	390	Acetato de amonio		Alto
M. O	%	0.41	Walkey y Black		Bajo
pH	Unid	8.17	Electrométrico		Lig. alcalino
Calcáreo total	%	0.98	Gravimétrico		Bajo
CIC	meq/100 g.	10.88	Cálculo matemático		Bajo
C.E (ms/cm)	mS/cm	0.37	Electrométrico		Normal
Cationes					
cambiables					
Na ⁺	meq/100 g.	0.40	FAAS		Bajo
Ca ⁺⁺	meq/100 g.	8.21	FAAS		Medio
Mg ⁺⁺	meq/100 g.	1.37	FAAS		Medio
K ⁺	meq/100 g.	0.90	FAAS		Bajo

Nota:

Fuente: laboratorio de análisis de suelo y plantas de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM).

2.7 Metodología de aplicación de los tratamientos.

2.7.1 Aplicación de los tratamientos

En el estudio titulado “Efecto de tres sistemas de preparación del suelo sobre las características morfoproductivas del cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad ‘Maleña’ en Chincha Alta, Ica”, los tratamientos se aplicaron antes de la siembra, considerando diferentes sistemas de preparación del suelo, con el fin de evaluar su efecto sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo.

El Tratamiento T1 (Tracción animal) consistió en una pasada con arado utilizando tracción animal (caballo), seguido del surcado previo a la siembra, con el propósito de facilitar el establecimiento de las estacas de yuca.

El Tratamiento T2 (Grada más camellón) incluyó una pasada con grada mediante tractor agrícola para la desagregación del suelo, seguida de la formación de camellones, favoreciendo el drenaje y el desarrollo radicular.

El Tratamiento T3 (Subsolado más camellón) comprendió una pasada de subsolador con tractor agrícola para romper capas compactadas del suelo, seguida de la conformación de camellones, mejorando la aireación e infiltración del agua.

El Tratamiento T4 (Labranza cero) correspondió al tratamiento testigo, en el cual no se realizó preparación mecánica del suelo, efectuándose la siembra directamente sobre el terreno en su condición natural.

2.8 Conducción del experimento

El experimento se condujo en condiciones de campo en la zona de Chinchá Alta, región Ica, durante la campaña agrícola correspondiente al cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad “Maleña”. Previo al establecimiento del ensayo, el terreno fue delimitado y acondicionado de acuerdo con el diseño experimental establecido.

2.8.1 Limpieza del terreno experimental

La limpieza del terreno se realizó el 01 de agosto 2023 previo a la preparación del suelo y a la instalación del experimento, con el propósito de asegurar condiciones adecuadas para el establecimiento del cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad “Maleña”. Esta labor consistió en la eliminación manual y mecánica de residuos de cultivos anteriores, malezas y material vegetal presente en el área experimental.

La limpieza se realizó de manera uniforme en toda el área experimental, garantizando homogeneidad inicial del terreno y evitando sesgos en los resultados del experimento.

2.8.2 Riego de machaco

El riego de machaco se realizó después de la limpieza y preparación del terreno, con la finalidad de proporcionar una adecuada humedad al suelo antes de la siembra del cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad “Maleña”. Esta labor permitió uniformizar la humedad del perfil del suelo y favorecer las condiciones físicas para el establecimiento de las estacas.

El riego se aplicó por gravedad el 03 de agosto del 2023, asegurando una distribución homogénea del agua en toda el área experimental. Posteriormente, se dejó reposar el terreno el tiempo necesario para permitir la infiltración del agua y alcanzar un nivel de humedad óptimo, evitando el encharcamiento.

2.8.3 Aradura en húmedo

La aradura en húmedo se realizó después del riego de machaco, el 10 de agosto 2023 cuando el suelo alcanzó un nivel de humedad adecuado para facilitar su remoción y volteo. Esta labor tuvo como objetivo mejorar la estructura del suelo, favorecer la aireación y facilitar las labores posteriores de preparación del terreno para el establecimiento del cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad “Maleña”.

La aradura se efectuó de acuerdo con los tratamientos correspondientes, utilizando tracción animal o tracción mecánica, según el sistema de preparación del suelo en estudio.

2.8.4 Gradeo y planchado

El gradeo y planchado del terreno se realizaron después de la aradura en húmedo, el 10 de agosto del 2023 con la finalidad de desmenuzar los terrones, nivelar la superficie del suelo y lograr una adecuada preparación para la siembra del cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad “Maleña”. Estas labores permitieron mejorar la uniformidad del terreno y facilitar la formación posterior de surcos o camellones, de acuerdo con los tratamientos en estudio.

2.8.5 Surcado del terreno

El surcado se efectuó de forma manual o mecánica, según el tratamiento correspondiente el 10 de agosto del 2023, respetando el distanciamiento establecido entre surcos y plantas, de acuerdo con las recomendaciones técnicas para el cultivo de yuca en la zona de estudio. La profundidad y uniformidad de los surcos se controlaron para favorecer el correcto enraizamiento de las estacas. Esta actividad se desarrolló de manera homogénea en todas las parcelas experimentales, garantizando condiciones iniciales similares y contribuyendo a la adecuada conducción del experimento.

2.8.6 Demarcación del terreno experimental

Para la demarcación se utilizaron estacas, cordeles y cintas métricas el 10 de agosto del 2023, definiéndose los límites del área experimental, las parcelas y los pasillos de separación entre tratamientos y repeticiones. Se respetaron las dimensiones previamente establecidas para cada unidad experimental, garantizando uniformidad y precisión en la distribución del campo.

La correcta demarcación del terreno facilitó la aplicación de los tratamientos, la conducción del experimento y la evaluación de las variables morfoproductivas del cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad “Maleña”, evitando interferencias entre parcelas.

2.8.7 Selección de esquejes

La selección de esquejes se realizó antes de la siembra el 09 de agosto del 2023, con el objetivo de asegurar un establecimiento uniforme y un adecuado desarrollo del cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad “Maleña”. Para esta labor se utilizaron tallos provenientes de plantas madre sanas, vigorosas y libres de daños mecánicos, plagas o enfermedades.

Los esquejes seleccionados presentaron un tamaño de 20 cm de largo, con 6 yemas bien formadas, garantizando su viabilidad y capacidad de brotación. Asimismo, se descartaron aquellos tallos inmaduros o excesivamente lignificados, a fin de reducir fallas en la emergencia y asegurar la homogeneidad del experimento.

Antes de la siembra, los esquejes fueron desinfectados con la finalidad de reducir el riesgo de incidencia de plagas y enfermedades. Para ello, se introdujeron en un balde de 20 L con agua, en el cual se disolvieron 4 g de Rizolet, asegurando una adecuada homogenización de la solución. Los esquejes permanecieron en dicha solución un tiempo de 5 minutos para garantizar su correcta desinfección, contribuyendo así a un establecimiento sanitario uniforme del cultivo.

2.8.8 Siembra de los tratamientos

La siembra de los tratamientos se realizó después de la preparación del terreno y la desinfección de los esquejes el 10 de agosto del 2023, con el propósito de asegurar un establecimiento uniforme del cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad “Maleña”. La siembra se efectuó de manera manual en cada unidad experimental, colocando los esquejes previamente seleccionados y desinfectados en los surcos correspondientes.

Los esquejes se dispusieron en posición horizontal, respetando el distanciamiento establecido entre plantas y surcos, de acuerdo con las recomendaciones técnicas para el cultivo y el diseño experimental. La profundidad de siembra fue a 10 cm de profundidad en todos los tratamientos, procurando un adecuado contacto del esqueje con el suelo para favorecer el enraizamiento y la brotación.

2.8.9 Surcado para riego.

El surcado para riego se realizó el 03 de septiembre de 2023, cuando las plantas presentaban una altura promedio entre 15 cm. Esta labor se ejecutó de forma mecanizada y animal, procurando el adecuado aporque, es decir, la acumulación de suelo alrededor del tallo de las plantas. Esta práctica tuvo como finalidad favorecer una mayor emisión y desarrollo de raíces tuberosas, así como mejorar la eficiencia del riego y la estabilidad de las plantas.

2.8.10 Deshierbos

Los deshierbos se realizaron durante el desarrollo del cultivo con el objetivo de reducir la competencia de las malezas por agua, nutrientes y luz, y asegurar un crecimiento adecuado del cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad “Maleña”. Esta labor se ejecutó de manera oportuna, considerando el estado fenológico del cultivo y la presencia de malezas en el área experimental. El control de malezas se efectuó de forma manual

TABLA 5
MALEZAS MAS FRECUENTES ENCONTRADAS

Nombre común	Nombre científico	Tipo de maleza
Gramma dulce	<i>Cynodon dactylon</i>	Gramínea
Sorgo de Alepo	<i>Sorghum halepense</i>	Gramínea
Pata de gallina	<i>Digitaria sanguinalis</i>	Gramínea
Gramma dulce	<i>Paspalum sp</i>	Gramínea
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i>	Portulacaceae
Falsa quinua	<i>Chenopodium álbum</i>	Amaranthaceae
Amor seco	<i>Bidens pilosa</i>	Asteraceae
coquito	<i>Cyperus rotundus</i>	Ciperácea

2.8.11 Riego:

Se realizaron un total de 10 riegos durante el ciclo del cultivo, en función de sus requerimientos hídricos y de las condiciones climáticas de la zona de estudio. El volumen total de agua aplicado fue de 7 300 m³·ha⁻¹, medido con el método del correntómetro y utilizando como fuentes de abastecimiento agua de manantial y agua de avenida. El sistema de riego empleado fue por gravedad, asegurando una distribución uniforme del agua en todas las parcelas experimentales.

