

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
ÁREA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL



Tesis de Grado

Título

Efecto de las Posiciones de Siembra en el Rendimiento del

Cultivo de Yuca (*Manihot esculenta Crantz*)

en la Localidad de Villa Bush del Departamento Pando

Tesis de Grado para Optar al Grado de Ingeniero Agroforestal

Presentado por: Univ. Guido Anival López Agreda

Asesor: Ing. Agrof. David Gómez Roca

Cobija-Pando-Bolivia

2025

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL

TESIS DE GRADO

EFECTO DE LAS POSICIONES DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO DEL

CULTIVO DE YUCA (*Manihot esculenta Crantz*)

EN LA LOCALIDAD DE VILLA BUSH DEL DEPARTAMENTO PANDO

(HOJA DE APROBACIÓN)

AUTOR: Guido Anival López Agreda

INICIO: 20 de mayo del 2023

CONCLUSIÓN: 27 de abril del 2024

APROBACIÓN

FECHA

Fecha de recepción del examen

TRIBUNALES

APROBACIÓN

FIRMA

Ing. Androncles Puerta Velásquez

Ing. Maximiliano López García

Ing. Ronny Silver Balcázar Sosa

ASESOR

Ing. Agrof. David Gómez Roca

DEDICATORIA

El presente trabajo de Tesis de Grado, va dedicado primeramente a Dios, quien como guía estuvo, presente en el caminar de mi vida, bendiciéndome y dándome fuerzas para continuar con mis metas trazadas sin desfallecer. A mis padres, Carlos López Coca, y Marcia Agreda Núñez, a mi pareja, Danitza Sáenz y a mi querida hija y hermanos que, con su apoyo incondicional, amor y confianza, permitieron que logre culminar mi carrera profesional.

EN MEMORIA

En honor a mi querido padre, Carlos López Coca, mi ejemplo de fuerza, perseverancia y sabiduría. Aunque ya no estés físicamente conmigo, tu espíritu y amor continúa guiándome en cada paso de este camino.

AGRADECIMIENTO

Agradezco, principalmente a Dios, quien me ha guiado y me ha dado fortaleza para seguir adelante.

A mi familia, por su comprensión y apoyo incondicional, a lo largo de mis estudios.

A la Carrera de Ingeniería Agroforestal, que, gracias a ella, conocí el significado de trabajar en equipo por un mismo sueño.

Mi agradecimiento, a mi asesor de tesis, Ing. David Gómez Roca.

Resumen

El presente trabajo de investigación titulado “Efecto de las Posiciones de Siembra en el Rendimiento del Cultivo de Yuca (*Manihot esculenta Crantz*)”, se ejecutó en la urbanización “Hugo Zabala” Barrio Montelíbano, ubicada en la localidad de Villa Bush, perteneciente al municipio de Cobija, provincia Nicolas Suarez del departamento Pando. Ubicado geográficamente entre los paralelos: 11°05'27"S y 68°46'35"W. Los objetivos específicos del presente estudio fueron: Evaluar las posiciones de siembra de ramas de yuca en relación a su rendimiento. Determinar el mejor rendimiento en kg/ha, de las posiciones de siembra de ramas de yuca e Identificación de plagas y enfermedades en el cultivo de la yuca. Entre las principales conclusiones se destaca: De las tres posiciones de siembra, de ramas de yuca, de forma: horizontal, vertical e inclinada, esta última, fue la que resulto, tener las mejores condiciones en cuanto, a las variables evaluadas. El mejor rendimiento, en kilogramos por hectárea, fue la posición inclinada, obteniendo 8.195 kg/Ha, seguida de la forma horizontal, con 6.858 kg/Ha, y, por último, se tiene a la forma vertical, con 5.393 kg/Ha, esta como de menor rendimiento. Las características del suelo, como la textura y la fertilidad, también juegan un papel importante en el rendimiento de la yuca. Las posiciones de siembra que consideran la calidad del suelo muestran mejores resultados. Con relación, a las plagas y enfermedades, no se tuvo un ataque significativo, que haya perjudicado, el desarrollo y crecimiento del cultivo de la yuca, durante el tiempo que duró, la presente investigación. Y a continuación, se presenta las siguientes recomendaciones: Se recomienda, implementar un diseño de siembra, que considere diversas posiciones, profundidades y espaciados, para identificar la configuración más efectiva en términos de rendimiento. Realizar, análisis regulares del suelo, para ajustar las prácticas, de fertilización y mejorar, las condiciones para el crecimiento de la yuca. Ofrecer, capacitación a los agricultores, sobre las mejores prácticas de

siembra, y manejo de cultivos, enfocándose en la importancia de las posiciones de siembra. Fomentar, la investigación sobre nuevas técnicas de siembra y manejo agronómico, que puedan optimizar el rendimiento de la yuca en diferentes condiciones climáticas y de suelo.

Palabras claves: Cultivo, yuca, horizontal, vertical, inclinada.

