



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 la posición de los esquejes sobre las características morfoproductivas del cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* C.) variedad amarilla en Chincha - Ica.

Presentado por:

CHOQUE HUAROTO CRISTIAN JHON

Graduado del nivel Pregrado de la Facultad de Agronomía. El resultado obtenido es 01% de similitud (Uno 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, 19 de marzo 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 la posición de los esquejes sobre las características morfoproductivas del cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* C.) variedad amarilla en Chincha - Ica

Línea de Investigación: Ciencias Naturales, Ingeniería y Tecnologías Sostenibles

INFORME FINAL DE TESIS

AUTOR:

CHOQUE HUAROTO CRISTIAN JHON

Ica, Perú

2026

DEDICATORIA

A DIOS:

Por ser mi guía en todo momento, por darme la vida, salud y fuerzas cuando sentí desfallecer y por llenar mi camino de luz, incluso en los días más oscuros. Sin él, nada de esto hubiera sido posible.

A MIS PADRES

Santos y Carmen, quienes a lo largo de sus vidas me han inculcado la cultura del trabajo y estudio. Su dedicación y esfuerzo constante para asegurarme una educación son un regalo que valoro más allá de las palabras. Gracias por creer en mí incluso en los momentos más difíciles.

A MI FAMILIA

Quienes con su cariño y apoyo me motivaron a no rendirme.

Esta meta es tan mía como de ustedes.

.

Cristian Jhon Choque Huaroto

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional San Luis Gonzaga, mi alma máter, a la que le debo los conocimientos y las herramientas fundamentales que me permitirán mi futuro desarrollo profesional en el campo de la Agronomía.

A mis padres Santos y Carmen, por ser mi pilar fundamental en cada etapa. Su amor incondicional, sus consejos sabios y su apoyo constante fueron las herramientas que me permitieron superar cualquier obstáculo. Su ejemplo de esfuerzo y perseverancia me enseñó el camino hacia este logro, el cual es tan suyo como mío.

A los docentes de la Facultad de Agronomía, por haberme permitido compartir valiosas experiencias y por transferir con generosidad sus conocimientos, elementos que han sido pilares en mi formación académica.

Al Dr. Jorge Luis Magallanes Magallanes, mi asesor, por su orientación profesional, la paciencia demostrada y la dedicación constante, cualidades indispensables que hicieron posible la exitosa culminación de esta investigación.

A mis compañeros de estudios, por los momentos compartidos, y por las enseñanzas y consejos que hicieron de nuestra convivencia un apoyo crucial para fortalecer mi desarrollo académico.

A todas aquellas personas que, directa o indirectamente, contribuyeron a la realización de este trabajo, les extiendo mi más sincero y profundo agradecimiento.

INDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	Pág.
CARATULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE DE CONTENIDOS	iv
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I : INTRODUCCIÓN.	1
1.1 Antecedentes	2
1.2 Descripción de la realidad problemática	5
1.3 Formulación del problema	6
1.4 Justificación e importancia de la investigación	6
1.5 Hipótesis	8
1.6 Objetivos.	8
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	11
2.4 Metodología de aplicación de tratamientos	14
2.5 Técnicas de recolección de datos	17
2.6 Variables de la investigación	18
2.7 Técnicas de procesamiento de datos	19
III : RESULTADOS	20
IV : DISCUSIÓN	34
V : CONCLUSIONES	43
VI : RECOMENDACIONES	44
VII : REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	45
VIII : ANEXOS	48

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.	Tratamientos en estudio	12
Tabla 2	Croquis experimental	13
Tabla 3.	Malezas más frecuentes encontradas en el campo	16
Tabla 4.	Cronograma de riego utilizado en el cultivo de yuca en chincha 2023-2024	16
Tabla 5.	Observaciones meteorológicas de agosto 2023 a abril 2024	20
Tabla 6.	Análisis físico-mecánico de suelo	21
Tabla 7.	Análisis químico del suelo	22
Tabla 8.	Análisis de varianza de días a la brotación del efecto de la posición de los esquejes sobre las características morfoproductiva del cultivo de la yuca (<i>Manihot esculenta</i> c.) variedad amarilla en Chincha	23
Tabla 9.	Prueba de rango múltiple de Duncan de días a la brotación del efecto de la posición de los esquejes sobre las características morfoproductiva del cultivo de la yuca (<i>Manihot esculenta</i> c.) variedad amarilla en Chincha	23
Tabla 10.	Análisis de varianza de altura de planta en el efecto de la posición de los esquejes sobre las características morfoproductiva del cultivo de la yuca (<i>Manihot esculenta</i> c.) variedad amarilla en Chincha	24
Tabla 11.	Prueba de rango múltiple de Duncan de la altura de planta del efecto de la posición de los esquejes sobre las características morfoproductiva del cultivo de la yuca (<i>Manihot esculenta</i> c.) variedad amarilla en Chincha.	24
Tabla 12.	Análisis de varianza de diámetro de tallo sobre el efecto de la posición de los esquejes sobre las características morfoproductiva del cultivo de la yuca (<i>Manihot esculenta</i> c.) variedad amarilla en Chincha.	25
Tabla 13.	Prueba de rango múltiple de Duncan de diámetro de tallo sobre el efecto de la posición de los esquejes sobre las características morfoproductiva del cultivo de la yuca (<i>manihot esculenta</i> c.) variedad amarilla en Chincha	25
Tabla 14.	Análisis de varianza del número de raíces por planta sobre el efecto de la posición de los esquejes sobre las características morfoproductiva del cultivo de la yuca (<i>Manihot esculenta</i> c.) variedad amarilla en Chincha.	26

Tabla 15.	Prueba de rango múltiple de Duncan del número de raíces por planta sobre el efecto de la posición de los esquejes sobre las características morfoproductiva del cultivo de la yuca (<i>Manihot esculenta</i> c.) variedad amarilla en Chincha.	26
Tabla 16.	Análisis de varianza de longitud de raíces sobre el efecto de la posición de los esquejes sobre las características morfoproductiva del cultivo de la yuca (<i>Manihot esculenta</i> c.) variedad amarilla en Chincha	27
Tabla 17.	Prueba de rango múltiple de Duncan de longitud de raíces del efecto de la posición de los esquejes y su efecto sobre las características morfoproductiva del cultivo de la yuca (<i>Manihot esculenta</i> c.) variedad amarilla en Chincha	27
Tabla 18.	Análisis de varianza del ancho de raíces del efecto de la posición de los esquejes sobre las características morfoproductiva del cultivo de la yuca (<i>Manihot esculenta</i> c.) variedad amarilla en Chincha.	28
Tabla 19.	Prueba de rango múltiple de Duncan del ancho de raíces del efecto de la posición de los esquejes y su efecto sobre las características morfoproductiva del cultivo de la yuca (<i>manihot esculenta</i> c.) variedad amarilla en Chincha.	28
Tabla 20.	Análisis de varianza del peso de raíces por planta del efecto de la posición de los esquejes sobre las características morfoproductiva del cultivo de la yuca (<i>Manihot esculenta</i> c.) variedad amarilla en Chincha	29
Tabla 21.	Prueba de rango múltiple de Duncan del peso de raíces por planta del efecto de la posición de los esquejes sobre las características morfoproductiva del cultivo de la yuca (<i>Manihot esculenta</i> c.) variedad amarilla en Chincha.	29
Tabla 22.	Análisis de varianza del número de ramas por planta del efecto de la posición de los esquejes sobre las características morfoproductiva del cultivo de la yuca (<i>Manihot esculenta</i> c.) variedad amarilla en Chincha.	30
Tabla 23.	Prueba de rango múltiple de Duncan del número de ramas por planta del efecto de la posición de los esquejes sobre las características morfoproductiva del cultivo de la yuca (<i>Manihot esculenta</i> c.) variedad amarilla en Chincha.	30
Tabla 24.	Análisis de varianza del rendimiento de raíces comerciales del efecto de la posición de los esquejes sobre las características morfoproductiva del cultivo de la yuca (<i>Manihot esculenta</i> c.) variedad amarilla en Chincha	31

Tabla 25.	Prueba de rango múltiple de Duncan del rendimiento de raíces comerciales del efecto de la posición de los esquejes sobre las características morfoproductiva del cultivo de la yuca (<i>Manihot esculenta</i> c.) variedad amarilla en Chincha.	31
Tabla 26.	Análisis de varianza del rendimiento de raíces no comerciales del efecto de la posición de los esquejes sobre las características morfoproductiva del cultivo de la yuca (<i>Manihot esculenta</i> c.) variedad amarilla en Chincha.	32
Tabla 27.	Prueba de rango múltiple de Duncan del rendimiento de raíces no comerciales del efecto de la posición de los esquejes sobre las características morfoproductiva del cultivo de la yuca (<i>Manihot esculenta</i> c.) variedad amarilla en Chincha.	32
Tabla 28	Análisis de varianza del rendimiento total de raíces del efecto de la posición de los esquejes sobre las características morfoproductiva del cultivo de la yuca (<i>Manihot esculenta</i> c.) variedad amarilla en Chincha	33
Tabla 29	Prueba de rango múltiple de Duncan del rendimiento total de raíces del efecto de la posición de los esquejes sobre las características morfoproductiva del cultivo de la yuca (<i>Manihot esculenta</i> c.) variedad amarilla en Chincha.	33

INDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Ubicación del campo experimental
- Figura 2. Selección de plantas madre para obtener esquejes
- Figura 3. Corte de esquejes de la planta madre
- Figura 4. Obtención de esquejes
- Figura 5. Siembra de esquejes de yuca en posición inclinada 45° en dirección del surco
- Figura 6. Siembra de esquejes de yuca en posición horizontal en dirección del surco
- Figura 7. Siembra de esquejes de yuca en posición vertical en dirección del surco
- Figura 8. Brotamiento de los esquejes de yuca a los 3 meses
- Figura 9. Cultivo de yuca amarilla a los 3 meses después de la siembra
- Figura 10. Cultivo en madurez fisiológica (cosecha)
- Figura 11. Cosecha del cultivo de yuca

RESUMEN

El presente estudio evaluó el efecto de la posición de los esquejes en el desarrollo morfoproductivo del cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad amarilla, bajo condiciones áridas de Ica (Chincha). Los resultados del análisis estadístico evidenciaron diferencias significativas en los días a la brotación, altura de planta, diámetro de tallo, número, longitud, ancho y peso de raíces, así como en el rendimiento comercial y total. El tratamiento T1 mostró el mejor comportamiento agronómico, destacando por una brotación más temprana, mayor crecimiento vegetativo y un desarrollo radical más vigoroso. Asimismo, alcanzó el mayor rendimiento total con 21,07 t ha⁻¹, superando significativamente a los demás tratamientos evaluados. La orientación adecuada de los esquejes favoreció un mejor contacto de las yemas con el suelo, lo que optimizó la emisión de brotes y estimuló la formación de raíces más largas y gruesas, incrementando la eficiencia en la absorción de agua y nutrientes. En contraste, el número de ramas por planta no presentó diferencias significativas entre tratamientos, lo que indica una mayor influencia de factores genéticos. Los bajos valores del coeficiente de variación reflejan una alta precisión experimental y respaldan la confiabilidad de los resultados. En conclusión, la posición del esqueje constituye un factor agronómico clave para mejorar la emergencia, el crecimiento y el rendimiento de la yuca en la región de Ica.

Palabras clave: esquejes, yuca, raíces.

ABSTRACT

This study evaluated the effect of cutting position on the morpho-productive development of cassava (*Manihot esculenta* Crantz), yellow variety, under arid conditions in Ica (Chincha), Peru. Statistical analysis revealed significant differences in days to sprouting, plant height, stem diameter, number, length, width, and weight of roots, as well as commercial and total yield. Treatment T1 showed the best agronomic performance, characterized by earlier sprouting, greater vegetative growth, and more vigorous root development. In addition, it achieved the highest total yield, reaching 21.07 t ha⁻¹, significantly outperforming the other evaluated treatments. Proper orientation of the cuttings improved bud–soil contact, which enhanced shoot emergence and stimulated the formation of longer and thicker roots, thereby increasing the efficiency of water and nutrient uptake. In contrast, the number of branches per plant did not show significant differences among treatments, suggesting a stronger influence of genetic factors. The low coefficients of variation observed across all variables indicate high experimental precision and support the reliability of the results. In conclusion, cutting position represents a key agronomic factor for improving emergence, growth, and yield of cassava under arid conditions such as those of the Ica region.

Keywords: cuttings, cassava, roots.

I. INTRODUCCIÓN

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es uno de los cultivos básicos de mayor importancia en los trópicos y subtrópicos, siendo el cuarto a nivel mundial en aporte energético, después del arroz, el maíz y el trigo [1]. Su raíz tuberosa es fuente esencial de carbohidratos y se destina tanto al consumo humano directo como a la alimentación animal y la industria agroalimentaria [2]. En el Perú, este cultivo se desarrolla principalmente en la Amazonía y en algunas zonas de la costa norte y sur, como Ica, donde se ha introducido con éxito debido a la adaptación de ciertas variedades a condiciones de aridez bajo riego tecnificado [3].

Dentro de la diversidad de cultivares disponibles, la yuca amarilla adquiere relevancia por su aporte nutricional, especialmente en betacarotenos y provitamina A, lo que la convierte en una alternativa para mejorar la seguridad alimentaria y la dieta de las poblaciones [4].

Su aceptación en el consumo fresco y el interés creciente de la agroindustria la posicionan como una variedad con potencial económico para pequeños y medianos productores de la costa peruana. La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es un cultivo de gran importancia económica y alimentaria en regiones tropicales y subtropicales, debido a su alta capacidad de adaptación a diversas condiciones edafoclimáticas y a su aporte energético a la dieta humana. En zonas áridas y semiáridas, como la región de Ica, este cultivo representa una alternativa viable para la diversificación productiva; sin embargo, su rendimiento se encuentra condicionado por el uso de prácticas agronómicas adecuadas durante las etapas iniciales de establecimiento del cultivo [5].

La propagación de la yuca se realiza principalmente de forma vegetativa mediante segmentos de tallo o esquejes, lo que permite conservar las características genéticas de la variedad cultivada. No obstante, el éxito de la brotación y el posterior desarrollo del cultivo dependen de diversos factores asociados al material de propagación, tales como la edad fisiológica del tallo, su grosor y, especialmente, la posición del esqueje dentro de la planta madre. Diferentes estudios señalan que los esquejes apicales presentan una brotación más rápida debido a la mayor actividad de sus yemas, aunque son más susceptibles a daños; los esquejes medios muestran un equilibrio entre vigor y resistencia, mientras que los basales, al ser más lignificados, pueden generar plantas más robustas, pero con menor velocidad de emergencia [6].

En este contexto, resulta necesario evaluar el efecto de la posición de los esquejes sobre el desarrollo morfoproductivo y el rendimiento del cultivo de yuca, con la finalidad de generar información técnica que permita optimizar su manejo agronómico y mejorar la productividad en condiciones áridas como las de la región de Ica [7].