TABLA 6
CRONOGRAMA DE RIEGO UTILIZADO EN EL CULTIVO DE YUCA EN CHINCHA 2023

Riego N°	Fecha aplicación	Volumen aplicado en (m ³ /ha)	Procedencia del agua
1	01/08/2023	1000	Manantial
2	12/09/2023	600	Manantial
3	2/10/2023	800	Manantial
4	20/10/2023	800	Manantial
5	11/11/2023	700	Manantial
6	08/12/2024	600	Manantial
7	03/01/2024	800	Avenida
8	20/02/2024	700	Avenida
9	13/03/2024	700	Avenida
10	15/04/2024	600	Manantial
TOTAL		7,300	

2.8.12 Fertilización

La fertilización se realizó de forma manual y en dos momentos durante el ciclo del cultivo. La primera aplicación se efectuó en forma de *puyada* al momento de la siembra, el 10 de agosto de 2023, mientras que la segunda aplicación se realizó durante el cambio de surco, entre golpe, con el uso de lampa, el 03 de septiembre de 2023. Para ambas aplicaciones se empleó la fórmula de fertilización N–P₂O₅–K₂O (100–60–120 unidades).

Adicionalmente, se incorporaron 4 toneladas de materia orgánica por hectárea antes de la labor de aradura, con la finalidad de mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, favoreciendo el desarrollo del cultivo de yuca.

2.8.13. Control fitosanitario:

Durante el periodo de desarrollo del cultivo no se registró la presencia significativa de plagas ni enfermedades que ocasionaran daños al cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Por ello, no

fue necesaria la aplicación de productos fitosanitarios, manteniéndose el cultivo en condiciones sanitarias adecuadas a lo largo del experimento.

2.8. 14. Cosecha:

La cosecha se realizó el 22 de abril de 2024, cuando el cultivo alcanzó ocho meses de edad, etapa en la que las plantas presentaron signos característicos de madurez fisiológica, tales como el amarillamiento y secado progresivo del follaje, así como tallos con aspecto leñoso. La labor de cosecha se efectuó de forma manual, siguiendo el procedimiento que se detalla a continuación:

- 1) Se cortaron los tallos a una altura aproximada de 30 cm sobre el nivel del suelo.
- 2) Se aflojó el suelo alrededor de la planta utilizando una lampa, con el fin de facilitar la extracción de las raíces.
- 3) Se realizó la tracción del tallo para extraer el conjunto de raíces tuberosas. Posteriormente, las raíces fueron separadas individualmente de la planta y en costales debidamente identificados se realizó la cosecha de cada tratamiento luego se pesó en una balanza.
- 4) Se seleccionaron las raíces de acuerdo con su estado y calidad, procediéndose al llenado en sacos de polipropileno con capacidad superior a 50 kg.
- 5) Finalmente, las raíces cosechadas fueron trasladadas al mercado de abasto para su comercialización y evaluación correspondiente.
- 6) Esta metodología permitió una cosecha ordenada y la adecuada obtención de los datos necesarios para el análisis del estudio.

2.9 Técnicas de recolección de datos

La recolección de datos se realizó mediante observación directa y medición en campo, empleando instrumentos estandarizados, con la finalidad de garantizar la precisión, confiabilidad y validez de los resultados obtenidos. Las evaluaciones se efectuaron en las diferentes etapas del desarrollo del cultivo, de acuerdo con las variables morfoproductivas establecidas en la investigación.

En el presente estudio se utilizaron las siguientes técnicas de recolección y procesamiento de datos:

- Observación: se aplicó para el registro visual del estado fenológico del cultivo, así como para la identificación de características generales del crecimiento y desarrollo de las plantas.
- Medición directa en campo: se utilizó para la determinación de variables morfológicas, como altura de planta, rendimiento de raíces empleando instrumentos de medición adecuados.
- Pesaje en campo: se realizó para cuantificar el peso de las raíces tuberosas y otros componentes productivos, utilizando balanzas calibradas.
- Conteo: se empleó para el registro del número de estructuras productivas evaluadas por planta o por parcela.

- Estimación a partir de datos promedios: se utilizó para el cálculo de valores representativos por tratamiento, a partir de los datos obtenidos en las unidades experimentales.

2.10 Instrumentos de recolección de datos

Para garantizar la exactitud, confiabilidad y consistencia en la obtención de la información, se emplearon instrumentos adecuados a las variables morfológicas y productivas evaluadas en el cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad “Maleña”. Los instrumentos utilizados fueron los siguientes:

1. Cinta métrica o wincha:
Utilizada para la medición de la altura de planta y la longitud de las raíces tuberosas. Se empleó una cinta de 2 a 3 m de longitud, graduada en milímetros.
2. Vernier (calibrador pie de rey):
Empleado para la determinación del diámetro del tallo, medido a 5 cm del nivel del suelo, así como del diámetro de las raíces tuberosas en su parte ecuatorial. El instrumento presentó una precisión mínima de 0,01 cm.
3. Balanza digital de precisión:
Utilizada para el registro del peso fresco de las raíces tuberosas. La balanza tuvo una capacidad mínima de 30 kg y una sensibilidad de ± 1 g.
4. Fichas de campo estandarizadas:
Empleadas para el registro sistemático de las variables morfológicas y productivas evaluadas en cada unidad experimental. Las fichas fueron diseñadas en formato tabular, incluyendo código de tratamiento, repetición y número de planta.
5. Software de análisis de datos:
Para el procesamiento, ordenamiento y análisis estadístico de los datos recolectados se emplearon Microsoft Excel y el software estadístico Infostat versión 2020.

2.11 Técnicas de procesamiento de datos

Las técnicas de procesamiento de datos aplicadas en la investigación incluyeron métodos manuales, mecánicos y electrónicos, los cuales permitieron organizar, analizar e interpretar la información obtenida en campo:

- Manual: consistió en el registro inicial de datos en fichas y cuadernos de campo, utilizando mano de obra humana sin apoyo tecnológico.
- Mecánico: incluyó el uso de herramientas simples, como calculadoras, para la verificación preliminar de resultados.
- Electrónico: se basó en el uso de sistemas informáticos, principalmente hojas de cálculo Excel y software estadístico, para el análisis de datos y la obtención de resultados confiables.

2.12 Variables de la investigación

Las variables evaluadas en el presente estudio corresponden a características morfológicas del cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad “Maleña”, las cuales permitieron analizar el efecto de los sistemas de preparación del suelo sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas. Las variables consideradas fueron las siguientes:

- **Altura de planta (cm):**
Medida desde el nivel del suelo hasta el ápice de la planta, utilizando cinta métrica, con el fin de evaluar el crecimiento vegetativo.
- **Número de hojas por planta (unidad):**
Determinado mediante conteo directo de las hojas plenamente desarrolladas por planta, como indicador del vigor vegetativo.
- **Diámetro del tallo (cm):**
Medido a 5 cm del nivel del suelo empleando vernier (calibrador pie de rey), para evaluar el desarrollo estructural de la planta.
- **Longitud de la raíz tuberosa (cm):**
Medida desde la base hasta el extremo distal de la raíz tuberosa, utilizando cinta métrica, como indicador del desarrollo radicular.
- **Diámetro de la raíz tuberosa (cm):**
Determinado en la parte ecuatorial de la raíz tuberosa mediante vernier, para evaluar el tamaño y potencial productivo de las raíces.
- **Peso de raíces comerciales (kg):**
Determinado mediante el pesaje de las raíces tuberosas que cumplieron con los criterios de calidad comercial, utilizando una balanza digital de precisión.
- **Peso de raíces no comerciales (kg):**
Registrado a partir del pesaje de las raíces tuberosas que no cumplieron con los estándares comerciales, considerando su tamaño, forma o daños visibles.
- **Número de raíces por planta (unidad):**
Determinado mediante conteo directo del total de raíces tuberosas producidas por planta en cada unidad experimental.
- **Rendimiento total de raíces (t/ha^{-1}):**
Calculado a partir del peso total de raíces obtenidas por unidad experimental y extrapolado a hectárea, como indicador del rendimiento productivo del cultivo.

III. RESULTADOS

En este capítulo se presentan y analizan los resultados obtenidos de la evaluación de las variables morfológicas y productivas del cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad “Maleña”, en función de los diferentes sistemas de preparación del suelo aplicados, bajo las condiciones edafoclimáticas de Chíncha Alta, Ica.

TABLA 7

ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA ALTURA DE PLANTA EN EL EFECTO DE TRES SISTEMAS DE PREPARACIÓN DEL SUELO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOPRODUCTIVAS DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) VARIEDAD “MALEÑA” EN CHINCHA ALTA, ICA

F. V	G. L.	SC	CM	SIG.	Razón-F	Valor-P
Total	15	0,69	-.-	-.-	-.-	-.-
Bloques	3	0,17	0,06	*	3,16	0,0789
Tratamientos	3	0,35	0,12	*	6,30	0,0136
Error. corregido.	9	0,17	0,02	-.-	-.-	-.-
Promedio general	1.782 (cm)					
C. V. (%)	7.61					
Desviación Estándar	0,21					

Nota.

*: Diferencias significativas con 95% de confianza.

**: Diferencias altamente significativas con 99% de confianza.

NS: No existen diferencias significativas

TABLA 8

PRUEBAS DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN EN EL EFECTO DE TRES SISTEMAS DE PREPARACIÓN DEL SUELO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOPRODUCTIVAS DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) VARIEDAD “MALEÑA” EN CHINCHA ALTA, ICA

Tratamientos	Altura de planta (cm)	Duncan (α 0.05)	O.M.R
1	1,91	a	1°
2	1,85	a	1°
3	1,85	a	1°
4	1,53	b	2°

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

TABLA 9
ANÁLISIS DE VARIANZA DEL NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA EN EL EFECTO DE TRES
SISTEMAS DE PREPARACIÓN DEL SUELO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS
MORFOPRODUCTIVAS DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) VARIEDAD
“MALEÑA” EN CHINCHA ALTA, ICA

F. V	G. L.	SC	CM	SIG.	Razón-F	Valor-P
Total	15	90,94	-.	-.	-.	-.
Bloques	3	1,69	0,56	NS	0,25	0,8578
Tratamientos	3	69,19	23,06	*	10,35	0,0028
Error. corregido.	9	20,06	2,23	-.	-.	-.
Promedio general	26.1 hojas/planta					
C. V. (%)	5,73					
Desviación Estándar	2,0					

Nota.

*: Diferencias significativas con 95% de confianza.

**: Diferencias altamente significativas con 99% de confianza.

NS: No existen diferencias significativas

TABLA 10
PRUEBAS DE RANGO MULTIPLE DE DUNCAN DEL NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA EN EL
EFECTO DE TRES SISTEMAS DE PREPARACIÓN DEL SUELO SOBRE LAS
CARACTERÍSTICAS MORFOPRODUCTIVAS DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta*
Crantz) VARIEDAD “MALEÑA” EN CHINCHA ALTA, ICA

Tratamientos	Número de hojas por planta (unidad)	Duncan (α 0.05)	O.M.R
1	27,50	a	1°
3	27,50	a	1°
2	26,75	a	1°
4	22,50	b	2°

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

TABLA 11

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL DIÁMETRO DE TALLO EN EL EFECTO DE TRES SISTEMAS DE PREPARACIÓN DEL SUELO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOPRODUCTIVAS DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) VARIEDAD “MALEÑA” EN CHINCHA ALTA, ICA

F. V	G. L.	SC	CM	SIG.	Razón-F	Valor-P
Total	15	1,03	-.-	-.-	-.-	-.-
Bloques	3	0,03	0,01	NS	0,47	0,7137
Tratamientos	3	0,80	0,27	*	11,63	0,0019
Error. corregido.	9	0,21	0,02	-.-	-.-	-.-
Promedio general		,331				
C. V. (%)		4,54				
Desviación Estándar		0,26				

Nota.

*: Diferencias significativas con 95% de confianza.

**: Diferencias altamente significativas con 99% de confianza.

NS: No existen diferencias significativas

TABLA 12

PRUEBAS DE RANGO MULTIPLE DE DUNCAN DEL DIÁMETRO DE TALLO EN EL EFECTO DE TRES SISTEMAS DE PREPARACIÓN DEL SUELO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOPRODUCTIVAS DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) VARIEDAD “MALEÑA” EN CHINCHA ALTA, ICA

Tratamientos	Diámetro de tallo (cm)	Duncan (α 0.05)	O.M.R
2	3,30	a	1°
3	3,48	a	1°
1	3,40	a	1°
4	2,95	b	2°

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

TABLA 13

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL LARGO DE RAÍZ EN EL EFECTO DE TRES SISTEMAS DE PREPARACIÓN DEL SUELO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOPRODUCTIVAS DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) VARIEDAD “MALEÑA” EN CHINCHA ALTA, ICA

F. V	G. L.	SC	CM	SIG.	Razón-F	Valor-P
Total	15	120,96	-.-	-.-	-.-	-.-
Bloques	3	13,43	4,48	NS	2,00	0,1846
Tratamientos	3	87,40	29,13	**	13,02	0,0013
Error. corregido.	9	20,14	2,24	-.-	-.-	-.-
Promedio general	23,019 cm					
C. V. (%)	6,50					
Desviación Estándar	2,84					

Nota.

*: Diferencias significativas con 95% de confianza.

**: Diferencias altamente significativas con 99% de confianza.

NS: No existen diferencias significativas

TABLA 14

PRUEBAS DE RANGO MULTIPLE DE DUNCAN DEL LARGO DE RAÍZ EN EL EFECTO DE TRES SISTEMAS DE PREPARACIÓN DEL SUELO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOPRODUCTIVAS DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) VARIEDAD “MALEÑA” EN CHINCHA ALTA, ICA

Tratamientos	Largo de raíz (cm)	Duncan (α 0.05)	O.M.R
3	25,85	a	1°
2	23,88	a b	1°
1	22,95	b	2°
4	19,40	c	3°

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

TABLA 15

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL DIÁMETRO DE RAÍZ EN EL EFECTO DE TRES SISTEMAS DE PREPARACIÓN DEL SUELO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOPRODUCTIVAS DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) VARIEDAD “MALEÑA” EN CHINCHA ALTA, ICA

F. V	G. L.	SC	CM	SIG.	Razón-F	Valor-P
Total	15	5,80	-.-	-.-	-.-	-.-
Bloques	3	0,10	0,03	NS	0,46	0,7153
Tratamientos	3	5,04	1,68	*	22,87	0,0002
Error. corregido.	9	0,66	1,07	-.-	-.-	-.-
Promedio general	5,44 cm					
C. V. (%)	4,98					
Desviación Estándar	0,62					

Nota.

*: Diferencias significativas con 95% de confianza.

**: Diferencias altamente significativas con 99% de confianza.

NS: No existen diferencias significativas

TABLA 16

PRUEBAS DE RANGO MULTIPLE DE DUNCAN DEL DIÁMETRO DE RAÍZ EN EL EFECTO DE TRES SISTEMAS DE PREPARACIÓN DEL SUELO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOPRODUCTIVAS DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) VARIEDAD “MALEÑA” EN CHINCHA ALTA, ICA

Tratamientos	Diámetro de raíz (cm)	Duncan (α 0.05)	O.M.R
3	5,83	a	1°
2	5,78	a	1°
1	5,70	a	1°
4	4,48	b	2°

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

TABLA 17
ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PESO DE RAÍZ COMERCIAL EN EL EFECTO DE TRES
SISTEMAS DE PREPARACIÓN DEL SUELO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS
MORFOPRODUCTIVAS DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) VARIEDAD
“MALEÑA” EN CHINCHA ALTA, ICA

F. V	G. L.	SC	CM	SIG.	Razón-F	Valor-P
Total	15	7,52	-. -	-. -	-. -	-. -
Bloques	3	0,41	0,14	*	3,52	0,0619
Tratamientos	3	6,77	2,26	*	58,87	<0,0001
Error. corregido.	9	0,35	0,04	-. -	-. -	-. -
Promedio general	2,350 kg/ha					
C. V. (%)	8,33					
Desviación Estándar	0,71					

Nota.

*: Diferencias significativas con 95% de confianza.

**: Diferencias altamente significativas con 99% de confianza.

NS: No existen diferencias significativas

TABLA 18
PRUEBAS DE RANGO MULTIPLE DE DUNCAN DEL PESO DE RAÍZ COMERCIAL EN EL
EFECTO DE TRES SISTEMAS DE PREPARACIÓN DEL SUELO SOBRE LAS
CARACTERÍSTICAS MORFOPRODUCTIVAS DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta*
Crantz) VARIEDAD “MALEÑA” EN CHINCHA ALTA, ICA

Tratamientos	Peso de raíz comercial (kg/planta)	Duncan (α 0.05)	O.M.R
1	2,78	a	1°
3	2,73	a	1°
2	2,68	a	1°
4	1,23	b	2°

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

TABLA 19
ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PESO DE RAÍZ NO COMERCIAL EN EL EFECTO DE TRES
SISTEMAS DE PREPARACIÓN DEL SUELO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS
MORFOPRODUCTIVAS DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) VARIEDAD
“MALEÑA” EN CHINCHA ALTA, ICA

F. V	G. L.	SC	CM	SIG.	Razón-F	Valor-P
Total	15	2,14	-.-	-.-	-.-	-.-
Bloques	3	0,62	0,21	*	6,50	0,0125
Tratamientos	3	1,23	0,41	*	12,81	0,0013
Error. corregido.	9	0,29	0,03	-.-	-.-	-.-
Promedio general	0.912 t/ha					
C. V. (%)	17,59					
Desviación Estándar	0,38					

Nota.