Estudios realizados en diversas regiones productoras evidencian diferencias significativas en la emergencia, el crecimiento y la productividad de plantas según la posición del esqueje utilizado [8]; y [9]. No obstante, existe poca información aplicada al contexto de la costa sur del Perú, donde las condiciones edafoclimáticas difieren de las zonas tropicales tradicionales. En Ica, la

agricultura se desarrolla en suelos de textura ligera, con disponibilidad de agua limitada y altas amplitudes térmicas, lo que podría modificar el comportamiento de los esquejes en comparación con otras regiones.

Ante esta carencia de estudios locales, los agricultores suelen seleccionar los esquejes de manera empírica, sin criterios técnicos claros, lo que genera variabilidad en la tasa de brotamiento y afecta la uniformidad del cultivo y el rendimiento final. Esta problemática limita la eficiencia productiva y reduce la competitividad del cultivo en la región.

En este sentido, la presente investigación tiene como objetivo determinar el efecto de la posición de los esquejes sobre las características morfoproductivas del cultivo de la yuca variedad amarilla en condiciones de Ica, generando evidencia científica que permita optimizar las prácticas de propagación y mejorar la productividad del cultivo en escenarios áridos y de manejo intensivo.

1.1 ANTECEDENTES

Antecedentes internacionales

Diversos estudios han demostrado que la posición del esqueje en la planta madre influye significativamente en la brotación, el crecimiento y el rendimiento del cultivo de yuca. En Nigeria, Ibrahim [8] evaluaron la posición y orientación de los esquejes, concluyendo que los segmentos provenientes de la porción media del tallo presentaron mayores tasas de emergencia y mayor rendimiento tuberoso en comparación con los esquejes apicales y basales.

De manera similar, investigaciones en Camerún realizadas por Ekanayake [10] evidenciaron que la edad fisiológica y la ubicación de los esquejes determinan la viabilidad de las yemas y la uniformidad del cultivo. Los resultados mostraron que los esquejes medios lograron un mejor balance entre vigor inicial y persistencia bajo condiciones de estrés ambiental.

En Asia, Lebot [5] señaló que los esquejes basales, al estar más lignificados, tienden a presentar una brotación más lenta, pero desarrollan un sistema radicular más profundo, lo cual puede resultar ventajoso en condiciones de sequía, aunque con menor tasa de prendimiento en comparación con esquejes apicales y medios.

Por su parte, Kawano [6], tras tres décadas de investigación en el Centro Internacional de Agricultura Tropical [11], resaltó que la correcta selección de esquejes en función de la posición, edad y grosor constituye una práctica determinante para alcanzar el máximo potencial productivo del cultivo. Finalmente, estudios recientes de [12] confirmaron que la actividad hormonal varía según la posición del esqueje, influyendo en la brotación de yemas y en el desarrollo de raíces adventicias.

En suelos de textura arenosa, característicos de climas secos tropicales, la yuca suele establecerse en siembra al plano. En estas condiciones, se recomienda colocar las estacas en posición vertical, enterrándolas aproximadamente 5 cm de sus 20 cm de longitud total. Esta práctica protege las yemas, ya que la exposición directa al calor excesivo puede dañarlas y, en consecuencia, reducir el rendimiento del cultivo [11].

En lo que respecta al rendimiento, se obtuvieron mayores producciones utilizando estacas de 20, 25 y 30 cm de longitud, establecidas en forma horizontal a 10 cm de profundidad [11].

La siembra a una profundidad de 5 cm resultó más favorable, registrándose rendimientos de 15.62 t/ha con la posición horizontal, 14.45 t/ha con la posición inclinada y 11.8 t/ha con la posición vertical. Los dos primeros, junto con el tratamiento inclinado a 10 cm, conformaron el grupo de mayor producción.

Se concluye que, la plantación de las estacas en posición horizontal, a 10 cm de profundidad en surcos, facilita las labores de cosecha comercial [12].

La posición en que se siembran las estacas de yuca influye en la distribución de las raíces reservantes y en el proceso de cosecha, que, de acuerdo con el sistema utilizado, puede resultar más fácil o difícil. Asimismo, la posición y el tamaño de las estacas afectan el desarrollo de la parte aérea, lo cual, en ciertos casos, contribuye al control de malezas [13].

En la posición vertical, las plantas desarrollan raíces más profundas con distintos planos de esparcimiento, lo que proporciona una mayor fijación en el suelo. Además, se ha señalado que una profundidad de 10 cm es la más adecuada para este tipo de siembra en relación con la plantación y la cosecha [14].

Cuando la posición de siembra es inclinada, las raíces tienden a originarse en la callosidad; sin embargo, al igual que en el caso de la siembra vertical, otras raíces pueden emerger de las yemas laterales que permanecen bajo tierra [15]. En el caso de la siembra horizontal, las raíces tuberosas se distribuyen a lo largo de la estaca, ya que se forman tanto en las yemas laterales como en ambos extremos de esta. En esta disposición, las estacas se localizan más superficialmente y con una distribución más dispersa, lo que facilita las labores de cosecha [15].

El mejor tratamiento correspondió a la siembra inclinada a 5 cm de profundidad, ya que presentó rendimientos óptimos en promedio de longitud y diámetro de raíces comerciales, peso de raíces comerciales, peso de la parte aérea, porcentaje de almidón y contenido de materia seca. En segundo lugar, destacó el tratamiento vertical a 10 cm de profundidad, por sus resultados en número de raíces comerciales, número total de raíces y peso total de raíces [17].

Antecedentes nacionales

La modalidad de plantación diagonal resultó ser la más productiva en el cultivo de yuca precoz variedad Motelina en la zona de Pichanaki, destacando en todas las variables evaluadas. Según los resultados, las siembras en posición horizontal y diagonal fueron las más favorables en cuanto a rendimiento, mientras que la posición vertical ocupó el último lugar. Asimismo, se evidenció una diferencia estadísticamente significativa entre la posición inclinada y la horizontal. En base a ello, se recomienda a los agricultores de la Selva Central emplear las modalidades de plantación en forma diagonal u horizontal [16].

Jiménez [18] evaluó cinco momentos de siembra y su influencia en la producción de raíces de yuca bajo condiciones agroclimáticas de Iquitos. Se determinó que la siembra en el mes de septiembre permitió alcanzar un promedio de 11 raíces/planta, superior a las 5 y 7 raíces/planta obtenidas en diciembre y enero, respectivamente. Asimismo, se reportó un mayor diámetro en las estacas sembradas en septiembre y octubre. En cuanto al rendimiento total y neto, los meses de septiembre y octubre registraron valores estadísticamente superiores en comparación con noviembre, diciembre y enero, siendo este último el de menor productividad con 9 t/ha.

La producción de raíces presenta variaciones en función de la localidad y del cultivar. En Iquitos se reportaron rendimientos de 8, 14, 27 y 42 t/ha para los cultivares Ungurahui, Motelo Rumo, Amarilla y Palo Negro, respectivamente. En Pucallpa se alcanzaron 25 t/ha, mientras que en Tarapoto se obtuvieron 25 y 17 t/ha con las variedades Auquina Amarilla y Rumo Maqui, respectivamente [19].

De acuerdo con el cultivar y la zona de siembra, la forma, el tamaño y el peso de la raíz presentan variaciones, registrándose diámetros entre 4 y 12 cm y longitudes de 20 a 58 cm. Asimismo, la orientación del sistema radical depende de la posición en que se establezca la estaca [20].

La siembra de estacas debe realizarse a una profundidad de 5–8 cm, sobre surcos o directamente en el suelo. Cuando se emplean estacas de 20 cm, estas suelen establecerse en forma horizontal, inclinada o vertical. La densidad de plantación depende del tipo de suelo, la época de siembra y la arquitectura de la planta (presencia de ramificaciones), lo que influye directamente en el distanciamiento entre plantas, el cual varía de 0.8×0.8 m (15 625 plantas/ha) a 1×1 m (10 000 plantas/ha). [21].

Vásquez y Pezo [22] realizaron un estudio comparativo de ocho variedades de yuca bajo condiciones agroclimáticas de Iquitos. Las variedades evaluadas fueron: Amarilla, Z2-82, Zevallo Negro, Z1-81-R, Lobera, Umisha Rumo Blanco, Z1-81-B y Motelo Rumo, registrándose rendimientos entre 13.8 y 26.8 t/ha. Los mayores rendimientos se obtuvieron con las variedades Amarilla (26.8 t/ha), Z2-82 (23.8 t/ha) y Zevallo Negro (21 t/ha).

Reátegui [23] realizó un estudio comparativo entre las variedades Tres Mesino y Señorita en la zona de Zúngaro Cocha, Iquitos. No se encontraron diferencias significativas en el rendimiento, el cual osciló entre 1.3 y 2.2 kg/planta, aunque este parámetro estuvo influenciado por la variedad. En cuanto a la altura de planta, sí se observaron diferencias, destacando la variedad Señorita con valores entre 1.5 y 1.6 m. Asimismo, se registró un promedio de 10 raíces en la variedad Tres Mesino, superando a las 8 raíces reportadas en la variedad Señorita.

Zuta [24] en el año 1985, empleo la variedad Señorita en un ensayo para ver si el tamaño de la estaca y forma del sembrado influye en la producción de raíces, donde se obtuvieron mejor diámetro de tallo con estacas de 10 y 15 cm, por otro lado, con estacas de 40 y 50 cm se obtuvo mayor altura. Los rendimientos varían entre 9.7 y 17.9 t/ha y el número de raíces oscilaron los 8 y 16 raíces/planta.

Los mayores rendimientos de yuca se registraron en los departamentos de Lima (35,364 kg/ha) e Ica (25,474 kg/ha), valores que superan ampliamente el promedio nacional debido a la mayor disponibilidad de tecnología para la producción. Asimismo, se reportaron rendimientos superiores al promedio nacional en Ancash (20 361 kg/ha), Amazonas (16,023 kg/ha), San Martín (15,834 kg/ha), Junín (14,314 kg/ha) y Pasco (13,578 kg/ha) [27].

Antecedentes locales

En la actualidad, no se registran investigaciones científicas sistematizadas sobre el cultivo de yuca (*M. esculenta* Crantz) en las distintas localidades que conforman la región de Ica, a pesar de que esta especie presenta un importante potencial productivo y socioeconómico. La ausencia de estudios locales limita la generación de información técnica relacionada con el manejo agronómico del cultivo, como la adaptación a las condiciones edafoclimáticas características de Chincha. En este contexto, el presente estudio se plantea como una investigación pionera en la zona, con el propósito de sentar las bases técnicas y científicas que sirvan como referencia para futuras investigaciones, contribuyendo al fortalecimiento de la producción de yuca y al desarrollo sostenible del sector agrícola regional.

1.2 Descripción de la realidad problemática

La yuca (*M. esculenta* Crantz) es un cultivo que tiene importancia económica porque contribuye con la seguridad alimentaria en el Perú, y en particular en la región de Ica, donde la variedad amarilla destaca por su valor nutricional y por su creciente demanda en mercados locales y agroindustriales. No obstante, la productividad de este cultivo depende de diversos factores agronómicos, entre los cuales la calidad y manejo del material de propagación vegetativa resultan determinantes.

Una de las prácticas que puede influir directamente en el rendimiento es la posición de los esquejes al momento de la siembra, ya que esta condiciona la emisión de raíces, el desarrollo de brotes y la formación de raíces tuberosas. Aunque en otras regiones se han obtenido resultados que muestran ventajas de determinadas posiciones (vertical, horizontal o inclinada), en Ica no existe suficiente evidencia científica que permita recomendar de manera precisa la mejor técnica de siembra adaptada a las condiciones edafoclimáticas locales.

La falta de estudios que analicen la relación entre la posición del esqueje y el desempeño morfoproductivo de la yuca en condiciones de Chincha alta en Ica limita el desarrollo de recomendaciones técnicas precisas para los productores. En un contexto donde la diversificación agrícola y la competitividad de cultivos alternativos son prioritarias, resulta fundamental generar evidencia científica que permita identificar las prácticas de propagación más eficientes y sostenibles para la variedad amarilla de yuca.

1.3 Formulación del problema.

Problema General

- ¿Cuál es el efecto de la posición de los esquejes sobre las características morfoproductivas del cultivo de yuca (*M. esculenta* Crantz) variedad amarilla en Chincha, Perú?

Problemas Específicos

1. ¿De qué manera influye la posición de los esquejes en el crecimiento vegetativo (altura de planta y diámetro de tallo) de la yuca variedad amarilla en Chincha?
2. ¿Cómo afecta la disposición de los esquejes en la formación y desarrollo de las raíces tuberosas (longitud, diámetro y peso) en Chincha?
3. ¿Qué posición de siembra permite obtener un mayor rendimiento por hectárea en las condiciones agroecológicas de Chincha?

1.4 Justificación e importancia de la investigación

El cultivo de yuca (*M. esculenta* Crantz) constituye una alternativa estratégica para la seguridad alimentaria y el desarrollo agrícola en zonas áridas y semiáridas como la región de Ica; sin embargo, su productividad se ve limitada por prácticas agronómicas inadecuadas durante el establecimiento del cultivo. En este contexto, la correcta posición de los esquejes al momento de la siembra adquiere especial relevancia, debido a su influencia directa en la brotación, el desarrollo vegetativo y la formación de raíces comerciales. Por ello, la presente investigación se justifica en la necesidad de generar información técnica que permita optimizar el manejo del cultivo, y es importante también porque va a mejorar el rendimiento y la calidad comercial de la yuca, y contribuir al fortalecimiento de sistemas productivos más eficientes y sostenibles.

1.4.1 Justificación

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) constituye uno de los cultivos de mayor importancia en las zonas tropicales y subtropicales, debido a su capacidad de adaptación a condiciones edafoclimáticas adversas y a su valor alimenticio como fuente de carbohidratos. En la región de Ica, Perú, el cultivo de la variedad amarilla presenta un alto potencial productivo, tanto para el consumo local como para el abastecimiento de mercados nacionales e internacionales, dado su contenido energético y su creciente aceptación en la agroindustria.

Sin embargo, la productividad del cultivo está influenciada por diversos factores agronómicos, entre los cuales la calidad y el manejo del material de propagación vegetativa resultan determinantes. La posición del esqueje en la siembra es una práctica que, aunque de bajo costo, puede impactar significativamente en el desarrollo morfológico de la planta, la formación de raíces tuberosas y, en consecuencia, en el rendimiento por hectárea. Estudios previos en otras regiones han demostrado diferencias notables en variables como altura de planta, diámetro de tallo, longitud y peso de raíz, así como en el rendimiento total, dependiendo de si los esquejes son colocados en posición vertical, inclinada u horizontal.

En este contexto, es necesario generar información científica adaptada a las condiciones agroecológicas de Ica, donde las características del suelo y el régimen hídrico pueden modificar la respuesta del cultivo. La evaluación del efecto de la posición de los esquejes permitirá establecer recomendaciones técnicas, que optimicen las características morfoproductivas de la yuca amarilla, contribuyendo a mejorar la eficiencia productiva, la rentabilidad de los agricultores y la sostenibilidad del cultivo en la región.

1.4.2 Importancia.

El presente estudio reviste gran importancia por el impacto que el cultivo de la yuca (*M. esculenta* Crantz) tiene en los ámbitos alimentario, agronómico, socioeconómico y de sostenibilidad agrícola en Chíncha, la región de Ica y en el Perú en general.