*: Diferencias significativas con 95% de confianza.

**: Diferencias altamente significativas con 99% de confianza.

NS: No existen diferencias significativas

TABLA 20
PRUEBAS DE RANGO MULTIPLE DE DUNCAN DEL PESO DE RAÍZ NO COMERCIAL EN EL
EFECTO DE TRES SISTEMAS DE PREPARACIÓN DEL SUELO SOBRE LAS
CARACTERÍSTICAS MORFOPRODUCTIVAS DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta*
Crantz) VARIEDAD “MALEÑA” EN CHINCHA ALTA, ICA

Tratamientos	Peso de raíz no comercial (kg/planta)	Duncan (α 0.05)	O.M.R
4	1,38	a	1°
3	0,88	b	2°
1	0,73	b	2°
2	0,68	b	2°

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

TABLA 21
ANÁLISIS DE VARIANZA DEL NÚMERO DE RAÍCES POR PLANTA EN EL EFECTO DE TRES
SISTEMAS DE PREPARACIÓN DEL SUELO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS
MORFOPRODUCTIVAS DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) VARIEDAD
“MALEÑA” EN CHINCHA ALTA, ICA

F. V	G. L.	SC	CM	SIG.	Razón-F	Valor-P
Total	15	45,0	-.-	-.-	-.-	-.-
Bloques	3	6,0	2,00	*	3,60	0,0589
Tratamientos	3	34,0	11,33	*	20,40	0,0002
Error. corregido.	9	5,0	0,56	-.-	-.-	-.-
Promedio general	8,3 unidad					
C. V. (%)	9,03					
Desviación Estándar	2,0					

Nota.

*: Diferencias significativas con 95% de confianza.

**: Diferencias altamente significativas con 99% de confianza.

NS: No existen diferencias significativas

TABLA 22
PRUEBAS DE RANGO MULTIPLE DE DUNCAN DEL NÚMERO DE RAÍCES POR PLANTA EN
EL EFECTO DE TRES SISTEMAS DE PREPARACIÓN DEL SUELO SOBRE LAS
CARACTERÍSTICAS MORFOPRODUCTIVAS DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta*
Crantz) VARIEDAD “MALEÑA” EN CHINCHA ALTA, ICA

Tratamientos	Número de raíces por planta (unidad)	Duncan (α 0.05)	O.M.R
3	9,25	a	1°
2	9,25	a	1°
1	8,75	a	1°
4	5,75	b	2°

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

TABLA 23

ANALISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO TOTAL DE RAÍCES EN EL EFECTO DE TRES SISTEMAS DE PREPARACIÓN DEL SUELO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOPRODUCTIVAS DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) VARIEDAD “MALEÑA” EN CHINCHA ALTA, ICA

F. V	G. L.	SC	CM	SIG.	Razón-F	Valor-P
Total	15	414,54	-.-	-.-	-.-	-.-
Bloques	3	46,31	15,44	NS	1,67	0,2423
Tratamientos	3	285,00	95,00	*	10,27	0,0029
Error. corregido.	9	83,24	9,25	-.-	-.-	-.-
Promedio general		33,6				
C. V. (%)		9,05				
Desviación Estándar		5,26				

Nota.

*: Diferencias significativas con 95% de confianza.

**: Diferencias altamente significativas con 99% de confianza.

NS: No existen diferencias significativas

TABLA 24

PRUEBAS DE RANGO MULTIPLE DE DUNCAN DEL RENDIMIENTO TOTAL DE RAÍCES POR PLANTA EN EL EFECTO DE TRES SISTEMAS DE PREPARACIÓN DEL SUELO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOPRODUCTIVAS DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) VARIEDAD “MALEÑA” EN CHINCHA ALTA, ICA

Tratamientos	Rendimiento total de raíces (t/ha)	Duncan (α 0.05)	O.M.R
3	37,80	a	1°
1	36,75	a	1°
2	32,81	a	1°
4	27,04	b	2°

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

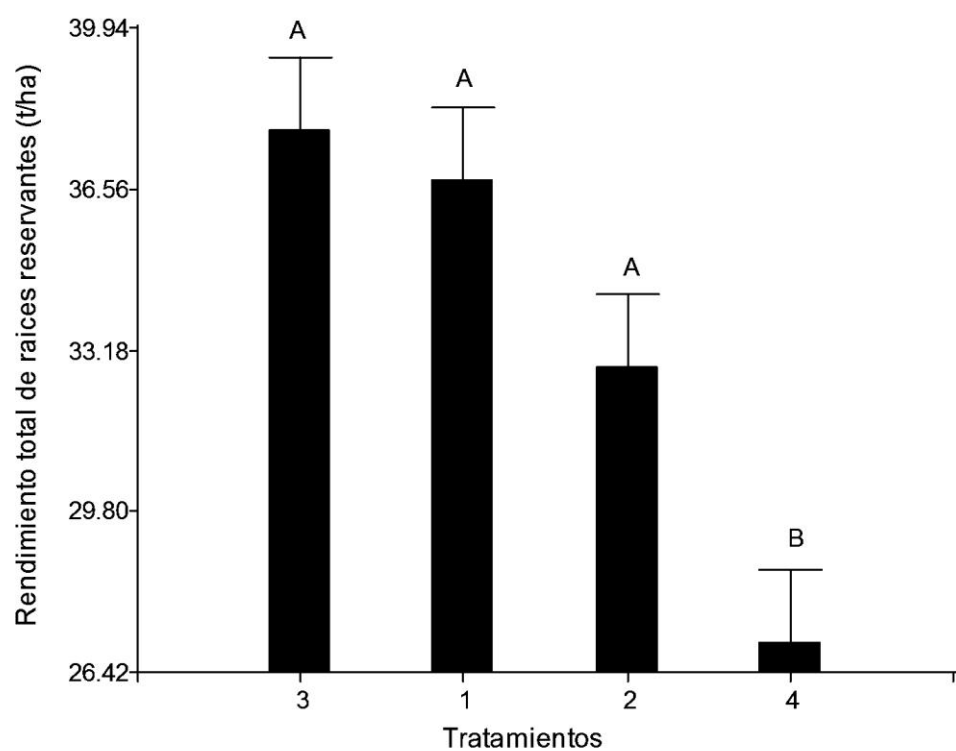


Figura 3: Rendimiento total de raíces reservantes de yuca “Maleña”

IV. DISCUSIÓN

El presente capítulo de discusión analiza e interpreta los resultados obtenidos en la evaluación del efecto de tres sistemas de preparación del suelo sobre las características morfoproductivas del cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad *Maleña*, bajo las condiciones edafoclimáticas de Chíncha Alta, Ica. Los resultados son contrastados con antecedentes científicos y fundamentos agronómicos, con el fin de explicar el comportamiento observado del cultivo y determinar la influencia del manejo del suelo en su desarrollo vegetativo y productivo.

4.1 Altura de planta (m)

El análisis de varianza (Tabla 7) evidenció que los sistemas de preparación del suelo influyeron significativamente en la altura de planta del cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad *Maleña* ($p < 0,05$), lo que concuerda con lo señalado por diversos autores, quienes indican que una adecuada labranza mejora las condiciones físicas del suelo y favorece el crecimiento vegetativo del cultivo [22], [23]. El coeficiente de variación obtenido (7,61 %) confirma una adecuada precisión experimental.

La prueba de rangos múltiples de Duncan (Tabla 8) mostró que los tratamientos T1, T2 y T3 alcanzaron mayores alturas de planta y no presentaron diferencias significativas entre sí, mientras que el tratamiento 4 registró un crecimiento inferior. Este resultado sugiere que los sistemas de preparación más intensivos o adecuados promueven una mejor aireación, mayor profundidad efectiva del suelo y un desarrollo radicular más eficiente, factores determinantes para la absorción de agua y nutrientes en la yuca [24].

En este sentido, los resultados confirman que la preparación del suelo es un factor clave en la expresión de las características morfoproductivas de la yuca, coincidiendo con estudios previos realizados en condiciones similares de suelos costeros y zonas áridas, donde se reporta una relación directa entre el manejo del suelo y el vigor vegetativo del cultivo [25].