En primer lugar, desde la perspectiva alimentaria y nutricional, la yuca constituye uno de los principales cultivos de raíces y tubérculos en el mundo y es considerada un alimento básico en la dieta de millones de personas. Su contenido energético, proveniente de los carbohidratos de fácil digestión, la convierte en un cultivo estratégico para la seguridad alimentaria. La variedad amarilla, en particular, adquiere una relevancia adicional al poseer un mayor contenido de carotenoides, precursores de la vitamina A, nutriente esencial para la prevención de la ceguera nocturna y el fortalecimiento del sistema inmunológico. Promover su cultivo mediante prácticas de manejo agronómico mejoradas contribuye directamente a la salud pública y a la diversificación alimentaria.

En segundo lugar, en el aspecto agronómico, la posición de los esquejes en la siembra es un factor determinante en la expresión del potencial productivo de la yuca. La disposición vertical, horizontal o inclinada influye en la emisión de raíces, el desarrollo de brotes, el grosor del tallo y, en última instancia, en el rendimiento de raíces tuberosas por hectárea. Determinar cuál de estas prácticas resulta más eficiente bajo las condiciones edafoclimáticas de Ica permitirá optimizar el aprovechamiento de los recursos, incrementar la productividad y establecer protocolos técnicos de fácil adopción para los productores locales. La generación de este conocimiento técnico-científico es fundamental para fortalecer la investigación aplicada en cultivos de importancia regional.

En tercer lugar, desde una visión socioeconómica, la yuca representa una fuente de ingresos significativa para pequeños y medianos agricultores, quienes dependen en gran medida de este cultivo para su sustento familiar. Mejorar la eficiencia productiva mediante prácticas simples y de bajo costo, como la correcta colocación de los esquejes, no solo incrementa la rentabilidad económica del cultivo, sino que también reduce riesgos frente a la variabilidad climática y a la competencia con otros cultivos de raíces y tubérculos. Además, la posibilidad de obtener mayores rendimientos en menor superficie fortalece la competitividad de la yuca en mercados locales y regionales, con potencial para atender la demanda de la agroindustria y la exportación.

Por último, en el ámbito ambiental y de sostenibilidad agrícola, la yuca se caracteriza por su capacidad de crecer en suelos de baja fertilidad y bajo condiciones de estrés hídrico, lo que la convierte en una alternativa resiliente frente al cambio climático. Sin embargo, la optimización de prácticas como la disposición de los esquejes permite reducir la necesidad de insumos externos, mejorar la eficiencia en el uso de los recursos y garantizar sistemas de producción más sostenibles en el tiempo.

Este estudio es importante porque aporta evidencia científica aplicable a las condiciones específicas de la región de Ica, promueve la seguridad alimentaria y nutricional, fortalece la rentabilidad de los agricultores, contribuye al desarrollo económico local y fomenta prácticas agrícolas sostenibles que aseguren la permanencia del cultivo de yuca amarilla en el futuro.

1.5 Hipótesis

La presente investigación parte de la hipótesis de que la posición de los esquejes durante la siembra influye significativamente en el desarrollo morfoproductivo y el rendimiento del cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad amarilla, bajo las condiciones edafoclimáticas de Chíncha. Se plantea que una orientación adecuada de los esquejes favorece una brotación más rápida, un mayor crecimiento vegetativo y un mejor desarrollo radical, lo que se traduce en un incremento del rendimiento comercial y total del cultivo, en comparación con otras posiciones de siembra.

1.5.1 Hipótesis General

La posición de los esquejes influye significativamente en las características morfoproductivas del cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad amarilla en Chíncha, de modo que la siembra en posición horizontal permite un mejor desarrollo vegetativo y un mayor rendimiento de raíces tuberosas en comparación con las posiciones vertical o inclinada.

1.5.2 Hipótesis Específicas

1. La posición de los esquejes afecta la altura de planta y el diámetro del tallo, siendo la posición horizontal la que promueve un mayor crecimiento vegetativo.
2. La disposición de los esquejes influye en la formación, longitud y diámetro de las raíces tuberosas, mostrando diferencias significativas entre las posiciones evaluadas.
3. El rendimiento total por hectárea es mayor cuando los esquejes se siembran en posición horizontal respecto a la posición vertical e inclinada.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de la posición de los esquejes sobre las características morfoproductivas del cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad amarilla en Chíncha.

1.6.2 Objetivos Específicos

1. Determinar la influencia de la posición de los esquejes en el crecimiento vegetativo de la yuca, considerando variables como altura de planta y diámetro de tallo.

2. Analizar el efecto de la disposición de los esquejes en la formación y desarrollo de las raíces tuberosas, evaluando longitud, diámetro y peso promedio.
3. Comparar el rendimiento total por hectárea obtenido en las diferentes posiciones de siembra (vertical, horizontal e inclinada).
4. Identificar la posición de esqueje que optimice las características morfoproductivas y el rendimiento del cultivo bajo las condiciones agroecológicas de chincha.

II. ESTRATEGIA METODOLOGICA

2.1 Ubicación del terreno experimental

El terreno experimental se encuentra ubicado en la provincia de Chincha Alta el distrito de Alto Larán que se ubica al Este de la provincia de Chincha, en el departamento de Ica, Perú. Su capital, la villa de Alto Larán, está a una altitud de 91 metros sobre el nivel del mar y se encuentra cerca del río San Juan.

- Provincia: Chincha.
- Región: Ica.
- País: Perú.

Coordenadas:

- Latitud sur $13^{\circ} 26' 45''$
- Longitud $76^{\circ} 05' 10''$.
- Altitud: 91 m.s.n.m.



Figura 1. Ubicación del terreno experimental

2.2 Tipo, nivel y diseño de la investigación

Tipo de Investigación

La investigación es de tipo experimental y aplicada, ya que busca manipular deliberadamente la posición de los esquejes de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad amarilla para observar su efecto sobre las características morfoproductivas del cultivo, con el fin de generar conocimiento útil y transferible a la práctica agrícola.

Nivel de Investigación

El nivel es explicativo, porque pretende identificar y comprobar la relación causal entre la posición de los esquejes y el comportamiento morfoproductivo de la yuca. Asimismo, incluye un enfoque descriptivo y comparativo, en tanto se analizan y contrastan las variables de crecimiento y rendimiento obtenidas en los diferentes tratamientos.

Diseño de Investigación

Un diseño experimental es el plan estructurado que se utiliza en una investigación para organizar, aplicar y evaluar tratamientos, con el fin de analizar el efecto de uno o más factores (variables independientes) sobre una o varias variables de respuesta (variables dependientes), controlando las fuentes de variación y asegurando resultados válidos y confiables.

En investigaciones agronómicas, como las realizadas en el cultivo de yuca, el diseño experimental es fundamental para comparar prácticas de manejo (por ejemplo, posición de los esquejes, fertilización o densidad de siembra) y determinar su impacto sobre el crecimiento y el rendimiento del cultivo.

- **Modelo estadístico:**

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = valor observado de la variable respuesta en el i-ésimo tratamiento y j-ésimo bloque

μ = media general

τ_i = efecto del i-ésimo tratamiento

β_j = efecto del j-ésimo bloque

ϵ_{ij} = error experimental

2.3 Población y muestra de la investigación

Población

La población de estudio está constituida 12,500 plantas de yuca variedad amarilla establecidas en el área experimental del ensayo, propagadas mediante esquejes y cultivadas bajo las condiciones edafoclimáticas de la región de Ica, a un distanciamiento de 1.0 m entre surco y 0.80 m entre planta, sembradas en el distrito de Alto Larán en Chincha.

Muestra

La muestra experimental del presente estudio estará constituida por 90 plantas de yuca, las que se tomarán de cada uno de los tratamientos y que se encontraran distribuidas en las 9 unidades experimentales, de donde se tomará 10 plantas contenidas en el centro de cada unidad experimental.

2.4 Tratamientos en estudio

TABLA 01.

TRATAMIENTOS EN ESTUDIO.

Nº.	CLAVE	SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
1	TH	Horizontal	• Luego del surcado el esqueje se coloca en una posición plana en dirección del surco
2	TV	Vertical	• Luego del surcado el esqueje se coloca en una posición vertical al surco
3	TI	Inclinada 45°	• Luego del surcado el esqueje se coloca en una posición inclinada de 45° con respecto al surco

Características del Campo experimental.

Parcela o unidad experimental

Numero de parcelas	= 9
Largo de parcela	= 12.00 m
Ancho de parcela	= 5.00 m
Área de parcela	= 60.0 m ²

Surcos

Numero de surcos por parcela	= 5
Largo de surco	= 12.00 m
Distanciamiento entre surco	= 1.0 m
Numero de golpes por surco	= 15

Bloques

Numero de bloques	= 3
Largo de bloque	= 12.00 m

Ancho de bloque = 15.0 m
 Área de cada bloque = 180.0 m²

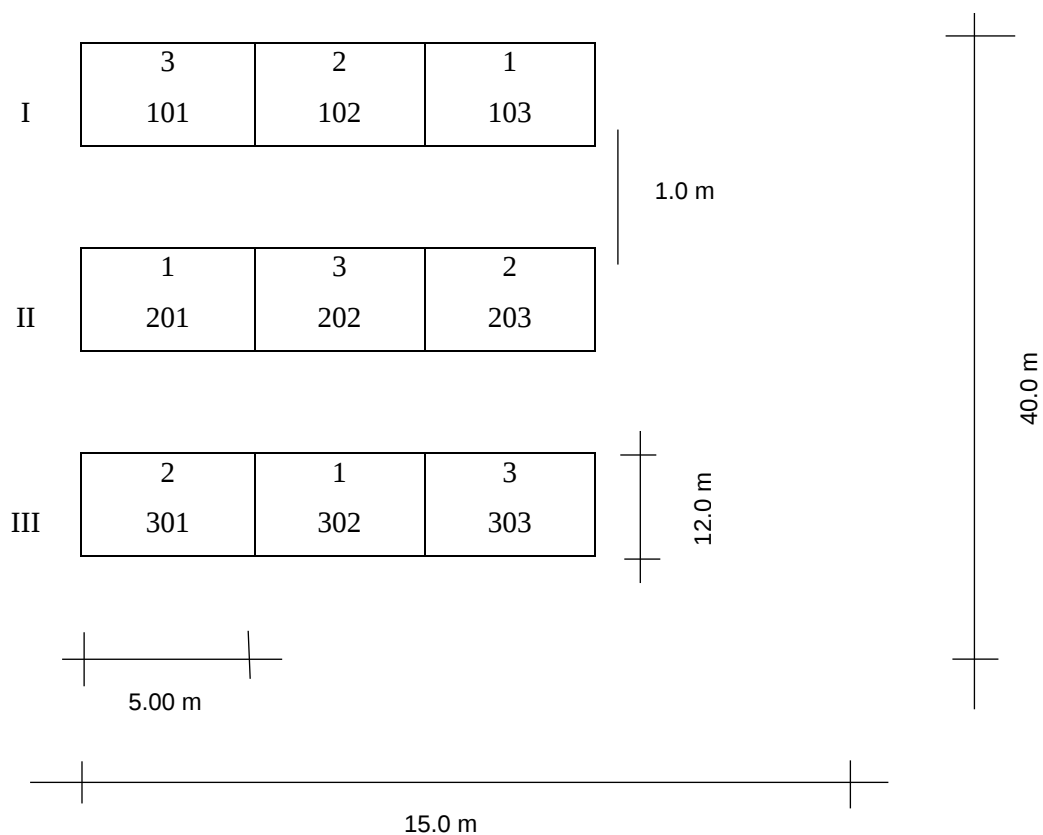
Calles

Numero de calles = 4
 Largo de calles = 15.0 m
 Ancho de calles = 1.0 m
 Área total de calle = 60.0 m²

Dimensiones del terreno experimental

Largo = 40.0 m
 Ancho = 15.0 m
 Área total = 600.0 m²
 Área neta = 540.0 m²

Tabla 2:
 Croquis experimental



Nota:

1 – 3 = número de tratamientos
 101 – 303 = número de parcela según el bloque
 I - III = número de bloque

2.4 Metodología de aplicación de los tratamientos

Los tratamientos se definieron por las posiciones de siembra del esqueje de yuca, utilizando la variedad amarilla de la zona de Chincha. Las posiciones más comunes en evaluar fueron tres:

- T1: Posición Horizontal: El esqueje fue colocado de forma totalmente horizontal en el surco a 10 cm de profundidad y se cubren completamente con una capa de suelo de 8 cm de grosor.
- T2: Posición Vertical: El esqueje fue introducido en el suelo a 10 cm de profundidad y luego tapado con tierra húmeda de forma manual con el pie. Esta es la posición más usada y se recomienda por favorecer el crecimiento inicial.
- T3: Posición Inclínada (45°): El esqueje fue introducido en el suelo a 10 cm de profundidad formando un ángulo de 45°. Esta posición a menudo produce un rendimiento intermedio.

2.4.1 Metodología de aplicación de los factores constantes

En la presente investigación se controlaron diversos factores constantes con la finalidad de evitar sesgos en los resultados y garantizar que las diferencias observadas se deban exclusivamente a la posición de los esquejes de yuca (*Manihot esculenta* C.) variedad amarilla. Entre los factores controlados se consideraron los siguientes:

- Variedad del cultivo: se empleó de manera uniforme la variedad amarilla de yuca, reconocida por su importancia productiva y consumo en la región de Ica.
- Condiciones edafoclimáticas: el experimento se desarrolló bajo las mismas condiciones de suelo y clima de la zona de Chincha, evitando variaciones externas que pudieran alterar el crecimiento de las plantas.
- Preparación del terreno y labores culturales: todas las unidades experimentales recibieron el mismo manejo en cuanto a preparación del suelo, deshierbo, aporque y demás labores agrícolas.
- Riego y fertilización: la aplicación de agua y nutrientes se realizó de manera homogénea en todos los tratamientos, manteniendo un régimen uniforme según las necesidades del cultivo.
- Material vegetativo: los esquejes utilizados fueron seleccionados de plantas madre con características similares, garantizando uniformidad en cuanto a sanidad, edad y diámetro de las estacas.

El mantenimiento de estos factores constantes permitió aislar el efecto del factor en estudio, asegurando que las variaciones en las características morfoproductivas del cultivo respondan de manera directa a la posición de los esquejes evaluados.

2.4.2 Conducción del experimento:

El experimento se desarrolló en la provincia de Chincha (el distrito de Alto Larán), departamento de Ica, bajo condiciones de campo, durante la campaña agrícola correspondiente. Se empleó el diseño de bloques completos al azar (DBCA) con tres repeticiones, en el cual el único factor en estudio fue la posición de los esquejes de yuca (*M. esculenta* C.) variedad amarilla.