4.2 Número de hojas por planta (unidad)

El análisis de varianza del número de hojas (Tabla 9) por planta mostró diferencias estadísticas significativas entre los sistemas de preparación del suelo ($p = 0,0028$), lo que evidencia que el manejo del suelo influyó de manera directa en el desarrollo vegetativo del cultivo de yuca variedad *Maleña*. El bajo coeficiente de variación (5,73 %) indica una adecuada precisión experimental y uniformidad en los datos obtenidos.

La prueba de rangos múltiples de Duncan (Tabla 10) permitió identificar que los tratamientos T1, T2 y T3 presentaron los mayores promedios de hojas por planta, sin diferencias significativas entre ellos, mientras que el tratamiento T4 registró un número significativamente menor. Este comportamiento sugiere que los sistemas de preparación del suelo más favorables promovieron mejores condiciones físicas y nutricionales, lo cual estimuló una mayor emisión foliar y, por ende, un incremento en la superficie fotosintética del cultivo.

Estos resultados concuerdan con lo reportado por Cock [22] y FAO [23], quienes señalan que una adecuada preparación del suelo favorece el crecimiento vegetativo de la yuca al mejorar la disponibilidad de nutrientes y el desarrollo radicular. Asimismo, Howeler [24] indica que el número de hojas es un indicador sensible del vigor de la planta y está estrechamente relacionado con prácticas de manejo del suelo eficientes.

Los resultados confirman que la preparación del suelo es un factor determinante en la expresión del número de hojas por planta, contribuyendo al adecuado crecimiento y potencial productivo del cultivo de yuca bajo las condiciones edafoclimáticas de Chincha Alta, Ica.

4.3 Diámetro de tallo (cm)

El análisis de varianza del diámetro de tallo (Tabla 11) evidenció diferencias estadísticas significativas entre los sistemas de preparación del suelo ($p = 0,0019$), lo que confirma la influencia del manejo del suelo en el desarrollo estructural del cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad *Maleña*. El bajo coeficiente de variación (4,54 %) refleja una adecuada precisión experimental y uniformidad de los datos.

La prueba de rangos múltiples de Duncan (Tabla 12) mostró que los tratamientos T1, T2 y T3 conformaron un mismo grupo estadístico, registrando los mayores diámetros de tallo, mientras que el tratamiento 4 presentó un valor significativamente inferior. Este resultado indica que los sistemas de preparación del suelo más eficientes favorecieron una mejor absorción de agua y nutrientes, lo que se tradujo en tallos más robustos y con mayor capacidad de sostén y transporte de asimilados.

Estos hallazgos concuerdan con lo reportado por Cock [22] y Howeler [24], quienes señalan que el diámetro de tallo en la yuca está estrechamente relacionado con el vigor vegetativo y con prácticas de manejo del suelo que mejoran la estructura y fertilidad. Asimismo, la FAO [23] indica que una adecuada preparación del suelo promueve un crecimiento equilibrado del cultivo, reflejado en un mayor desarrollo del tallo y una mejor arquitectura de la planta.

En conjunto, los resultados confirman que la preparación del suelo constituye un factor determinante en el diámetro de tallo del cultivo de yuca, influyendo directamente en su desarrollo morfológico y en su potencial productivo bajo las condiciones edafoclimáticas de Chincha Alta, Ica.

4.4 Largo de Raíz (cm)

El análisis de varianza del largo de raíz (Tabla 13) evidenció diferencias altamente significativas entre los sistemas de preparación del suelo ($p = 0,0013$), lo que demuestra que el manejo del suelo influyó de manera determinante en el desarrollo radicular del cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad *Maleña*. El coeficiente de variación obtenido (6,50 %) indica una adecuada precisión experimental y confiabilidad de los resultados.

La prueba de rangos múltiples de Duncan (Tabla 14) mostró que el tratamiento 3 alcanzó el mayor largo promedio de raíz, seguido de los tratamientos T2 y T1, los cuales no presentaron diferencias

significativas entre sí, mientras que el tratamiento T4 registró el menor valor y se ubicó en un grupo estadístico inferior. Este comportamiento sugiere que los sistemas de preparación del suelo más eficientes favorecieron una mayor profundidad efectiva y menor resistencia mecánica del suelo, facilitando la elongación y expansión del sistema radicular.

Estos resultados concuerdan con lo señalado por Howeler [24], quien indica que la longitud de raíz en la yuca está estrechamente relacionada con la estructura del suelo y su grado de compactación. Asimismo, Cock [22] y la FAO [23] sostienen que una adecuada preparación del suelo mejora el desarrollo radicular, lo cual influye directamente en la absorción de agua y nutrientes y, en consecuencia, en el potencial productivo del cultivo.

En conjunto, los resultados confirman que la preparación del suelo constituye un factor clave en el desarrollo del sistema radicular de la yuca, siendo determinante para la expresión de sus características morfoproductivas bajo las condiciones edafoclimáticas de Chincha Alta, Ica.

4.5 Diámetro de Raíz reservante (cm)

El análisis de varianza del diámetro de raíz (Tabla 15) evidenció diferencias estadísticas significativas entre los sistemas de preparación del suelo ($p = 0,0002$), lo que confirma la influencia del manejo del suelo en el desarrollo de las raíces tuberosas del cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad *Maleña*. El coeficiente de variación obtenido (4,98 %) indica una adecuada precisión experimental y confiabilidad de los datos registrados.

La prueba de rangos múltiples de Duncan (Tabla 16) mostró que los tratamientos T1, T2 y T3 alcanzaron los mayores diámetros de raíz y no presentaron diferencias significativas entre sí, mientras que el tratamiento 4 registró un diámetro significativamente menor. Este comportamiento sugiere que los sistemas de preparación del suelo más adecuados permitieron una menor resistencia mecánica del suelo y una mayor disponibilidad de nutrientes, favoreciendo el engrosamiento de las raíces.

Estos resultados concuerdan con lo señalado por Cock [22] y Howeler [24], quienes indican que el diámetro de la raíz en la yuca está directamente relacionado con la estructura del suelo y la eficiencia del sistema radicular. Asimismo, la FAO [23] sostiene que una adecuada preparación del suelo contribuye a mejorar las características físicas del mismo, promoviendo un mayor desarrollo de raíces tuberosas y un mejor rendimiento del cultivo.

En conjunto, los resultados confirman que la preparación del suelo es un factor determinante en el diámetro de raíz del cultivo de yuca, influyendo directamente en sus características morfoproductivas bajo las condiciones edafoclimáticas de Chincha Alta, Ica.

4.6 Peso de raíz comercial (kg)

El análisis de varianza del peso de raíz comercial de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad *Maleña* (Tabla 17) evidenció diferencias altamente significativas entre los sistemas de preparación del suelo ($p < 0,0001$), lo que confirma que el manejo del suelo tuvo una influencia decisiva sobre la fracción comercial del rendimiento del cultivo en las condiciones de Chincha

Alta, Ica. Este resultado resalta la importancia de la preparación del suelo no solo en términos de rendimiento total, sino específicamente en la obtención de raíces con características comerciales adecuadas.

El coeficiente de variación ($CV = 8,33 \%$) indica una alta precisión experimental y una baja dispersión de los datos, lo que respalda la confiabilidad de los resultados obtenidos. Asimismo, el promedio general del peso de raíz comercial (2,35 kg/planta) se encuentra dentro de los rangos reportados para la yuca bajo condiciones de manejo agronómico adecuado, lo que sugiere un buen potencial productivo de la variedad evaluada [23], [25].

La prueba de rango múltiple de Duncan (Tabla 18) mostró que los tratamientos T1, T3 y T2, con valores de 2,78; 2,73 y 2,68 kg/planta respectivamente, no presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí (grupo “a”), evidenciando que estos sistemas de preparación del suelo favorecieron de manera similar la formación y el engrosamiento de raíces comerciales. Este comportamiento puede atribuirse a una mejor estructura del suelo, menor compactación y mayor disponibilidad de agua y nutrientes, factores que promueven el crecimiento uniforme de las raíces en la yuca [27], [24].

En contraste, el tratamiento T4 registró el menor peso de raíz comercial (1,23 kg/planta), ubicándose en un grupo estadístico diferente (b). Este resultado indica que dicho sistema de preparación del suelo generó condiciones menos favorables para el desarrollo de raíces aptas para el mercado, posiblemente debido a una mayor resistencia mecánica del suelo o a limitaciones en la aireación y retención de humedad. Estudios previos señalan que suelos inadecuadamente preparados incrementan la proporción de raíces pequeñas o deformes, reduciendo el peso comercial del cultivo [26], [28].

4.7 Peso de raíz reservante no comercial (kg/planta)

El análisis de varianza del peso de raíz no comercial de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad *Maleña* (Tabla 19) mostró diferencias estadísticas significativas entre los sistemas de preparación del suelo ($p = 0,0013$), lo que indica que el tipo de manejo del suelo influyó de manera directa en la proporción de raíces que no alcanzaron calidad comercial. Este resultado pone en evidencia que la preparación del suelo no solo afecta el rendimiento total, sino también la calidad productiva de las raíces obtenidas.