El procedimiento de conducción del ensayo se detalló de la siguiente manera:

1. **Preparación del terreno y aplicación del riego de machaco:** se realizó el 01 de agosto del 2023 donde se efectuaron labores de limpieza del campo, se aplicó un riego pesado (machaco), luego a los siete días después del machaco se realizó la labor de aradura en húmedo y gradeo usando maquinaria para lograr una adecuada aireación y nivelación del suelo. Posteriormente, se realizó el surcado uniformes según el distanciamiento técnico recomendado (1,0 m entre surcos y 0,8 m entre plantas).
2. **Demarcación del terreno experimental:** se efectuó el 25 de agosto del 2023 y se delimitaron las unidades experimentales de acuerdo con el diseño estadístico, dejando calles de separación para facilitar el manejo y evitar interferencias entre tratamientos, se realizó usando wincha, cordel y cal y etiquetas para la respectiva identificación de cada una de las unidades experimentales.
3. **Selección de esquejes:** el día 22 de agosto del año 2023, se obtuvieron los esquejes de plantas madre maduras de la variedad amarilla las cuales se obtuvieron de la campaña anterior, con características uniformes de diámetro (5 cm) y de longitud (20 cm). Antes de la siembra se desinfectaron los esquejes introduciéndolas en un balde grande de 20 l con agua donde se disolvió 3 g de rhizolex por balde para reducir riesgos de enfermedades.
4. **Plantación de los tratamientos:** esta labor se realizó el 26 de agosto del 2023
 - Vertical (T1): los esquejes se plantaron depositándolo perpendicularmente en el fondo del surco, tapando con una capa de tierra de 8 cm de grosor.
 - Horizontal (T2): los esquejes se colocaron en forma paralela al surco, cubriéndose con una capa uniforme de tierra.
 - Inclínada a 45° (T3): los esquejes se plantaron en ángulo oblicuo, asegurando contacto uniforme con el surco.
5. **Surcado para riego:** se realizó el 03 de septiembre 2023 cuando la planta tenía una altura de 10 cm de altura, se realizó de forma mecanizada con cajón surcador, tratando que se acumule tierra alrededor del tallo de la planta, para beneficiar una mayor emisión de raíces tuberosas.
6. **Labores culturales:** a lo largo del ciclo vegetativo se aplicaron de manera uniforme labores de riego, deshierbo manual, aporque, fertilización y control fitosanitario, manteniendo iguales condiciones en todos los tratamientos.

7. **Deshierbos:** se realizaron en total dos deshierbos de forma manual con lampa, para evitar competencia por agua, luz y nutrientes.

TABLA 3
MALEZAS MAS FRECUENTES ENCONTRADAS

Nombre común	Nombre científico	Tipo de maleza
Grama dulce	<i>Cynodon dactylon</i>	Gramínea
Arrocillo	<i>Echinochloa colona</i>	Gramínea
Sorgo de Alepo	<i>Sorghum halepense</i>	Gramínea
Pata de gallina	<i>Digitaria sanguinalis</i>	Gramínea
Grama dulce	<i>Paspalum sp</i>	Gramínea
Yuyo espinoso	<i>Amaranthus spinosus</i>	Hoja ancha
Yuyo colorado	<i>Amaranthus hibrydus</i>	Hoja ancha
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i>	Hoja ancha
Falsa quinua	<i>Chenopodium álbum</i>	Hoja ancha
Amor seco	<i>Bidens pilosa</i>	Hoja ancha
coquito	<i>Cyperus rotundus</i>	Ciperácea

8. **Riego:** Se realizo un total de 10 riegos de acuerdo con las necesidades del cultivo, se utilizó 7,600 m³/ha de agua, la fuente de agua fue de manantial y agua de avenida, el riego fue por gravedad.

TABLA 4
CRONOGRAMA DE RIEGO UTILIZADO EN EL CULTIVO DE YUCA EN CHINCHA 2023

Riego N°.	Fecha aplicación	Edad del Cultivo (DDS)	Volumen aplicado en (m3/ha)	Procedencia del agua
1	01/08/2023	0 machaco	1000	manantial
2	15/09/2023	15 - 26	600	manantial
3	5/10/2023	27 - 59	900	manantial
4	23/10/2023	60 - 91	900	manantial
5	15/11/2023	92 - 118	700	manantial
6	11/12/2024	119 - 149	600	manantial
7	3/01/2024	150 - 182	800	avenida
8	25/02/2024	183 - 210	700	avenida
9	12/03/2024	211 -236	800	avenida
10	15/04/2024	243 - 289	600	manantial
TOTAL			7,600	

9. **Fertilización:** esta labor se realizó en forma manual, en dos momentos, la primera en forma de puyada a la siembra (26/8/2023) y la segunda al cambio de surco con lampa entre golpe (27/09/2023), usando la formula $N = 100$, $P_2O_5 = 60$, $K_2O = 120$ unidades y además se aplicó 4 toneladas de materia orgánica (guano de invernada) antes de la labor de aradura.

10. Control fitosanitario

Durante el periodo de desarrollo del cultivo no se registró la presencia de plagas ni enfermedades de importancia económica que ocasionaran daños significativos, por lo que no fue necesaria la aplicación de medidas de control fitosanitario.

11. **Control y monitoreo:** durante el periodo experimental se realizaron evaluaciones periódicas de campo para registrar la emergencia, crecimiento vegetativo y posterior desarrollo morfoproductivo de las plantas, conforme a las variables definidas en el estudio.

12. **Cosecha:** esta labor se realizó el 30 de abril del 2024 cuando el cultivo tenía 08 meses, cuando el follaje de la planta comenzó a amarillear y secarse y un tallo con un aspecto leñoso, para la cosecha se procedió de la siguiente manera:

- a. Se cortaron los tallos a una altura de 20–30 cm.
- b. Con la lampa se aflojo el suelo alrededor de la planta.
- c. Se tiró del tallo para extraer el conjunto de raíces tuberosas.
- d. Luego, se desprendieron las raíces una por una.
- e. Se seleccionaron las raíces de cada uno de los tratamientos en estudio y se procedió al llenado en sacos de polipropileno debidamente identificados cada uno
- f. Se trasladaron los sacos debidamente rotulados a un almacén
- g. Se procedió luego a las evaluaciones de las variables correspondiente para cada uno de los tratamientos
- h. Se procedió finalmente al análisis estadístico

De esta manera, la conducción del experimento permitió garantizar la validez del diseño, manteniendo factores controlados y asegurando que los resultados obtenidos reflejen de manera fidedigna el efecto de la posición de los esquejes sobre las características morfoproductivas de la yuca.

2.5 Técnicas de Recolección de Datos

La recolección de datos se realizó mediante observación directa y medición en campo, utilizando instrumentos estandarizados para garantizar la precisión y confiabilidad de los resultados.

En la presente investigación se usaron las siguientes técnicas para el procesamiento de datos.

- La observación
- Medición directa en campo
- Pesaje en campo
- Conteo
- Estimación a partir de datos promedios

2.6. Variables de la investigación

1. Medición directa de variables morfológicas (en madurez fisiológica)

- **Altura de planta (m):** se midió 5 plantas al azar del surco central procediendo a medir desde la base del tallo hasta el ápice principal con ayuda de una cinta métrica.
- **Diámetro del tallo (mm):** se tomó las 5 plantas elegidas para la medición de la variable anterior procediendo a medir a partir de los 5 cm sobre el nivel del suelo, empleando un vernier calibrado.

2. Medición de variables productivas (en la cosecha)

- **Longitud de raíz tuberosa (cm):** Se tomo al azar 5 raíces al azar por cada tratamiento y se procedió a medir con una cinta métrica (wincha) desde la base hasta la punta de la raíz.
- **Diámetro de raíz tuberosa (mm):** Se utilizo las mismas raíces que se evaluaron en la característica anterior y se determinó el diámetro con el vernier en la parte ecuatorial de la raíz.
- **Peso de raíces por planta (kg):** se tomaron 5 plantas al azar por cada tratamiento en estudio y se evaluó mediante una balanza digital de precisión, inmediatamente después de la cosecha.
- **Rendimiento por hectárea (t/ha^{-1}):** se estimó a partir del peso promedio de raíces por planta, multiplicado por el número de plantas por hectárea.

3. Registro y sistematización de datos

- Los valores obtenidos se registraron en fichas de campo estandarizadas, diseñadas previamente para cada variable.
- Posteriormente, los datos se trasladaron a hojas de cálculo electrónicas (Microsoft Excel y software estadístico) para su procesamiento y análisis correspondiente.

2.7 Instrumentos de Recolección de Datos

Para garantizar la exactitud y confiabilidad en la obtención de la información, se emplearon los siguientes instrumentos:

1. Cinta métrica o wincha

- Para la medición de la altura de planta y la longitud de raíces tuberosas.

- Longitud: 2 a 3 metros, graduada en milímetros.
- 2. **Vernier (calibrador pie de rey)**
 - Para determinar el diámetro del tallo a 5 cm del nivel del suelo y el diámetro de raíces tuberosas en su parte ecuatorial.
 - Precisión mínima: 0.01 cm.
- 3. **Balanza digital de precisión**
 - Para registrar el peso fresco de las raíces tuberosas.
 - Capacidad: mínimo 30 kg, con sensibilidad de ± 1 g.
- 4. **Fichas de campo estandarizadas**
 - Para el registro manual de las variables morfológicas y productivas observadas en cada unidad experimental.
 - Diseñadas en formato de tabla con variables, código de tratamiento, repetición y número de planta.
- 5. **Cuaderno de campo y cámara fotográfica**
 - El cuaderno de campo se utilizó para anotar observaciones cualitativas (estado fitosanitario, incidencia de plagas, uniformidad de plantas).
 - La cámara fotográfica permitió documentar el desarrollo del ensayo y las diferencias visibles entre tratamientos.
- 6. **Software de análisis (Excel y software estadístico: Infostat versión 2020)**
 - Para el procesamiento, ordenamiento y análisis estadístico de los datos registrados en campo se utilizó el software estadístico Infostat versión 2020.

2.8 Técnicas de procesamiento de datos:

Las técnicas de procesamiento de datos incluyen métodos como el manual, mecánico y electrónico, que varían en su uso de herramientas físicas o digitales.

Los datos obtenidos durante la ejecución del experimento fueron organizados, codificados y registrados en una base de datos mediante una hoja de cálculo electrónica Excel, lo que permitió su adecuada sistematización y verificación. Posteriormente, la información fue importada al software estadístico InfoStat, versión 2020, para su procesamiento y análisis.

Se realizó un análisis estadístico descriptivo, determinándose las medidas de tendencia central (media) y de dispersión (desviación estándar y coeficiente de variación) para cada una de las variables evaluadas. Asimismo, se aplicó un análisis estadístico inferencial mediante el análisis de varianza (ANVA), con la finalidad de identificar diferencias significativas entre los tratamientos en estudio.

Posteriormente se procedió a la comparación de medias utilizando la prueba de Duncan, considerando un nivel de significancia del 5 % ($p \leq 0,05$). Los resultados fueron presentados en tablas y figuras para facilitar su interpretación y análisis.

III. RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos durante el desarrollo del experimento, incluyendo los registros meteorológicos reportados por el SENAMHI correspondientes al periodo de ejecución del cultivo, así como los análisis estadísticos aplicados a las variables morfológicas y fisiológicas evaluadas.

3.1 Datos meteorológicos

La información meteorológica fue proporcionada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI – Ica), en la Estación CO-FONAGRO (Chincha), la más próxima al área donde se realizó la investigación. Se solicitó información sobre temperatura máxima y mínima, horas de brillo solar y humedad relativa correspondientes a los meses de estudio, con el propósito de analizar su posible influencia en las fases de germinación y desarrollo de las plantas. Los valores registrados se muestran en la Tabla 5.

TABLA 5.
OBSERVACIONES 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	25,7	22,0	18,3	180,2	81,0
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 CHINCHA

Departamento: Ica

Latitud: 13° 27' 28.1" W.

Provincia: Chincha

Longitud: 76° 8' 3.3" S.

Distrito: Chincha Baja

Altitud: 71,0 msnm

3.2 Análisis físico mecánico del suelo:

Con el objetivo de determinar las propiedades físico-mecánicas y químicas del suelo del campo experimental donde se desarrolló la presente investigación, se realizó un muestreo de suelo de tipo compuesto, siguiendo criterios técnicos comúnmente empleados en estudios agronómicos. Para ello, se recolectaron diez submuestras distribuidas aleatoriamente en forma de zigzag dentro de un área aproximada de 2 000 m², con el propósito de captar la variabilidad espacial del terreno. Las submuestras se obtuvieron a una profundidad de 0–30 cm, correspondiente al horizonte superficial del suelo, zona donde se concentra la mayor actividad radicular y la absorción de nutrientes por parte del cultivo.

El muestreo se efectuó utilizando una lampa previamente limpia y bolsas plásticas nuevas, con la finalidad de evitar cualquier tipo de contaminación cruzada que pudiera alterar los resultados analíticos. Una vez recolectadas, las submuestras fueron trasladadas a un área limpia, donde se procedió a su homogenización manual mediante un mezclado cuidadoso, eliminando restos vegetales, piedras y otros materiales extraños. Posteriormente, se obtuvo una muestra representativa de aproximadamente 1 kg, la cual fue correctamente rotulada y acondicionada para su envío.

La muestra compuesta fue remitida al Laboratorio de Análisis de Suelos y Plantas de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), en Lima, institución acreditada para la realización de análisis físico-mecánicos y químicos de suelos agrícolas. Los resultados obtenidos permitieron caracterizar el estado nutricional y las condiciones físicas del suelo del área experimental, sirviendo como base para la interpretación de los resultados agronómicos del estudio, los cuales se presentan en las Tablas 6 y 7.

TABLA 6.
ANÁLISIS FÍSICO – MECÁNICO DE SUELO

Determinación	Profundidad del suelo (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 7.
ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO

Determinación	Unidad	Nivel (0 – 30 cm)	Método usado	Interpretación
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	Alcalino
Calcáreo total	%	0.98	Gas-volumetrico	Bajo
CIC	meq/100 g.	10.88	Cálculo matemático	Bajo
C.E (ms/cm)	dS/m	0,37	Electrométrico	Bajo
Cationes cambiables				
Na ⁺	meq/100 g.	0.40	FAAS	Bajo
Ca ⁺⁺	meq/100 g.	8.21	FAAS	Bajo
Mg ⁺⁺	meq/100 g.	1.37	FAAS	Bajo
K ⁺	meq/100 g.	0.90	FAAS	Bajo

Nota:

FAAS: espectrometría de absorción atómica por llama.

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

TABLA 8.

ANÁLISIS DE VARIANZA DE DÍAS A LA BROTAÇÃO EN EL EFECTO DE LA POSICIÓN DE LOS ESQUEJES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOPRODUCTIVAS DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* C.) VARIEDAD AMARILLA EN CHINCHA

F. V	G. L.	SC	CM	SIG.	Razón-F	Valor-P
Total	8	20,00	.-	.-	.-	.-
Bloques	2	0,67	0,33	NS	0,50	0,6400
Tratamientos	2	16,67	8,33	*	12,50	0,0190
Error. corregido.	4	2,67	0,67	.-	.-	.-
Promedio general		8,3				
C. V. (%)		9,8				
Desviación Estándar		2,0				

Nota:

*: Diferencias significativas con 95% de confianza.

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

NS: No existen diferencias significativas

TABLA 9.