El coeficiente de variación ($CV = 17,59 \%$), aunque mayor que el observado en otras variables productivas, se mantiene dentro de rangos aceptables para variables de calidad y descarte, las cuales suelen presentar mayor variabilidad debido a factores edáficos y fisiológicos del cultivo. El promedio general de peso de raíz no comercial (0,912 t/ha) sugiere una presencia moderada de raíces descartadas, valor comparable con lo reportado en estudios de yuca bajo sistemas de labranza contrastantes [23], [26].

La prueba de rango múltiple de Duncan (Tabla 20) evidenció que el tratamiento 4 presentó el mayor peso de raíz no comercial (1,38 kg/planta), ubicándose en un grupo estadístico diferente

(a) respecto a los demás tratamientos. Este resultado sugiere que dicho sistema de preparación del suelo generó condiciones desfavorables para el crecimiento uniforme de las raíces, posiblemente asociadas a compactación, deficiente aireación o irregularidad en la humedad del suelo, factores que favorecen la formación de raíces deformes o de tamaño reducido [29].

Por otro lado, los tratamientos T3, T1 y T2, con valores de 0,88; 0,73 y 0,68 kg/planta respectivamente, no mostraron diferencias estadísticas significativas entre sí (grupo “b”), indicando que estos sistemas de preparación del suelo permitieron un desarrollo radicular más homogéneo y una menor proporción de raíces no comerciales. Este comportamiento coincide con lo señalado por Howeler [24], quien destaca que prácticas adecuadas de labranza reducen el estrés mecánico del suelo y promueven la formación de raíces de mejor conformación en el cultivo de yuca.

4.8 Número de raíces reservantes por planta (kg/planta)

El análisis de varianza del número de raíces por planta (Tabla 21) evidenció diferencias estadísticas significativas entre los sistemas de preparación del suelo ($p = 0,0002$), lo que confirma la influencia del manejo del suelo en la formación y desarrollo del sistema radicular del cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad *Maleña*. El coeficiente de variación obtenido (9,03 %) indica una adecuada precisión experimental para una variable de naturaleza productiva.

La prueba de rangos múltiples de Duncan (Tabla 22) mostró que los tratamientos T1, T2 y T3 alcanzaron los mayores promedios de raíces por planta y no presentaron diferencias significativas entre sí, mientras que el tratamiento T4 registró un número significativamente menor. Este comportamiento sugiere que los sistemas de preparación del suelo más eficientes favorecieron una mejor exploración radicular y una mayor emisión de raíces tuberosas por planta.

Estos resultados concuerdan con lo reportado en estudios internacionales, donde se indica que la cantidad de raíces por planta en la yuca está estrechamente relacionada con la profundidad efectiva del suelo, la aireación y la disponibilidad de nutrientes [22], [24]. Asimismo, investigaciones nacionales señalan que una preparación adecuada del suelo en la costa peruana incrementa el número de raíces comerciales por planta, mejorando el rendimiento total del cultivo [25].

Estos resultados confirman que la preparación del suelo constituye un factor determinante en el número de raíces por planta, influyendo directamente en la productividad del cultivo de yuca bajo las condiciones edafoclimáticas de Chincha Alta, Ica.

4.9 Rendimiento total de raíces reservantes por ha

El análisis de varianza del rendimiento total de raíces de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad *Maleña* (Tabla 23) mostró diferencias estadísticas significativas entre los sistemas de preparación del suelo ($p = 0,0029$), evidenciando que el manejo del suelo influyó de manera determinante en la productividad del cultivo bajo las condiciones edafoclimáticas de Chincha Alta, Ica. Este resultado confirma que la preparación del suelo es un factor clave para el desarrollo

de cultivos de raíces, al incidir directamente en la estructura, porosidad, aireación y disponibilidad de agua del suelo [28], [29].

El coeficiente de variación ($CV = 9,05 \%$) indica una adecuada precisión experimental y una baja variabilidad de los datos, lo que respalda la confiabilidad de los resultados obtenidos. Asimismo, el promedio general de rendimiento ($33,6 \text{ t/ha}$) se encuentra dentro del rango reportado para la yuca en sistemas de manejo tecnificado, lo cual refleja un desempeño productivo favorable de la variedad evaluada [23].

La prueba de rango múltiple de Duncan (Tabla 24) permitió identificar que los tratamientos T3, T1 y T2, con rendimientos de $37,80$; $36,75$ y $32,81 \text{ t/ha}$ respectivamente, no presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí (grupo “a”), lo que sugiere que estos sistemas de preparación del suelo generaron condiciones físicas similares y adecuadas para el crecimiento y engrosamiento de las raíces. Estos resultados coinciden con lo señalado por Howeler [24], quien destaca que una labranza apropiada reduce la compactación del suelo y favorece la expansión del sistema radicular en la yuca, incrementando el rendimiento total.

En contraste, el tratamiento T4 registró el menor rendimiento ($27,04 \text{ t/ha}$), ubicándose en un grupo estadístico diferente (b), lo que evidencia un efecto negativo del sistema de preparación del suelo empleado. Este menor desempeño podría estar asociado a una mayor resistencia mecánica del suelo o a una menor capacidad de retención de humedad, factores que limitan el crecimiento de las raíces y la acumulación de biomasa [28], [29].

V. CONCLUSIONES

El presente capítulo sintetiza los principales resultados obtenidos en la investigación, estableciendo conclusiones claras y coherentes en función de los objetivos planteados, respecto al efecto de los sistemas de preparación del suelo sobre las características morfoproductivas del cultivo de la yuca variedad *Maleña* en Chíncha Alta, Ica.

1. En relación con el objetivo general, se concluye que los tres sistemas de preparación del suelo evaluados influyeron significativamente en las características morfoproductivas del cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad *Maleña* en Chíncha Alta, Ica, evidenciándose diferencias estadísticas entre los tratamientos.
2. Respecto al primer objetivo específico, los resultados demostraron que los sistemas de preparación del suelo tuvieron un efecto significativo sobre las características morfológicas del cultivo, observándose mayores valores de altura de planta, número de hojas, en los tratamientos T1, T2 y T3, con 1.91, 1.85 y 1.85 cm y 27.5 y 26.75 hojas por planta en comparación con el tratamiento T4 con 1.53 cm y 22.5 hojas por planta.
3. En cuanto al segundo objetivo específico, se determinó que los sistemas de preparación del suelo influyeron significativamente en las características productivas del cultivo de la yuca, destacándose mayores pesos de raíz comercial (T1 con 2.78 kg/planta), mayor número de raíces por planta (T3 con 9.25 raíces reservantes) y mayor rendimiento total de raíces reservantes en los tratamientos T3 (37.80 t/ha), T1 (36.75 t/ha) y T2 (32.81 t/ha), mientras que el tratamiento T4 presentó menor rendimiento total de raíces reservantes con (27.04 t/ha).
4. En cumplimiento del tercer objetivo específico, la comparación entre los sistemas de preparación del suelo permitió identificar que los tratamientos T1, T2 y T3 presentaron las mejores características morfoproductivas del cultivo de la yuca variedad *Maleña*, siendo estadísticamente superiores al tratamiento T4 bajo las condiciones edafoclimáticas de Chíncha Alta, Ica.
5. Finalmente, se concluye que la adecuada preparación del suelo constituye una práctica agronómica determinante para optimizar el crecimiento, la calidad y el rendimiento del cultivo de la yuca, recomendándose la adopción de los sistemas de preparación que mostraron mejores resultados en la zona de estudio.

VI. RECOMENDACIONES

El presente capítulo presenta las recomendaciones derivadas de los resultados y conclusiones del estudio, orientadas a optimizar los sistemas de preparación del suelo y mejorar el manejo agronómico del cultivo de la yuca variedad *Maleña* bajo las condiciones edafoclimáticas de Chincha Alta, Ica.

1. Adoptar el sistema de preparación del suelo que mostró los mejores resultados (tratamientos T3 subsolado más camellón), ya que permitió optimizar las características morfológicas y productivas del cultivo de yuca variedad *Maleña* en las condiciones edafoclimáticas de Chincha Alta, Ica.
2. Evitar sistemas de preparación del suelo deficientes o poco profundos, como el correspondiente al tratamiento T4 (labranza cero), debido a que favorecen un menor desarrollo radicular, incrementan la proporción de raíces no comerciales y reducen el rendimiento total del cultivo.
3. Realizar una adecuada preparación del suelo antes de la siembra, asegurando una buena profundidad efectiva, adecuada aireación y reducción de la compactación, con el fin de favorecer el crecimiento del sistema radicular y mejorar la absorción de agua y nutrientes.
4. Complementar la preparación del suelo con prácticas de manejo agronómico adecuadas, como una fertilización balanceada y un riego oportuno, para maximizar el potencial productivo del cultivo de yuca.
5. Desarrollar futuras investigaciones que evalúen la interacción entre los sistemas de preparación del suelo y otros factores de manejo, como densidad de siembra, fertilización orgánica y uso de enmiendas, a fin de generar recomendaciones técnicas más integrales para la producción de yuca en la zona.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. O. A. P. Oliveira *et al.*, "Influence of soil tillage systems on cassava (*Manihot esculenta* Crantz) yield," *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol. 25, no. 2, pp. 443–450, 2001.
- [2] R. K. Kouadio *et al.*, "Effect of tillage methods on growth and yield of cassava (*Manihot esculenta* Crantz)," *Asian Research Journal of Agriculture*, vol. 12, no. 3, pp. 1–10, 2019.
- [3] A. A. Otsubo *et al.*, "Tillage systems and cassava yield," *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 43, no. 11, pp. 1523–1529, 2008.
- [4] J. A. Ocaña-Reyes *et al.*, "Tillage systems modify soil properties and cassava physiology during drought," *Agronomy*, vol. 14, no. 12, Art. no. 3041, 2024.
- [5] L. F. Cadavid, M. A. El-Sharkawy, A. Acosta, y T. Sánchez, "Long-term effects of mulch, fertilization and tillage on cassava grown in sandy soils in southern Colombia," *Field Crops Research*, vol. 57, no. 3, pp. 273–285, 1998.
- [6] A. Olojola, S. K. Kar, y N. J. Ennin, "Tillage and variety effects on cassava (*Manihot esculenta* Crantz) growth and yield in an Alfisol of Southwestern Nigeria," *Journal of Agricultural Science*, vol. 5, no. 1, pp. 110–119, 2013.
- [7] E. B. Aguiar *et al.*, "Yield and root quality of cassava cultivars under different soil tillage systems," *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol. 25, no. 6, pp. 380–386, 2021.
- [8] R. Vásquez Flores, "Efecto de sistemas de preparación del suelo en el rendimiento del cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz)," Tesis de Ing. Agrónomo, Univ. Nacional de Piura, Piura, Perú, 2016.
- [9] J. L. Ramírez Cárdenas, "Influencia de la labranza del suelo en el desarrollo y rendimiento del cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz)," Tesis de Ing. Agrónomo, Univ. Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú, 2018.
- [10] M. Huamán Quispe, "Efecto de la compactación del suelo en el crecimiento del cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz)," Tesis de Ing. Agrónomo, Univ. Nacional San Luis Gonzaga, Ica, Perú, 2019.
- [11] E. Torres Palomino, "Manejo del suelo y su influencia en la productividad del cultivo de yuca bajo riego," Tesis de Ing. Agrónomo, Univ. Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú, 2020.
- [12] M. Chaparro, J. L. Rolando, y A. Posadas, "Producción mecanizada de maíz, camote y yuca en la costa desértica peruana: Estimación de la huella de carbono y propuestas de mitigación," *Ecología Aplicada*, vol. 17, no. 1, pp. 11–21, 2018.
- [13] J. Ventura y R. Pulgar, "Efecto de la densidad de siembra y frecuencia de corte sobre los componentes de la producción y follaje de yuca (*Manihot esculenta* Crantz)," *Revista de*

- Agronomía (UNAS)*, vol. 7, pp. 45-52, 1990. [Revisado en compilación de estudios experimentales, Iquitos, Perú].
- [14] M. Artica Cosme, "Caracterización morfológica de cuatro accesiones de yuca (*Manihot esculenta*) en el valle de Oxapampa," Trabajo de investigación, Fac. de Ciencias Agropecuarias, Univ. Nacional Daniel Alcides Carrión, Oxapampa, Perú, 2020.
 - [15] J. A. Quispe Huamán, "Efecto de sistemas de preparación del suelo en el rendimiento de cultivos agrícolas en la región Ica," Tesis de Ing. Agrónomo, Univ. Nacional San Luis Gonzaga, Ica, Perú, 2017.
 - [16] L. M. Paredes Cárdenas, "Influencia de la preparación del suelo en el crecimiento y rendimiento de cultivos bajo riego en la costa sur del Perú," Tesis de Ing. Agrónomo, Univ. Nacional San Luis Gonzaga, Ica, Perú, 2019.
 - [17] R. E. Salinas Rojas, "Efecto de la compactación del suelo en el desarrollo de cultivos de raíz en la provincia de Chíncha," Tesis de Ing. Agrónomo, Univ. Nacional San Luis Gonzaga, Ica, Perú, 2020.
 - [18] C. A. Medina Palomino, "Manejo del suelo y eficiencia productiva de cultivos agrícolas en Chíncha Alta," Tesis de Ing. Agrónomo, Univ. Nacional San Luis Gonzaga, Ica, Perú, 2021.
 - [19] R. Pimentel, "Comportamiento agronómico y rendimiento de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad Maleña bajo dos sistemas de fertilización en Chíncha Alta," Tesis de grado, Fac. de Agronomía, Univ. Nacional San Luis Gonzaga de Ica, Ica, Perú, 2019.
 - [20] J. López y L. García, "Efecto de la profundidad de labranza sobre las propiedades físicas del suelo y el rendimiento radicular en el cultivo de yuca en el valle de Ica," *Revista Científica Agrotecnológica (UNICA)*, vol. 4, no. 2, pp. 15-22, 2021.
 - [21] M. Sánchez, "Evaluación de sistemas de preparación de suelos aluviales para el cultivo de raíces y tubérculos en la costa central del Perú," *Anales Científicos de la Universidad Nacional Agraria La Molina*, vol. 80, no. 1, pp. 88-97, 2019.
 - [22] J. H. Cock, "Cassava growth and development," in *The Cassava Handbook: A Reference Manual*, R. H. Howeler, Ed. Cali, Colombia: CIAT, 2012, pp. 45–68.
 - [23] FAO, *Save and Grow: Cassava – A Guide to Sustainable Production Intensification*. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013.
 - [24] R. Howeler, *Sustainable Soil and Crop Management of Cassava in Asia*. Cali, Colombia: International Center for Tropical Agriculture (CIAT), 2014.
 - [25] Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), *Tecnología de Producción del Cultivo de Yuca en la Costa Peruana*. Lima, Perú: INIA, 2018.
 - [26] R. Lal, *Soil Tillage and Agricultural Sustainability*, Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 1993.

- [27] J. T. Sims and A. Wolf, "Soil physical properties and crop productivity," *Soil Science*, vol. 165, no. 2, pp. 123–134, 2000.
- [28] P. K. Aggarwal and R. K. Pathak, "Tillage effects on root growth and yield of root crops," *Agricultural Systems*, vol. 78, no. 3, pp. 393–409, 2003.
- [29] J. R. Brown and T. R. Peck, "Soil compaction effects on root growth and quality of root crops," *Soil & Tillage Research*, vol. 97, no. 2, pp. 156–164, 2007.

VIII: ANEXOS

ANEXO 1. Condiciones meteorológicas

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

INFORMACIÓN METEOROLÓGICA MENSUAL

Estación CO - Fonagro

Longitud : 76° 8' 1,3" S
 Latitud : 13° 27' 28,1" W
 Altitud : 71 msnm

Opto. : Ica
 Provincia : Chincha
 Distrito : Chincha Baja

Parámetro : Temperatura Máxima Media Mensual (°C)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2023	26.1	28.7	29.5	29.4	25.6	24.0	23.7	23.3	23.5	23.8	24.2	S/D
2024	26.3	28.3	28.5	26.6	21.6	19.4	19.9	19.9	19.9	21.8	24.3	25.6

S/D: Sin datos

Parámetro : Temperatura Mínima Media Mensual (°C)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2023	17.7	20.4	20.2	20.4	16.6	15.9	15.7	16.3	15.4	16.5	16.8	S/D
2024	20.3	21.4	21.0	19.1	16.0	14.1	13.4	12.7	13.5	14.8	15.3	17.2

S/D: Sin datos

Parámetro : Horas de sol total mensual (HR)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2023	170.4	188.5	170.9	177.2	76.7	43.0	70.8	63.4	122.5	145.6	167.7	S/D
2024	183.2	212.6	188.5	216.8	108.1	21.4	38.5	57.8	16.5	132.1	28.1	75.8

S/D: Sin datos

Parámetro : Humedad relativa media mensual %

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2023	85	86	85	85	87	88	86	86	84	82	82	S/D
2024	77	79	85	85	88	89	89	86	86	83	82	81

S/D: Sin datos

Información preparada para: **ROJAS ANGULO MASSIEL ELIZABETH**
 PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

"EFECTO DE TRES SISTEMAS DE PREPARACIÓN DEL SUELO SOBRE LAS
 CARACTERÍSTICAS MORFOPRODUCTIVAS DEL CULTIVO DE LA YUCA (Manihot esculenta
 Crantz) VARIEDAD "MALEÑA" en CHINCHA ALTA, ICA"



Financiado y gestionado por Sernamhi
 Unidad Ejecutora Nacional (UE)
 Oficina de Asesoría Técnica (OAT)
 Oficina de Asesoría Técnica (OAT)
 Oficina de Asesoría Técnica (OAT)