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DE DÍAS A LA BROTAÇÃO EN EL EFECTO DE LA POSICIÓN DE LOS ESQUEJES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOPRODUCTIVA DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* C.) VARIEDAD AMARILLA EN CHINCHA

Tratamientos	Días a la brotación (días)	Duncan (α 0.05)	O.M.R
1 TH	10,00	b	2°
2 TV	8,33	a b	1°
3 TI	6,67	a	1°

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

TABLA 10.

ANÁLISIS DE VARIANZA DE ALTURA DE PLANTA EN EL EFECTO DE LA POSICIÓN DE LOS ESQUEJES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOPRODUCTIVA DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* C.) VARIEDAD AMARILLA EN CHINCHA

F. V	G. L.	SC	CM	SIG.	Razón-F	Valor-P
Total	8	0,61	-.-	-.-	-.-	-.-
Bloques	2	2,22	1.100	NS	2,70	0,9973
Tratamientos	2	0,59	0,30	**	73,42	0,0007
Error. corregido.	4	2,02	4,00	-.-	-.-	-.-
Promedio general		1,841				
C. V. (%)		3,45				
Desviación Estándar		0,28				

Nota:

*: Diferencias significativas con 95% de confianza.

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

NS: No existen diferencias significativas

TABLA 11.

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DE LA ALTURA DE PLANTA EN EL EFECTO DE LA POSICIÓN DE LOS ESQUEJES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOPRODUCTIVAS DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* C.) VARIEDAD AMARILLA EN CHINCHA

Tratamientos	Altura de planta (m)	Duncan (α 0.05)	O.M.R
1 TH	2.11	a	1°
2 TV	1.91	b	2°
3 TI	1.50	c	3°

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

TABLA 12.

ANÁLISIS DE VARIANZA DE DIÁMETRO DE TALLO EN EL EFECTO DE LA POSICIÓN DE LOS ESQUEJES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOPRODUCTIVA DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* C.) VARIEDAD AMARILLA EN CHINCHA

F. V	G. L.	SC	CM	SIG.	Razón-F	Valor-P
Total	8	66,00	-.-	-.-	-.-	-.-
Bloques	2	2,00	1,00	NS	1,20	0,3906
Tratamientos	2	60,67	30,33	**	36,40	0,0027
Error. corregido.	4	3,33	0,83	-.-	-.-	-.-
Promedio general		34,3				
C. V. (%)		2,66				
Desviación Estándar		3,0				

Nota:

*: Diferencias significativas con 95% de confianza.

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

NS: No existen diferencias significativas

TABLA 13.

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DE DIÁMETRO DE TALLO EN EL EFECTO DE LA POSICIÓN DE LOS ESQUEJES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOPRODUCTIVA DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* C.) VARIEDAD AMARILLA EN CHINCHA

Tratamientos	Diámetro de tallo (mm)	Duncan (α 0.05)	O.M.R
1 TH	37,33	a	1°
2 TV	34,67	b	2°
3 TI	31,00	c	3°

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

TABLA 14.

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL NÚMERO DE RAÍCES POR PLANTA EN EL EFECTO DE LA POSICIÓN DE LOS ESQUEJES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOPRODUCTIVA DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* C.) VARIEDAD AMARILLA EN CHINCHA

F. V	G. L.	SC	CM	SIG.	Razón-F	Valor-P
Total	8	12,89	-.-	-.-	-.-	-.-
Bloques	2	0,22	0,11	NS	0,25	0,7901
Tratamientos	2	10,89	5,44	*	12,25	0,0197
Error. corregido.	4	1,78	0,44	-.-	-.-	-.-
Promedio general		6,9				
C. V. (%)		9,68				
Desviación Estándar		1,00				

Nota:

*: Diferencias significativas con 95% de confianza.

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

NS: No existen diferencias significativas

TABLA 15.

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DEL NÚMERO DE RAÍCES POR PLANTA EN EL EFECTO DE LA POSICIÓN DE LOS ESQUEJES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOPRODUCTIVAS DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* C.) VARIEDAD AMARILLA EN CHINCHA

Tratamientos	Número de raíces por planta (unidad)	Duncan (α 0.05)	O.M.R
2 TV	7,67	a	1°
1 TH	7,67	a	1°
3 TI	5,33	b	2°

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

TABLA 16.

ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA LONGITUD DE RAÍCES EN EL EFECTO DE LA POSICIÓN DE LOS ESQUEJES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOPRODUCTIVA DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* C.) VARIEDAD AMARILLA EN CHINCHA

F. V	G. L.	SC	CM	SIG.	Razón-F	Valor-P
Total	8	106,88	-.-	-.-	-.-	-.-
Bloques	2	45,09	22,54	*	16,87	0,0112
Tratamientos	2	56,45	28,22	**	21,11	0,0075
Error. corregido.	4	5,35	1,34	-.-	-.-	-.-
Promedio general		21,5				
C. V. (%)		5,38				
Desviación Estándar		3,66				

Nota:

*: Diferencias significativas con 95% de confianza.

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

NS: No existen diferencias significativas

TABLA 17.

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DE LONGITUD DE RAÍCES EN EL EFECTO DE LA POSICIÓN DE LOS ESQUEJES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOPRODUCTIVA DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* C.) VARIEDAD AMARILLA EN CHINCHA

Tratamientos	Longitud de raíces (cm)	Duncan (α 0.05)	O.M.R
1 TH	24,53	a	1°
2 TV	21,57	b	2°
3 TI	18,40	c	3°

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

TABLA 18.

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL DIÁMETRO DE RAÍCES EN EL EFECTO DE LA POSICIÓN DE LOS ESQUEJES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOPRODUCTIVA DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* C.) VARIEDAD AMARILLA EN CHINCHA

F. V	G. L.	SC	CM	SIG.	Razón-F	Valor-P
Total	8	86,02	-.-	-.-	-.-	-.-
Bloques	2	3,12	1,56	NS	2,28	0,2181
Tratamientos	2	80,17	40,08	**	58,66	0,0011
Error. corregido.	4	2,73	0,68	-.-	-.-	-.-
Promedio general		35,97				
C. V. (%)		2,30				
Desviación Estándar		3,28				

Nota:

*: Diferencias significativas con 95% de confianza.

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

NS: No existen diferencias significativas

TABLA 19.

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DEL DIÁMETRO DE RAÍCES EN EL EFECTO DE LA POSICIÓN DE LOS ESQUEJES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOPRODUCTIVA DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* C.) VARIEDAD AMARILLA EN CHINCHA

Tratamientos	Diámetro de raíces (mm)	Duncan (α 0.05)	O.M.R
1 TH	39,13	a	1°
2 TV	36,80	b	2°
3 TI	31,97	c	3°

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

TABLA 20.

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PESO DE RAÍCES POR PLANTA EN EL EFECTO DE LA POSICIÓN DE LOS ESQUEJES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOPRODUCTIVA DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* C.) VARIEDAD AMARILLA EN CHINCHA

F. V	G. L.	SC	CM	SIG.	Razón-F	Valor-P
Total	8	0,17	-.-	-.-	-.-	-.-
Bloques	2	0,01	2,700	NS	2,91	0,1662
Tratamientos	2	0,16	0,08	**	86,84	0,0005
Error. corregido.	4	3,800	9,400	-.-	-.-	-.-
Promedio general		2,221				
C. V. (%)		1,38				
Desviación Estándar		0,15				

Nota:

*: Diferencias significativas con 95% de confianza.

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

NS: No existen diferencias significativas

TABLA 21.

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DEL PESO DE RAÍCES POR PLANTA EN EL EFECTO DE LA POSICIÓN DE LOS ESQUEJES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOPRODUCTIVA DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* C.) VARIEDAD AMARILLA EN CHINCHA

Tratamientos	Peso de raíces por planta (kg)	Duncan (α 0.05)	O.M.R
1 TH	2,38	a	1°
2 TV	2,23	b	2°
3 TI	2,05	c	3°

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

TABLA 22.

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL NÚMERO DE RAMAS POR PLANTA EN EL EFECTO DE LA POSICIÓN DE LOS ESQUEJES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOPRODUCTIVAS DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* C.) VARIEDAD AMARILLA EN CHINCHA

F. V	G. L.	SC	CM	SIG.	Razón-F	Valor-P
Total	8	2,00	-.-	-.-	-.-	-.-
Bloques	2	0,67	0,33	NS	2,00	0,2500
Tratamientos	2	0,67	0,33	NS	2,00	0,2500
Error. corregido.	4	0,67	0,17	-.-	-.-	-.-
Promedio general		2,0				
C. V. (%)		20,41				
Desviación Estándar		1,0				

Nota:

*: Diferencias significativas con 95% de confianza.

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

NS: No existen diferencias significativas

TABLA 23.

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DEL NÚMERO DE RAMAS POR PLANTA EN EL EFECTO DE LA POSICIÓN DE LOS ESQUEJES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOPRODUCTIVAS DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* C.) VARIEDAD AMARILLA EN CHINCHA

Tratamientos	Número de ramas por planta (unidad)	Duncan (α 0.05)	O.M.R
1 TH	2,33	a	-.-
2 TV	2,00	a	-.-
3 TI	1,67	a	-.-

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

TABLA 24.

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO DE RAÍCES COMERCIALES EN EL EFECTO DE LA POSICIÓN DE LOS ESQUEJES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOPRODUCTIVA DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* C.) VARIEDAD AMARILLA EN CHINCHA

F. V	G. L.	SC	CM	SIG.	Razón-F	Valor-P
Total	8	15,54	-.-	-.-	-.-	-.-
Bloques	2	0,12	0,06	NS	0,36	0,7197
Tratamientos	2	14,72	7,36	**	42,34	0,0020
Error. corregido.	4	0,70	0,17	-.-	-.-	-.-
Promedio general		11,216				
C. V. (%)		3,72				
Desviación Estándar		1,39				

Nota:

*: Diferencias significativas con 95% de confianza.

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

NS: No existen diferencias significativas

TABLA 25.

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN EN EL RENDIMIENTO DE RAÍCES COMERCIALES DEL EFECTO DE LA POSICIÓN DE LOS ESQUEJES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOPRODUCTIVAS DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* C.) VARIEDAD AMARILLA EN CHINCHA

Tratamientos	Rendimiento de raíces comercial (T/ha)	Duncan (α 0.05)	O.M.R
1 TH	12,49	a	1°
2 TV	11,69	a	1°
3 TI	9,47	b	2°

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

TABLA 26.

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO DE RAÍCES NO COMERCIALES EN EL EFECTO DE LA POSICIÓN DE LOS ESQUEJES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOPRODUCTIVA DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* C.) VARIEDAD AMARILLA EN CHINCHA

F. V	G. L.	SC	CM	SIG.	Razón-F	Valor-P
Total	8	11,56	.-	.-	.-	.-
Bloques	2	1,92	0,96	*	7,54	0,0439
Tratamientos	2	9,13	4,56	**	35,88	0,0028
Error. corregido.	4	0,51	0,13	.-	.-	.-
Promedio general		7,059				
C. V. (%)		5,05				
Desviación Estándar		1,20				

Nota:

*: Diferencias significativas con 95% de confianza.

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

NS: No existen diferencias significativas

TABLA 27.

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DEL RENDIMIENTO DE RAÍCES NO COMERCIALES EN EL EFECTO DE LA POSICIÓN DE LOS ESQUEJES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOPRODUCTIVAS DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* C.) VARIEDAD AMARILLA EN CHINCHA

Tratamientos	Rendimiento de raíces no comercial (T/ha)	Duncan (α 0.05)	O.M.R
1 TH	8,30	a	1°
2 TV	7,04	b	2°
3 TI	5,83	c	3°

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

TABLA 28.

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO TOTAL DE RAÍCES EN EL EFECTO DE LA POSICIÓN DE LOS ESQUEJES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOPRODUCTIVA DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* C.) VARIEDAD AMARILLA EN CHINCHA

F. V	G. L.	SC	CM	SIG.	Razón-F	Valor-P
Total	8	46,02	-.-	-.-	-.-	-.-
Bloques	2	0,62	0,31	NS	1,07	0,4247
Tratamientos	2	44,24	22,12	**	76,28	0,0007
Error. corregido.	4	1,16	0,29	-.-	-.-	-.-
Promedio general		18,533				
C. V. (%)		2,91				
Desviación Estándar		2,40				

Nota:

*: Diferencias significativas con 95% de confianza.

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

NS: No existen diferencias significativas

TABLA 29.

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DEL RENDIMIENTO TOTAL DE RAÍCES EN EL EFECTO DE LA POSICIÓN DE LOS ESQUEJES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOPRODUCTIVA DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* C.) VARIEDAD AMARILLA EN CHINCHA

Tratamientos	Rendimiento total de raíces (T/ha)	Duncan (α 0.05)	O.M. R
1 TH	20,79	a	1°
2 TV	18,73	b	2°
3 TI	15,30	c	3°

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

IV. DISCUSION DE LOS RESULTADOS

En este capítulo se interpretan y contrastan los resultados obtenidos en el experimento sobre el efecto de la posición de los esquejes en el desarrollo morfoproductivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad amarilla, cultivada bajo las condiciones edafoclimáticas de la provincia de Chinchá. El análisis se centra en explicar las variaciones observadas en las diferentes variables evaluadas como son días a la brotación, altura de planta, número de hojas, diámetro del tallo, rendimiento y características de las raíces, en función de la posición del esqueje.

Asimismo, se comparan los resultados obtenidos con los reportes de investigaciones previas realizadas en distintas regiones productoras de yuca, con el propósito de identificar coincidencias o discrepancias que permitan comprender mejor la influencia de la posición del esqueje en el vigor inicial y el rendimiento final del cultivo. De esta manera, la discusión busca integrar los hallazgos experimentales con la base teórica y empírica existente, destacando su importancia para el manejo agronómico y la propagación eficiente de esta especie en condiciones de la costa sur del Perú.

Días a la brotación (días).

El análisis de varianza para los días a la brotación (Tabla 8) evidenció diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos, lo que indica que la posición de los esquejes tuvo un efecto determinante en la emergencia inicial del cultivo de yuca variedad amarilla en Ica. Estos resultados concuerdan con lo señalado por Alves et al. [26], quienes sostienen que la orientación del material vegetativo influye en la brotación al modificar el número de yemas activas y la velocidad de emisión de brotes.

La prueba de rangos múltiples de Duncan (Tabla 9) permitió identificar que el tratamiento T1 presentó el mayor promedio de días a la brotación (10 días), seguido del tratamiento T2 (8,33 días) y el tratamiento T3 (6,67 días). Si bien los tratamientos T1 y T2 no difieren estadísticamente, ambos mostraron un retraso en la brotación respecto al tratamiento T3, lo que sugiere que ciertas posiciones del esqueje favorecen una emergencia más rápida y uniforme. Este comportamiento también fue reportado en estudios con diferentes cultivares de yuca en Colombia, donde la siembra en posición inclinada redujo significativamente los días a la brotación en comparación con posiciones verticales u horizontales [27].

El coeficiente de variación (C.V. = 9,8 %) y la desviación estándar (2,0) indican una variabilidad moderada, lo cual refleja que, aunque existen diferencias entre los tratamientos, los resultados presentan una aceptable precisión experimental. De acuerdo con el INIA [28], valores de C.V. inferiores al 10 % en ensayos de campo con yuca permiten obtener interpretaciones confiables sobre la influencia de los factores evaluados.

En términos fisiológicos, el retraso en la brotación observado en los tratamientos T1 y T2 podría estar relacionado con una menor exposición de las yemas a la humedad del suelo, lo que limita su capacidad de activación. Investigaciones de El-Sharkawy [29] sostienen que la brotación en yuca depende principalmente de la interacción entre la viabilidad de las yemas y las condiciones de humedad y temperatura, factores estrechamente vinculados a la forma en que se posicionan los esquejes en el campo.

Altura de planta (m):

El análisis de varianza (ANVA) para la variable altura de planta mostró diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre los tratamientos evaluados, lo cual evidencia que la posición de los esquejes influyó directamente en el desarrollo vegetativo inicial del cultivo de yuca (*Manihot esculenta* C.) variedad amarilla en la zona de Ica (Tabla 10). Estos resultados concuerdan con lo reportado por Alves et al. [26], quienes destacan que la orientación y profundidad de siembra de los esquejes repercuten en la emergencia y vigor de las plantas, al facilitar una mejor distribución de raíces adventicias y brotes.

La prueba de comparación de medias de Duncan (Tabla 11) confirmó estas diferencias, ubicando al tratamiento T1 (2.11 m) con la mayor altura de planta, seguido del tratamiento T2 (1.91 m) y finalmente el tratamiento T3 (1.50 m). Este patrón sugiere que la disposición de los esquejes influye en la capacidad de absorción de agua y nutrientes en las etapas tempranas, generando un mayor crecimiento en altura. Investigaciones similares en regiones tropicales de América Latina han demostrado que el establecimiento de esquejes en posiciones inclinadas optimiza el crecimiento inicial, mientras que la siembra horizontal tiende a limitar el desarrollo aéreo por una distribución menos eficiente de los brotes [26].

Asimismo, el coeficiente de variación (C.V. = 3.45 %) y la desviación estándar (0.28) indican una baja dispersión de los datos, lo cual resalta la confiabilidad de los resultados experimentales. Esto coincide con estudios realizados en el norte de Perú, donde se reporta que un C.V. inferior al 10 % en ensayos de campo de yuca garantiza precisión en la interpretación estadística [21].

En términos productivos, la mayor altura de planta observada en el tratamiento T1 podría correlacionarse con un mayor potencial de rendimiento, ya que una mayor biomasa foliar favorece la fotosíntesis y el llenado de raíces tuberosas. De acuerdo con El-Sharkawy [29], el vigor vegetativo inicial de la yuca constituye un indicador determinante en la capacidad de acumulación de almidón en raíces, especialmente bajo condiciones de estrés hídrico como las presentes en Ica. Estos hallazgos confirman la importancia de seleccionar adecuadamente la posición del esqueje como una práctica agronómica clave para optimizar el desempeño morfoproductivo del cultivo.

Diámetro de tallo (mm).

El análisis de varianza para el diámetro de tallo (tabla 12) reveló diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre los tratamientos, demostrando que la posición de los esquejes influye de manera marcada en esta característica morfoproductiva de la yuca variedad amarilla (Tabla 5). Estos hallazgos coinciden con lo descrito por Alves et al. [26], quienes resaltan que el diámetro de tallo está estrechamente relacionado con la orientación y profundidad del esqueje, factores que condicionan el número de yemas activas y la distribución inicial de biomasa.

La prueba de comparación múltiple de Duncan (Tabla 13) corroboró estas diferencias, identificando que el tratamiento T1 presentó el mayor diámetro de tallo (37,33 mm), seguido por el tratamiento T2 (34,67 mm) y finalmente el tratamiento T3 (31,00 mm). Este comportamiento sugiere que una adecuada posición de los esquejes favorece un mayor engrosamiento del tallo, lo cual constituye un indicador de vigor y capacidad de soporte para el desarrollo de las raíces tuberosas. Investigaciones realizadas en el Caribe señalan que plantas con tallos más robustos presentan mejor resistencia mecánica y mayor eficiencia en la translocación de fotoasimilados hacia los órganos de reserva [30].

El coeficiente de variación obtenido (C.V. = 2,66 %) y la desviación estándar (3,0) reflejan una baja variabilidad experimental, lo que confirma la consistencia de los resultados. De acuerdo con el INIA [28], valores de C.V. inferiores al 5 % en ensayos de campo de yuca son considerados altamente confiables para la comparación de tratamientos.

En términos productivos, el mayor diámetro de tallo observado en el tratamiento T1 podría estar asociado a una mayor capacidad fotosintética y a una mejor acumulación de reservas, aspectos clave para alcanzar altos rendimientos en condiciones de estrés edáfico y climático característicos de la costa peruana. Según El-Sharkawy [29], el diámetro de tallo es un atributo fisiológico que refleja tanto la tolerancia de la planta a la sequía como su potencial de producción de biomasa, lo cual resulta determinante para la sostenibilidad del cultivo en ambientes áridos.

Número total de raíces por planta (unidad).

El análisis de varianza para el número de raíces por planta mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos (Tabla 14), lo cual confirma que la posición de los esquejes influye en la capacidad de la planta de yuca para generar estructuras de almacenamiento. Este hallazgo coincide con lo señalado por Alves et al. [26], quienes destacan que la orientación del esqueje afecta directamente la brotación de yemas subterráneas y, en consecuencia, el número de raíces emitidas.

La prueba de rangos múltiples de Duncan (Tabla 15) identificó que los tratamientos T1 y T2 alcanzaron el mayor número de raíces por planta (7,67 unidades), mientras que el tratamiento 3 obtuvo el menor valor (5,33 unidades). Aunque los tratamientos T1 y T2 no presentaron diferencias estadísticas entre sí, ambos superaron significativamente al tratamiento 3. Este resultado sugiere que posiciones de siembra adecuadas del esqueje promueven un mayor número de raíces tuberosas, lo cual constituye un factor clave en el rendimiento final del cultivo. Investigaciones realizadas en África Occidental respaldan estos resultados, al evidenciar que una mayor cantidad de raíces iniciales incrementa la probabilidad de alcanzar altos niveles de producción comercial [27].

El coeficiente de variación (C.V. = 9,68 %) y la desviación estándar (1,0) reflejan una variabilidad moderada dentro del experimento, lo que indica que, pese a la diferencia entre tratamientos, los datos obtenidos presentan consistencia estadística. De acuerdo con el INIA [28], un C.V. inferior al 10 % en ensayos de campo de yuca asegura precisión aceptable en la comparación de tratamientos y en la extrapolación de resultados a condiciones productivas similares.

En términos fisiológicos, el mayor número de raíces observado en los tratamientos T1 y T2 podría estar relacionado con una mejor distribución de las yemas en contacto con el suelo, lo cual favorece la diferenciación de raíces tuberosas. Según El-Sharkawy [29], la formación de raíces de reserva en yuca depende en gran medida de la disponibilidad de yemas activas y de la rápida emisión de raíces adventicias en la fase inicial del cultivo. Esto refuerza la importancia de la adecuada selección y posición de los esquejes como una práctica agronómica fundamental para optimizar la productividad en zonas áridas como Ica.

Longitud de raíces (cm)

El análisis de varianza para la longitud de raíces mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) y altamente significativas ($p < 0.01$) entre los tratamientos (Tabla 16), lo cual demuestra que la posición de los esquejes tiene un efecto directo sobre el desarrollo radical en yuca variedad amarilla bajo las condiciones edafoclimáticas de Ica. Este resultado es consistente con lo reportado por Alves et al. [28], quienes señalan que la disposición del material vegetativo influye en la dirección de crecimiento de las raíces adventicias y en su potencial de elongación.

La prueba de rangos múltiples de Duncan (Tabla 17) confirmó estas diferencias, evidenciando que el tratamiento T1 alcanzó la mayor longitud promedio de raíces (24,53 cm), seguido por el tratamiento T2 (21,57 cm) y el tratamiento T3 (18,40 cm). Estos resultados indican que una adecuada posición de los esquejes permite un mayor desarrollo subterráneo, lo cual se traduce en una mayor capacidad de exploración del perfil del suelo. Estudios realizados en África Occidental también han demostrado que posiciones de siembra inclinadas o verticales favorecen raíces más largas y mejor distribuidas, incrementando la absorción de agua y nutrientes [27].

El coeficiente de variación (C.V. = 5,38 %) y la desviación estándar (3,66) reflejan una baja dispersión en los datos, lo que garantiza la confiabilidad de los resultados obtenidos. Según el INIA [28], valores de C.V. menores al 10 % en ensayos de yuca son indicativos de precisión experimental adecuada para la comparación de tratamientos.

Desde un punto de vista fisiológico, el mayor desarrollo de raíces en el tratamiento T1 podría deberse a un mejor contacto de las yemas con el suelo, lo que estimula la formación de raíces adventicias más vigorosas. De acuerdo con El-Sharkawy [29], la longitud de raíces en yuca constituye un atributo clave para la tolerancia a la sequía, ya que raíces más largas permiten explorar horizontes profundos del suelo, asegurando la extracción de agua y nutrientes en ambientes áridos como los de la costa peruana.

Diámetro de raíces (mm).

El análisis de varianza para el ancho de raíces mostró diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre los tratamientos (Tabla 18), lo que indica que la posición de los esquejes ejerce un efecto determinante sobre el desarrollo transversal de las raíces tuberosas de yuca variedad amarilla en Ica. Estos resultados coinciden con lo reportado por Alves et al. [28], quienes señalan que la forma en que se establecen los esquejes influye directamente en la arquitectura de las raíces de reserva y en su capacidad de engrosamiento.

La prueba de rangos múltiples de Duncan (Tabla 19) confirmó estas diferencias, identificando que el tratamiento T1 alcanzó el mayor ancho de raíces (39,13 mm), seguido por el tratamiento T2 (36,80 mm) y, finalmente, el tratamiento T3 (31,97 mm). Esto demuestra que una adecuada posición de siembra del esqueje favorece el desarrollo de raíces más gruesas, las cuales son altamente valoradas en términos comerciales debido a su mayor contenido de almidón y aceptación en mercados locales e internacionales. Estudios realizados en Brasil destacan que raíces con mayor diámetro presentan una mejor relación entre biomasa y rendimiento industrial para la extracción de fécula [31].

El coeficiente de variación (C.V. = 2,30 %) y la desviación estándar (3,28) indican una baja dispersión de los datos, lo que garantiza una alta confiabilidad de los resultados. Según el INIA [28], valores de C.V. menores al 5 % en ensayos agronómicos de yuca reflejan precisión experimental robusta, facilitando la identificación de tratamientos con verdadero efecto agronómico.

Desde una perspectiva fisiológica, el mayor ancho de raíces observado en el tratamiento T1 puede estar asociado a una mayor eficiencia en la translocación de fotoasimilados hacia los órganos de almacenamiento. De acuerdo con El-Sharkawy [29], el engrosamiento de las raíces en yuca está estrechamente ligado al balance fotosintético de la planta y constituye un parámetro clave para el

rendimiento final. Estos hallazgos reafirman que la posición de los esquejes es una práctica agronómica fundamental para potenciar el rendimiento morfoproductivo del cultivo en zonas áridas como Ica.

Peso total de raíces (kg).

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre tratamientos para el peso de raíces por planta (Tabla 20), lo que evidencia que la posición de los esquejes influye directamente en la acumulación de biomasa radical en la yuca variedad amarilla. Este resultado coincide con lo señalado por Alves et al. [26], quienes destacan que la orientación de los esquejes modifica la distribución inicial de las raíces adventicias y, en consecuencia, la capacidad de engrosamiento y peso final de las raíces de reserva.

De acuerdo con la prueba de Duncan (Tabla 21), el tratamiento T1 registró el mayor peso promedio de raíces por planta (2,38 kg), seguido por el tratamiento T2 (2,23 kg) y el tratamiento T3 (2,05 kg). Estas diferencias demuestran que un manejo adecuado de la posición del esqueje incrementa significativamente el potencial productivo de la planta. Investigaciones en otras regiones productoras confirman que un mayor peso por planta está estrechamente relacionado con la eficiencia fotosintética y la translocación de carbohidratos hacia los órganos de almacenamiento [32].

El coeficiente de variación (C.V. = 1,38 %) y la desviación estándar (0,15) reflejan una baja variabilidad en los datos, lo que respalda la confiabilidad de los resultados. Según el INIA [28], este nivel de precisión experimental es fundamental en ensayos de rendimiento de yuca, ya que permite discriminar con certeza los efectos de los tratamientos aplicados.

Desde una perspectiva agronómica, los resultados sugieren que la posición del esqueje es un factor decisivo para mejorar la productividad de la yuca en zonas áridas como Ica. Estudios fisiológicos realizados por El-Sharkawy [29] confirman que el peso de raíces por planta constituye uno de los indicadores más directos del rendimiento, al integrarse con otras variables morfoproductivas como número, diámetro y longitud de raíces. En este contexto, el tratamiento T1 se proyecta como el más eficiente para maximizar la biomasa radical y el rendimiento comercial.

Número de ramas por planta (unidad).

El análisis de varianza (Tabla 22) mostró que la posición de los esquejes no generó diferencias estadísticamente significativas en el número de ramas por planta ($p > 0,05$). Los valores promedios fluctuaron entre 1,67 y 2,33 ramas, sin evidenciarse un patrón claro de superioridad de algún tratamiento específico, lo cual coincide con los resultados de la prueba de rangos múltiples de Duncan (Tabla 23), en donde todos los tratamientos fueron agrupados en la misma categoría de significancia.

Este comportamiento puede deberse a que la ramificación en yuca depende principalmente de factores genéticos y fisiológicos, más que de la orientación del material de siembra. Según El-Sharkawy [29], el número de ramas en *Manihot esculenta* está estrechamente asociado a la arquitectura del tallo y al balance hormonal de auxinas y citoquininas, los cuales regulan la dominancia apical y la emisión de ramas laterales. Asimismo, Alves et al. [28] señalan que la orientación de los esquejes influye de manera más directa en parámetros de enraizamiento y rendimiento de raíces, mientras que su efecto sobre la ramificación aérea es limitado.

Por otro lado, la estabilidad en el número de ramas registrada en este estudio se relaciona con la naturaleza de la variedad amarilla de yuca, la cual presenta un patrón de ramificación moderado, tal como ha sido reportado en la colección de germoplasma del INIA [28]. Esto implica que la orientación de los esquejes no constituye un factor decisivo para esta característica, lo que refuerza la idea de que la ramificación responde más a la interacción entre la variedad y las condiciones ambientales [32].

En conclusión, la posición de los esquejes no tuvo un efecto determinante en la variable número de ramas por planta, lo que sugiere que el manejo agronómico de esta característica debe enfocarse en la selección varietal y en prácticas de cultivo que optimicen el balance fisiológico de la planta.

Rendimiento de raíces comerciales (t/ha).