Ica, 15 de abril del 2025
 Parque Industrial 162 A lote 5- Ica
 Telef. 054-228902
www.sernamhi.gob.pe

VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL

ANEXO 2:

ANALISIS DE SUELOS: CARACTERIZACION

Solicitante : JORGE MAGALLANES MAGALLANES

Departamento: ICA
Distrito : ALTO LARAN
Referencia : H.R. 81629-258C-23

Provincia: CHINCHA
Predio : LUIS RONCEROS
Bolt.: 6256
Fecha : 08/01/2024

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena	Limo	Arcilla			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
								%	%	%			meq/100g							
17142		8.17	0.37	0.98	0.41	23.8	390	44	33	23	Fr.	10.88	8.21	1.37	0.90	0.40	0.00	10.88	10.88	100

A = Arena; A.Fr. = Arena FFranca; Fr.A. = Franco Arenoso; Fr. = FFranco; Fr.L. = Franco Limoso; L = Limoso; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso; Fr.Ar. = Franco Arcilloso;
Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso; Ar.A. = Arcillo Arenoso; Ar.L. = Arcillo LLimoso; Ar. = Arcilloso

Dra. Lily Tello Peramás
Jefa del Laboratorio

Nota: el terreno experimental fue compartido con su compañero Choque Huaroto Cristian Jhon

ANEXO 3: hoja de recepción de muestra del laboratorio UNALM



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS Y PLANTAS
 Av. La Molina s/n Campus UNALM
 Teléfono: 614-7800 Anexo 222 - Celular: 946-505-254
 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe



LLAMAR S ENERW

HOJA DE RECEPCION N° 081629 - 2023

SOLICITANTE: JORGE MAGALLANES Telf.: 956 317 468 Fecha: 21-12-2023
MAGALLANES
 PROCEDENCIA: Departamento: ICA Provincia: CHINCHA
 Distrito: ALTO LARAN Predio: LUIS RONCEROS
 MUESTRAS DE: SUELO CANTIDAD: 1

ANALISIS SOLICITADOS

P.U. S/.

US\$

()	Análisis Suelo Fertilidad	CANCELADO 21 DIC. 2023 LASPAF - UNALM
(X)	Análisis Suelo Caracterización	
()	Análisis Suelo Salinidad	
()	Análisis Agua	
()	Análisis Foliar	
()	Otros (Especificar)	

Entregado por: 66 RUSW
 Recibido por: UEVO VILLALBERTA

A cuenta:
 Total S/ 80.00 US\$

ANEXO 4:

VARIEDAD DE YUCA “MALEÑA”

La variedad **Maleña** es una de las variedades de yuca más apreciadas y comerciales en la costa central del Perú, especialmente en la región de Lima (de donde proviene su nombre, del valle de **Mala**).

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad Maleña es una variedad de pulpa amarilla ampliamente cultivada en la costa central del Perú, destacando por su buena adaptación a las condiciones edafoclimáticas de zonas cálidas y semiáridas. La planta presenta hábito de crecimiento arbustivo, con altura promedio entre 2,0 y 3,0 m, tallo erecto y moderadamente ramificado, lo que facilita su manejo agronómico. Las hojas son palmeadas, con 5 a 7 lóbulos bien definidos, de color verde intenso y pecíolos largos, características típicas de variedades mejoradas para producción comercial.

Las raíces tuberosas de la variedad Maleña son de forma cilíndrica a ligeramente cónica, con cáscara externa de color marrón oscuro y corteza interna rosada; la pulpa es de color amarillo intenso, asociada a un mayor contenido de carotenoides. Presenta textura harinosa, sabor ligeramente dulce y buena calidad culinaria, lo que favorece su aceptación en el mercado fresco e industrial. Desde el punto de vista productivo, la variedad Maleña se caracteriza por un adecuado número de raíces comerciales por planta, buen peso individual de raíz y elevado rendimiento por hectárea, especialmente cuando se emplean prácticas adecuadas de preparación del suelo y manejo agronómico.

Asimismo, esta variedad muestra tolerancia moderada a periodos de déficit hídrico y capacidad de desarrollarse en suelos de fertilidad media a baja, constituyéndose en una alternativa viable para sistemas de producción agrícola en la costa peruana, contribuyendo a la seguridad alimentaria y al desarrollo económico local.

TAXONOMIA:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Malpighiales

Familia: Euphorbiaceae

Subfamilia: Crotonoideae

Tribu: Manihoteae

Género: Manihot

Especie: *Manihot esculenta*

ANEXO 5: Análisis estadístico en el Programa Estadístico INFOSTAT

Nueva tabla: 30/12/2025 - 12:08:11 - [Versión: 30/04/2020]

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
altplanta	16	0.76	0.60	7.61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.52	6	0.09	4.73	0.0191
bloque	0.17	3	0.06	3.16	0.0789
tratamiento	0.35	3	0.12	6.30	0.0136
Error	0.17	9	0.02		
Total	0.69	15			

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0184 gl: 9

bloque	Medias	n	E.E.	
I	1.92	4	0.07	A
II	1.83	4	0.07	A B
IV	1.73	4	0.07	A B
III	1.64	4	0.07	B

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

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0184 gl: 9

tratamiento	Medias	n	E.E.	
1	1.91	4	0.07	A
2	1.85	4	0.07	A
3	1.85	4	0.07	A
4	1.53	4	0.07	B

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

ANEXO 6: Datos tomados en campo

DATOS DE ALTURA DE PLANTA DE YUCA MALEÑA EN CHINCHA (cm)

BLOQUES	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
I	2,10	2,09	2,05	1,44
II	2,03	1,72	1,95	1,63
III	1,63	1,74	1,66	1,54
IV	1.86	18,4	1,72	1,51

DATOS DEL NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA DE YUCA MALEÑA EN CHINCHA (unidad)

BLOQUES	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
I	25	26	29	22
II	27	28	27	23
III	30	27	26	22
IV	28	26	28	23

DATOS DEL DIÁMETRO DE TALLO DE YUCA MALEÑA EN CHINCHA (cm)

BLOQUES	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
I	3.3	3.4	3.6	3.0
II	3.2	3.5	3.3	3.1
III	3.5	3.6	3.6	2.9
IV	3.6	3.5	3.4	2.8

DATOS DEL LARGO DE RAÍZ DE YUCA MALEÑA EN CHINCHA (cm)

BLOQUES	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
I	21,2	24,1	28,3	19.2
II	21,3	22,9	25,2	18.3
III	24,1	23,0	23,1	20.0
IV	25.2	25.5	26.8	20.1

DATOS DEL DIÁMETRO DE RAÍZ DE YUCA MALEÑA EN CHINCHA (cm)

BLOQUES	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
I	5.2	5.8	5.8	4.5
II	5.7	5.5	5.8	4.8
III	5.8	5.9	5.7	4.4
IV	6.1	5.9	6.0	4.2

DATOS DEL PESO DE RAIZ COMERCIAL POR PLANTA DE YUCA MALEÑA EN CHINCHA (Kg/planta)

BLOQUES	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
I	3.0	2.8	2.8	1.1
II	2.3	2.5	2.5	1.0
III	3.0	2.5	3.0	1.3
IV	2.8	2.9	2.6	1.5

DATOS DEL PESO DE RAIZ NO COMERCIAL POR PLANTA DE YUCA MALEÑA EN CHINCHA (Kg)

BLOQUES	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
I	0.5	0.5	0.7	1.5
II	0.5	0.7	1.0	1.5
III	0.7	0.5	0.6	1.0
IV	1.2	1.0	1.2	1.5

DATOS DEL RENDIMIENTO TOTAL DE RAICES DE YUCA MALEÑA EN CHINCHA (Kg/ha)

BLOQUES	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
I	36.75	34.65	36.75	26.25
II	29.4	33.6	36.75	26.25
III	38.85	31.5	37.8	24.15
IV	42.0	31.5	39.9	31.5

DATOS DEL NÚMERO DE RAICES POR PLANTA DE YUCA MALEÑA EN CHINCHA (Kg)

BLOQUES	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
I	8	9	8	6
II	8	8	9	6
III	9	9	10	5
IV	10	11	10	6

ANEXO 7: Galeria fotográfica



Figura 4: Calicata para la toma de muestra de suelo



Figura 5: tallos para sacar los esquejes de yuca



Figura 6: desinfectante para los esquejes



Figura 7: siembra de esquejes



Figura 8: desarrollo del cultivo en el tratamiento T2



Figura 9: desarrollo del cultivo en el tratamiento T1



Figura 10: desarrollo del cultivo en el tratamiento T3



Figura 11: Desarrollo del cultivo de yuca variedad “Maleña” en Chíncha Alta



Figura 12: cosecha de raíces del tratamiento T3



Figura 13: Raíces del tratamiento T3



Figura 14: Medida de diámetro de raíz



Figura 15: raíces del tratamiento T2



Figura 16: cosecha de raíces de yuca



17: riego del cultivo de yuca