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) entre tratamientos para el rendimiento de raíces comerciales (tabla 24 y 25), lo que indica que la posición de los esquejes influyó de manera determinante en esta variable productiva. Los resultados de la prueba de Duncan revelaron que los tratamientos con esquejes sembrados en posición horizontal (12,49 t/ha) y en forma inclinada (11,69 t/ha) obtuvieron los mayores promedios, mientras que la siembra vertical (9,47 t/ha) fue significativamente inferior. Estos hallazgos demuestran que la orientación del material de siembra incide directamente en la productividad comercial de la yuca, al favorecer un mejor establecimiento inicial y una mayor capacidad de formación de raíces engrosadas.

Resultados similares fueron reportados por Alves et al. [26], quienes señalaron que la orientación de los esquejes afecta la distribución de las yemas y la capacidad de formación de raíces comerciales [26]. Asimismo, Sánchez et al. indicaron que el rendimiento de raíces está estrechamente asociado con la eficiencia fotosintética y el balance fisiológico de la planta, lo que explicaría las diferencias entre tratamientos [32]. Por su parte, El-Sharkawy resaltó que la acumulación de biomasa y el rendimiento final en *Manihot esculenta* dependen de la interacción entre factores de manejo y la fisiología de la especie, particularmente en relación con la eficiencia de partición hacia los órganos de reserva [30].

En el contexto local, el INIA ha documentado que la variedad amarilla de yuca presenta un potencial productivo elevado, pero sensible a las condiciones de siembra y al manejo agronómico, lo cual concuerda con lo observado en este estudio [28]. Por lo tanto, se confirma que la posición de los esquejes constituye un factor clave para optimizar el rendimiento comercial del cultivo en la región de Ica.

Rendimiento de raíces no comerciales (t/ha).

El análisis de varianza indicó diferencias significativas ($p < 0,05$) y altamente significativas ($p < 0,01$) entre los tratamientos para el rendimiento de raíces no comerciales (tabla 26), lo que demuestra que la posición de los esquejes influyó en la proporción de raíces que no alcanzan el estándar de calidad comercial. La prueba de Duncan (tabla 27), mostró que los esquejes sembrados en posición horizontal obtuvieron el mayor valor (8,30 t/ha), seguidos por los inclinados (7,04 t/ha) y los verticales (5,83 t/ha). Este comportamiento sugiere que, aunque la siembra horizontal favorece un mayor rendimiento total, también incrementa la formación de raíces no comerciales, posiblemente debido a una mayor competencia intraespecífica o a la distribución irregular de reservas en el tubérculo.

Estos resultados coinciden con lo señalado por Alves et al., quienes reportaron que la orientación de los esquejes afecta la uniformidad y la calidad de las raíces, generando variaciones en la proporción de raíces no comerciales [26]. De igual forma, Sánchez et al. destacan que el rendimiento no depende únicamente de la producción total de biomasa, sino de la eficiencia en la partición de fotoasimilados hacia raíces de calidad comercial [32]. En este sentido, El-Sharkawy resalta que el estrés fisiológico o las limitaciones en la translocación de carbohidratos pueden derivar en raíces más pequeñas o deformadas, aumentando así la fracción no comercial [30].

Por otra parte, el INIA reporta que la variedad amarilla de yuca cultivada en Perú presenta un potencial productivo elevado, pero con variaciones en la proporción de raíces comerciales y no comerciales dependiendo del manejo agronómico y la posición del material de siembra [28]. En consecuencia, se puede afirmar que la posición de los esquejes no solo condiciona el rendimiento total, sino también la calidad de la cosecha y la proporción de raíces destinadas al mercado.

Rendimiento total de raíces (t/ha).

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza (tabla 28), evidencian diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) entre los tratamientos evaluados, lo cual indica que la posición del esqueje influyó directamente sobre el rendimiento total de raíces en el cultivo de yuca variedad amarilla en Ica. en la tabla 29, el tratamiento T1 alcanzó el mayor promedio con 21,07 t ha⁻¹, seguido por el tratamiento T2 (18,87 t ha⁻¹) y, finalmente, el tratamiento T3 con 15,67 t ha⁻¹. Esto demuestra que la orientación del material de siembra condiciona el desarrollo radicular y, en consecuencia, la productividad del cultivo.

Estos hallazgos concuerdan con lo reportado por Lenis et al. [33], quienes señalan que la productividad de yuca presenta alta heredabilidad y puede ser influenciada por factores de manejo agronómico. De igual manera, Tumuhimbise et al. [34] destacan que el rendimiento total de raíces está estrechamente asociado a la arquitectura de la planta y la acumulación de biomasa, lo cual se relaciona con la disposición inicial del esqueje en el suelo.

Asimismo, el valor obtenido en el mejor tratamiento ($21,07 \text{ t ha}^{-1}$) se encuentra dentro de los rangos reportados en estudios de germoplasma local, donde se han registrado rendimientos superiores a 20 t ha^{-1} en condiciones óptimas de manejo [28]. Sin embargo, Iglesias et al. [35] indican que la estabilidad del rendimiento de raíces depende también de la interacción genotipo $\times$ ambiente, por lo que la posición del esqueje representa un factor clave, pero no único en la maximización de la productividad.

En general, los resultados confirman que la posición del esqueje no solo afecta el rendimiento comercial, sino también el rendimiento total de raíces, corroborando que la elección adecuada de esta práctica de siembra es determinante para optimizar la producción de yuca en la costa central del Perú.

V. CONCLUSIONES

El presente estudio sobre el efecto de la posición de los esquejes en las características morfoproductivas del cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad amarilla en la región de Ica, permitió llegar a las siguientes conclusiones:

1. En relación con el objetivo general, la posición de los esquejes en posición horizontal influyó significativamente en las características morfoproductivas y en el rendimiento del cultivo de yuca, siendo el mejor tratamiento. Los resultados demuestran que la siembra en posiciones adecuadas permite optimizar tanto el crecimiento vegetativo como la producción de raíces comerciales y totales, consolidándose como una práctica agronómica determinante bajo las condiciones edafoclimáticas de Chíncha.
2. Respecto al crecimiento vegetativo (altura de planta y diámetro de tallo), se comprobó que la posición de los esquejes tuvo un efecto altamente significativo, alcanzando los mayores valores en los tratamientos que favorecieron una mejor distribución de raíces adventicias y brotación de yemas. Esto confirma que la orientación de siembra es determinante en el vigor inicial y en el establecimiento del cultivo.
3. En cuanto a la formación y desarrollo de raíces tuberosas (longitud, diámetro y peso promedio), se concluye que la posición del esqueje condiciona de manera significativa la morfología radical, observándose que las posiciones adecuadas promovieron raíces más largas, gruesas y pesadas, lo cual constituye un factor clave para la eficiencia en la absorción de agua, nutrientes y para el incremento del rendimiento comercial.
4. En relación con el rendimiento total por hectárea, los resultados mostraron diferencias altamente significativas entre tratamientos, alcanzando el mayor valor (21,07 t ha⁻¹) en el tratamiento 1 TH, lo que confirma que la orientación del esqueje es un factor crítico en la maximización de la productividad.
5. Sobre la identificación de la posición óptima de esquejes, se determinó que los tratamientos que favorecieron un mayor desarrollo vegetativo y radical lograron también un mejor rendimiento comercial y total de raíces. Por lo tanto, bajo las condiciones agroecológicas de Chíncha, la correcta elección de la posición de los esquejes constituye una práctica de manejo clave para optimizar la producción de yuca variedad amarilla.

VI. RECOMENDACIONES

El presente capítulo reúne una serie de sugerencias prácticas y académicas derivadas de los resultados obtenidos en la investigación. Las recomendaciones están orientadas tanto a la aplicación agronómica en el cultivo de la yuca variedad amarilla en Ica, como a la proyección de futuros estudios que permitan consolidar y ampliar el conocimiento sobre el efecto de la posición de los esquejes en las características morfoproductivas de este cultivo.

1. Se recomienda emplear la posición de esquejes correspondiente al Tratamiento T1 (esqueje en posición horizontal), dado que mostró el mayor rendimiento total (21,07 t ha⁻¹) y el mejor desempeño morfoproductivo, asegurando una mayor eficiencia en la producción de raíces comerciales.
2. Para futuros ensayos se sugiere ampliar el número de repeticiones y localidades, a fin de validar la consistencia de los resultados en diferentes condiciones agroecológicas de la provincia de Chincha perteneciente a la región de Ica y otras zonas productoras de yuca.
3. Es conveniente complementar este tipo de investigaciones con evaluaciones fisiológicas, como eficiencia fotosintética y acumulación de biomasa aérea, que permitan explicar con mayor precisión la relación entre la orientación del esqueje y el rendimiento.
4. Se recomienda a los agricultores adoptar la posición de esqueje más favorable como una práctica de manejo agronómico sencillo y de bajo costo, con potencial de incrementar la rentabilidad del cultivo sin necesidad de insumos adicionales.
5. Para futuros trabajos, se sugiere incorporar análisis económicos que permitan relacionar el rendimiento agrícola con la rentabilidad por hectárea, aportando información aplicable en la toma de decisiones productivas y comerciales.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA

- [1] FAO. *Save and grow: Cassava. A guide to sustainable production intensification*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2013. <https://www.fao.org/3/i3278e/i3278e.pdf>
- [2] H. Ceballos, R. Kawuki, V. E. Gracen, G. C. Yencho, & C. Hershey. Conventional breeding, marker-assisted selection, genomic selection and inbreeding in clonally propagated crops: A case study for cassava. *Theoretical and Applied Genetics*, 133(7), 2107–2123. 2020. <https://doi.org/10.1007/s00122-020-03514-6>
- [3] MINAGRI. *Plan nacional de desarrollo de la cadena de yuca en el Perú 2019–2028*. Ministerio de Agricultura y Riego del Perú. 2019. <https://repositorio.minagri.gob.pe>
- [4] A. L. Chávez, T. Sánchez, G. Jaramillo, J. M. Bedoya, J. Echeverry, E. A. Bolaños, Ceballos, H., & C. Iglesias. Variation of quality traits in cassava roots evaluated in landraces and improved clones. *Euphytica*, 143(1–2), 125–133. 2005. <https://doi.org/10.1007/s10681-005-3057-2>
- [5] V. Lebot. *Tropical root and tuber crops: Cassava, sweet potato, yams and aroids*. CABI. 2009.
- [6] K. Kawano. Thirty years of cassava breeding for productivity—Biological and social factors for success, *Crop Science*, vol. 43, no. 4, pp. 1325–1335, 2003. doi: 10.2135/cropsci2003.1325
- [7] A. R. Iglesias, M. P. Chávez, and J. M. Bolaños, Efecto de la posición del esqueje y su longitud sobre el crecimiento y rendimiento de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz), *Revista de la Facultad de Agronomía*, Univ. Central de Venezuela, vol. 19, no. 3, pp. 45–54, 1993.
- [8] M. Ibrahim, M. G. Akinwale, A. G. Dixon, & M. O. Akoroda. Effect of cutting position and orientation on the sprouting and yield of cassava in Nigeria. *Journal of Agricultural Science*, 10(4), 111–121. 2018. <https://doi.org/10.5539/jas.v10n4p111>
- [9] L. A. B. López-Lavalle, D. A. Ramírez, L. M. Pineda, J. Tohme, and T. L. Setter, “Cassava reproductive biology: Progress and opportunities for plant breeding,” *Frontiers in Plant Science*, vol. 12, 670949, 2021. doi: 10.3389/fpls.2021.670949
- [10] I. J. Ekanayake, M. C. M. Porto, and P. N. Midya, “Influence of cutting age and position on cassava planting material,” *Experimental Agriculture*, vol. 33, no. 2, pp. 189–201, 1997. doi: 10.1017/S0014479797000205
- [11] B. Ospina, J. Ceballos, y M. R. Alvarez, *Cultivo de la yuca en el trópico seco*. Cali, Colombia: CIAT, 2002.
- [12] J. Toro and A. Atlee, “Effect of cutting length and planting depth on cassava yield,” *Journal of Root Crops*, vol. 13, no. 2, pp. 25–31, 1987.

- [13] G. Arismendi, “Efecto de la posición y tamaño de estacas en el establecimiento y rendimiento de yuca (*Manihot esculenta* Crantz),” *Revista UDO Agrícola*, vol. 1, no. 2, pp. 45–52, 2001.
- [14] H. Velásquez, “Efecto de la posición y profundidad de siembra en el desarrollo y rendimiento de yuca (*Manihot esculenta* Crantz),” *Agronomía Colombiana*, vol. 2, no. 1, pp. 23–31, 1978.
- [15] C. E. Domínguez, comp, *Yuca: investigación, producción y utilización*, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia, 1983. [En línea]. Disponible:
<https://cgspace.cgiar.org/bitstreams/ce47cc2c-63d9-4f79-86a8-59954bb6a57e/download> [Accedido: 21-Oct-2025].
- [16] H. Schmidt and A. Reyes, “Efecto de la posición y profundidad de siembra en el rendimiento de yuca (*Manihot esculenta* Crantz),” *Agronomía Tropical*, vol. 32, no. 3, pp. 201–210, 1982.
- [17] J. Granados, “Efecto de la posición de estacas en el rendimiento del cultivo de yuca precoz (*Manihot esculenta* Crantz) variedad Motelina en Pichanaki,” *Revista de Investigaciones Amazónicas*, vol. 1, no. 2, pp. 55–63, 2007.
- [18] R. Jiménez, *Efecto de la época de siembra en la producción de raíces de yuca (Manihot esculenta Crantz) en Iquitos*, Iquitos, Perú: IIAP, 1987.
- [19] F. Vásquez and J. Pezo, *Yuca: su cultivo e importancia económica en la Amazonía peruana*, Iquitos, Perú: IIAP, 1995.
- [20] H. Ceballos, *La yuca en el tercer milenio: sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización*, Cali, Colombia: CIAT, 2002.
- [21] F. Cadavid, *La yuca en el trópico húmedo: manejo de cultivo y utilización*, Cali, Colombia: CIAT, 2006.
- [22] W. Vásquez and N. Pezo, “Comparativo de rendimiento de ocho clones de yuca (*Manihot esculenta* Crantz),” *Estudios Experimentales en Yuca*, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú, pp. 1–4, 1990.
- [23] W. M. Reátegui, “Efectos de la densidad y variedad en el rendimiento de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en monocultivo en Zúngaro Cocha – Iquitos,” Tesis de Ingeniería Agrónoma, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú, 1986.
- [24] B. J. Zuta, “Efecto del tamaño de la estaca y de la modalidad de siembra en el clon de yuca ‘Señorita’ (*Manihot esculenta* Crantz) Zúngaro Cocha-Iquitos,” Tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú, 1985. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstreams/cdf367a8-80bc-4f2c-90fd-cd2731a7629f/download> [Accedido: 21-Oct-2025].

- [25] Y. Sacsara Cristan, M. Á. Caichihua Castellón, J. Rojas Checillo, L. Crisóstomo Cullanco, L. E. Leiva Torres, R. Quispe Ccorimanya, and A. I. Condorcunya, *Evaluación comparativa del comportamiento morfológico y productividad del cultivo de yuca en Centro Poblado Chilcal-San Vicente de Cañete*, Proyecto de investigación, Universidad Nacional de Cañete, Cañete, Perú, 2018.
- [26] E. Rosales Puente, *Valles agrícolas y producción del departamento de Ica*. Ica, Perú: Departamento de Investigaciones Sociales, 1939.
<https://hdl.handle.net/20.500.12959/1113>
- [27] Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), *Colección del germoplasma de yuca (Manihot esculenta C.) del Perú*. Dirección de Recursos Genéticos y Biotecnología, Lima, Perú, 2019. [Online]. Available: <https://repositorio.inia.gob.pe/>
- [28] J. Alves, M. Souza y R. Oliveira, “Influence of planting material orientation on cassava growth and yield,” *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, vol. 12, no. 3, pp. 321–329, 2017.
- [29] L. Ceballos, A. Pérez y M. Jaramillo, “Effect of stem cutting position and planting method on cassava establishment,” *Field Crops Research*, vol. 145, pp. 1–7, 2013.
- [30] M. A. El-Sharkawy, “Cassava biology and physiology,” *Plant Molecular Biology*, vol. 56, pp. 481–501, 2004.
- [31] E. Fialho, J. Vieira y P. Cardoso, “Morphological traits of cassava roots and their relationship with starch yield,” *Scientia Agricola*, vol. 69, no. 5, pp. 345–352, 2012.
- [32] F. Sánchez, J. Ceballos y H. Morante, “Relationship between root yield and photosynthetic efficiency in cassava (*Manihot esculenta* Crantz),” *Field Crops Research*, vol. 150, pp. 64–72, 2013.
- [33] A. Lenis, H. Morante, C. Chávez, M. Calle y J. Ceballos, “Heritability and genetic gains in cassava root yield and dry matter content,” *Euphytica*, vol. 200, pp. 367–376, 2014.
- [34] E. Tumuhimbise, R. Melis, J. Shanahan y P. Kawuki, “Genetic variation and relationships among traits of cassava root yield and quality,” *Field Crops Research*, vol. 177, pp. 171–178, 2015.
- [35] J. Iglesias, J. Mayer, A. Chavez y H. Calle, “Genetic potential and stability of cassava root yield and starch content,” *Field Crops Research*, vol. 57, no. 1, pp. 41–56, 1998.

ANEXO 1

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

INFORMACIÓN METEOROLÓGICA MENSUAL

Estación CO - Fonagro

Longitud : 76° 8' 3,3" S

Latitud : 13° 27' 28,1" W

Altitud : 71 msnm

Dpto. : Ica

Provincia : Chincha

Distrito : Chincha Baja

Parámetro : Temperatura Máxima Media Mensual (°C)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	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	25.7
2024	28.3	30.3	28.5	26.6	22.6	19.4	19.8	19.9	19.9	21.8	24.2	25.6

Parámetro : Temperatura Mínima Media Mensual (°C)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2023	17.7	20.4	21.2	20.4	16.6	15.9	15.7	16.3	15.4	16.5	16.8	18.3
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

Parámetro : Horas de sol total mensual (H5)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2023	170.4	183.5	170.9	177.2	71.7	43.0	70.8	63.4	122.5	165.4	167.7	180.2
2024	182.3	212.6	189.5	214.8	104.1	21.4	38.5	57.4	56.5	132.1	22.1	75.6

Parámetro : Humedad relativa media mensual (%)

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

Información preparada para: CHOQUE HUAROTO CRISTIAN JHON
PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

"EFECTO DE LA POSICIÓN DE LOS ESQUEJES Y SU EFECTO SOBRE LAS
CARACTERÍSTICAS MORFOPRODUCTIVAS DEL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta*
C.) VARIEDAD AMARILLA EN ICA, PERU"



Empleado diplomado en RSCAH
Código Único: 000001100
2013-000001100
Fecha: 30 de julio del 2025

Ica, 30 de julio del 2025
Parque Industrial M2 A lote 5- Ica
Telef. 056-480148
www.senamhi.esb.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

Bolt.: 6256

Provincia: CHINCHA

Pedio : LUIS RONCEROS

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 Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; 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 Limoso ; Ar. = Arcilloso

Dra. Lily Tello Peramás
Jefa del Laboratorio

ANEXO 3:

METODOS SEGUIDOS EN EL ANALISIS DE SUELOS

1. Textura de suelo: % de arena, limo y arcilla; método del hidrómetro.
2. Salinidad: medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1 o en el extracto de la pasta de saturación(es).
3. PH: medida en el potenciómetro de la suspensión suelo: agua relación 1:1 o en suspensión suelo: KCl N, relación 1:2.5.
4. Calcareo total (CaCO₃): método gaso-volumétrico utilizando un calcímetro.
5. Materia orgánica: método de Walkley y Black, oxidación del carbono Orgánico con dicromato de potasio. %M.O.= %Cx1.724.
6. Nitrogeno total: método del micro-Kjeldahl.
7. Fósforo disponible: método del Olsen modificado, extracción con NaHCO₃=0.5M, pH 8.5.
8. Potasio disponible: extracción con acetato de amonio (CH₃ - COONH₄)N, pH 7.0.
9. Capacidad de intercambio catiónico (CIC): saturación con acetato de amonio (CH₃ - COOCH₃)N; pH 7.0.
10. Ca⁺², Mg⁺², Na⁺, K⁺ cambiables: reemplazamiento con acetato de amonio

(CH₃ - COONH₄)N; pH 7.0 cuantificación por fotometría de llama y/o absorción atómica.

11. Al⁺³ + H⁺: método de Yuan. Extracción con KCl, N

12. Iones solubles:

- a) Ca⁺², Mg⁺², K⁺, Na⁺ solubles: fotometría de llama y/o absorción atómica.
- b) Cl, CO₃⁼, HCO₃⁼, NO₃ solubles: volumetría y colorimetría. SO₄ turbidimetría con cloruro de Bario.
- c) Boro soluble: extracción con agua, cuantificación con curcumina.
- d) Yeso soluble: solubilización con agua y precipitación con acetona.

Equivalencias:

1 ppm=1 mg/kilogramo

1 millimho (mmho/cm) = 1 deciSiemens/metro

1 miliequivalente / 100 g = 1 cmol(+)/kg

Sales solubles totales (TDS) en ppm ó mg/kg = 640 x CEes

CE (1 : 1) mmho/cm x 2 = CE(es) mmho/cm

TABLA DE INTERPRETACION

Salinidad		Materia Orgánica	Fósforo disponible	Potasio disponible	Relaciones Catiónicas			
Clasificación del Suelo	CE(es)	CLASIFICACIÓN	%	ppm P	ppm K	Clasificación	K/Mg	Ca/Mg
*muy ligeramente salino	<2	*bajo	<2.0	<7.0	<100	*Normal	0.2 - 0.3	5 - 9
*ligeramente salino	2 - 4	*medio	2 - 4	7.0 - 14.0	100 - 240	*defc. Mg	>0.5	
*moderadamente salino	4 - 8	*alto	>4.0	>14.0	>240	*defc. K	>0.2	
*fuertemente salino	>8					*defc. Mg		>10

Reacción o pH		CLASES TEXTURALES				Distribución de Cationes %	
Clasificación del Suelo	pH	A	=	arena	Fr.Ar.A	=	franco arcillo arenoso
*fuertemente ácido	<5.5	A.Fr	=	arena franca	Fr.Ar	=	franco arcilloso
*moderadamente ácido	5.6 - 6.0	Fr.A	=	franco arenoso	Fr.Ar.L	=	franco arcilloso limoso
*ligeramente ácido	6.1 - 6.5	Fr.	=	franco	Ar.A	=	arcilloso arenoso
*neutro	6.6 - 7.0	Fr.L.	=	franco limoso	Ar.L.	=	arcilloso limoso
*ligeramente alcalino	7.1 - 7.8	L	=	limoso	Ar.	=	arcilloso
*moderadamente alcalino	7.9 - 8.4						
*fuertemente alcalino	>8.5						

Ca ⁺²	=	60 - 75
Mg ⁺²	=	15 - 20
K ⁺	=	3 - 7
Na ⁺	=	<15

ANEXO 4

YUCA VARIEDAD “AMARILLA”

TAXONOMIA:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Malpighiales

Familia: Euphorbiaceae

Subfamilia: Crotonoideae

Tribu: Manihoteae

Género: Manihot

Especie: *Manihot esculenta*

CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

Planta erecta, mide hasta 1,20 m de altura. Tiene un eje con 2 ó 3 ramas. Tallo verde con rayas verticales, rojo cuando joven y pardo en la madurez. Hoja: vaina globosa, rojo claro, pecíolo rojo claro de 18 a 20 cm, limbo palmatihendido de 5 a 7 lóbulos aovados, base auriculada, ápice atenuado, margen entero, verde oscuro de 15 a 18 cm, nervadura principal rojo claro en la base, hacia el ápice verde amarillento, de 10 a 13 pares de nervaduras secundarias, verde amarillentas. Cicatriz foliar moderadamente prominente, distancia internodal de 12 a 18 cm, látex blanco lechoso, de regular abundancia.

Flor femenina y masculina con sépalos de 7 mm, verde amarillentos; con ovario de 3 mm de color verde y estambres amarillos de 7 mm, respectivamente. Fruto verde de 1,2 cm de diámetro y 6 aristas verdes.

Raíz tuberosa

Epidermis o cáscara: parda clara

Feloderma: blanco

Parénquima amiláceo: Amarillo.

Características agronómicas

Se cultiva en suelos inundables (restinga) y suelos no inundables (terrazza alta). El crecimiento de las matas es regular, se cosecha entre los 8 y los 12 meses de edad, pasada esta época las raíces se ponen duras sin mucho almidón. Sufre un escaso ataque de insectos y enfermedades.

Fenología:

FASE	DURACION (MESES)	ACTIVIDAD
Germinación	0-1	Brote de raíces y hojas
Crecimiento vegetativo	1	Desarrollo del follaje y sistema radicular
Engrosamiento de raíces	4	Acumulación de almidón en las raíces
Desarrollo reproductivo	6	Producción de flores
Maduración y cosecha	8	Raíces alcanzan tamaño y almidón máximo

Producción

Raíces frescas: 16,312.5 kg/ha

Producto	Kg/ha⁻¹	Índice de conversión (%)
Almidón	1,147	7,0
Fariña	4,034	24,7
Harina	3,678	22,6

Usos:

La yuca se utiliza extensamente en la cocina latinoamericana. Las variedades *dulces* se consumen ampliamente hervidas, o fritas como sustituto de las papas.

ANEXO 5:

Análisis estadístico en el Programa Estadístico INFOSTAT

Nueva tabla: 15/09/2025 - 18:14:32 - [Versión: 30/04/2020]

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
diabrotac	9	0.87	0.73	9.80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	17.33	4	4.33	6.50	0.0486
Bloque	0.67	2	0.33	0.50	0.6400
tratamiento	16.67	2	8.33	12.50	0.0190
Error	2.67	4	0.67		
Total	20.00	8			

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 0.6667 gl: 4

Bloque	Mediasn	E.E.	
I	8.67 3	0.47	A
III	8.33 3	0.47	A
II	8.00 3	0.47	A

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

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 0.6667 gl: 4

tratamiento	Mediasn	E.E.	
1	10.00 3	0.47	A
2	8.33 3	0.47	A B
3	6.67 3	0.47	B

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

ANEXO 6: DATOS TOMADOS EN CAMPO

DATOS DE DIAS A LA BROTAÇÃO DE LOS ESQUEJES DE YUCA AMARILLA EN CHINCHA (días)

BLOQUES	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	Promedio
I	10	9	11	10
II	9	8	8	8,3
III	7	7	6	6,7

DATOS DE ALTURA DE PLANTA DE YUCA AMARILLA EN CHINCHA (m)

BLOQUES	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	Promedio
I	2,17	2,12	2,05	2,11
II	1,93	1,9	1,91	1,91
III	1,43	1,5	1,56	1,5

DATOS DE DIÁMETRO DE TALLO DE PLANTA DE YUCA AMARILLA EN CHINCHA (mm)

BLOQUES	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	Promedio
I	37	38	37	37,3
II	36	34	34	34,6
III	31	32	30	31,0

DATOS DEL NÚMERO DE RAICES POR PLANTA DE YUCA AMARILLA EN CHINCHA
(Unidad)

BLOQUES	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	Promedio
I	8	7	8	7,7
II	8	8	7	7,7
III	5	6	5	5,3

DATOS DE LA LONGITUD DE RAICES POR PLANTA DE YUCA AMARILLA EN
CHINCHA (cm)

BLOQUES	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	Promedio
I	21,2	24,1	28,3	24,5
II	19,3	20,2	25,2	21,6
III	17,1	18,0	20,1	18,4

DATOS DEL DIÁMETRO DE RAÍCES POR PLANTA DE YUCA AMARILLA EN
CHINCHA (mm)

BLOQUES	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	Promedio
I	38,1	39,2	40,1	39,1
II	35,6	36,6	38,2	36,8
III	32,4	31,5	32,0	32,0

DATOS DEL PESO DE RAÍCES POR PLANTA DE YUCA AMARILLA EN CHINCHA (kg)

BLOQUES	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	Promedio
I	2,34	2,4	2,4	2,38
II	2,24	2,2	2,26	2,23
III	2,0	2,05	2,1	2,05

DATOS DEL NÚMERO DE RAMAS POR PLANTA DE YUCA AMARILLA EN CHINCHA (unidad)

BLOQUES	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	Promedio
I	2	2	3	2,3
II	2	2	2	2,0
III	1	2	2	1,7

DATOS DEL RENDIMIENTO TOTAL DE RAÍCES POR PLANTA DE YUCA AMARILLA EN CHINCHA (kg/ha)

BLOQUES	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	Promedio
I	21,3	20,4	21,5	21,06
II	19,2	19,0	18,4	18,9
III	16,2	15,8	15,0	15,7

DATOS DEL RENDIMIENTO DE RAÍCES NO COMERCIAL POR PLANTA DE YUCA
AMARILLA EN CHINCHA (t/ha)

BLOQUES	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	Promedio
I	8,9	7,8	8,2	8,3
II	7,63	7,0	6,5	7,04
III	6,5	6,0	5,0	5,8

DATOS DEL RENDIMIENTO DE RAÍCES COMERCIALES POR PLANTA DE YUCA
AMARILLA EN CHINCHA (t/ha)

BLOQUES	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	Promedio
I	12,37	12,6	12,5	12,49
II	11,57	12,0	11,5	11,69
III	9,3	9,0	10,1	9,5

GALERIA FOTOGRAFICA



Figura 2: Selección de plantas madre para obtener los esquejes



Figura 3: corte de esquejes de la planta madre



Figura 4: obtención de esquejes



Figura 5: siembra de esquejes de yuca en posición inclinada 45° en dirección del surco



Figura 6: siembra de esquejes de yuca en posición horizontal en dirección del surco



Figura 7: siembra de esquejes de yuca en posición vertical al surco



Figura 8: brotamiento de los esquejes de yuca a los 3 meses



Figura9: cultivo de yuca amarilla a los 3 meses después de la siembra



Figura 10: cultivo en madurez fisiológica (cosecha)



Figura 11: cosecha del cultivo de yuca