Abstract

The present research work titled "Effect of Planting Positions on the Yield of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz)" was conducted in the "Hugo Zabala" urbanization in the Montelibano neighborhood, located in the Villa Bush area, belonging to the municipality of Cobija, Nicolas Suarez province in the Pando department. It is geographically situated between the parallels: $11^{\circ}05'27''\text{S}$ and $68^{\circ}46'35''\text{W}$. The specific objectives of this study were: to evaluate the planting positions of cassava branches in relation to their yield; to determine the best yield in kg/ha for the planting positions of cassava branches; and to identify pests and diseases in the cassava crop. Among the main conclusions, it is highlighted that of the three planting positions for cassava branches—horizontal, vertical, and inclined—the inclined position showed the best conditions regarding the evaluated variables. The best yield, measured in kilograms per hectare, was achieved with the inclined position, yielding 8.195 kg/ha, followed by the vertical position with 6.858 kg/ha, and lastly, the horizontal position with 5.393 kg/ha, which had the lowest yield. Soil characteristics, such as texture and fertility, also play an important role in cassava yield. Planting positions that consider soil quality show better results. Regarding pests and diseases, there was no significant attack that adversely affected the development and growth of the cassava crop during the duration of this research. The following recommendations are presented: It is recommended to implement a planting design that considers various positions, depths, and spacings to identify the most effective configuration in terms of yield. Conduct regular soil analyses to adjust fertilization practices and improve conditions for cassava growth. Provide training to farmers on best planting practices and crop management, focusing on the importance of planting positions. Promote research on new planting techniques and agronomic management that can optimize cassava yield under different climatic and soil conditions.

Keywords: Crop, cassava, horizontal, vertical, inclined.

Contenido

1. Introducción.....	1
1.1. Planteamiento del Problema	2
1.2. Justificación	3
1.3. Objetivo General.....	4
1.3.1. Objetivos Específicos.....	4
1.4. Hipótesis	4
2. Revisión Bibliográfica.....	5
2.1. Origen y Distribución	5
2.2. Clasificación Botánica	5
2.2.1. Características Morfológicas	7
2.3. Producción Mundial.....	11
2.4. Importancia de la Yuca	11
2.5. Formas de Plantación.....	12
2.6. Precipitación	13
2.7. Suelo	13
2.8. Temperatura	14
2.9. Siembra	15
2.10. Época de Siembra	16
2.11. Cosecha.....	17
2.12. Rendimiento.....	18
2.13. Plagas del Cultivo de Yuca.....	19
2.14. Principales Enfermedades del Cultivo de Yuca.....	24
3. Materiales y Métodos	28
3.1. Ubicación de la Investigación.....	28
3.2. Tipo de Investigación.....	28
3.3. Materiales de Campo y Gabinete.....	28
3.4. Diseño Experimental.....	29
3.5. Material Vegetal.....	30
3.6. Métodos de Recolección de Datos.....	30
3.7. Detalle del Trabajo de Investigación que se Ejecutó	30
3.7.1. Elección del Terreno	30

3.7.2.	Análisis de Suelo.....	30
3.7.3.	Limpieza del Terreno.....	31
3.7.4.	Selección de la Planta Madre.....	31
3.7.5.	Delimitación del Lugar del Experimento.....	31
3.7.6.	Rotulación de los Bloques	31
3.7.7.	Corte de Ramas-Semilla	31
3.7.8.	Preparación de Estacas.....	31
3.7.9.	Siembra	32
3.7.10.	Identificación de plagas y enfermedades	32
3.8.	Evaluación de las Variables	32
3.8.1.	Número de Plantas Muertas	32
3.8.2.	Altura	32
3.8.3.	Diámetro del Tallo	33
3.8.4.	Peso de la Raíz/Planta.....	33
3.8.5.	Número de Raíz/Planta	33
3.8.6.	Longitud de la Raíz por Planta.....	33
3.8.7.	Diámetro de Raíz por Plantas	33
3.8.8.	Rendimiento.....	33
5.	Resultados.....	34
5.1.	Altura de Planta.....	34
5.2.	Diámetro del Tallo	35
5.3.	Diámetro de raíz.....	36
5.4.	Número de Raíz	37
5.5.	Longitud de Raíces	37
5.6.	Peso de Raíz.....	38
5.7.	Rendimiento en Kilogramos/Hectárea.....	39
5.8.	Condiciones Edáficas.....	39
6.	Discusión	41
6.1.	Suelo y pH.....	41
6.2.	Época de Siembra	41
6.3.	Cosecha.....	42
6.4.	Rendimiento.....	42

7. Conclusiones.....	44
9. Recomendaciones.....	45
10. Referencias Bibliográficas.....	45

Índice de Tablas

Tabla 1 Materiales y equipos utilizados en la presente investigación realizada en la Urbanización “Hugo Zabala” Barrio Montelíbano, ubicado en la localidad de Villa Bush.....	28
Tabla 2 Primera altura de plantas en cm, evaluados en la Urbanización “Hugo Zabala” Barrio Montelíbano, ubicado en la localidad de Villa Bush.	34
Tabla 3 Segunda altura de plantas en metros, evaluados en la Urbanización “Hugo Zabala” Barrio Montelíbano, ubicado en la localidad de Villa Bush.	35
Tabla 4 Primera toma de diámetro en cm del tallo por tratamientos, evaluados en la Urbanización “Hugo Zabala” Barrio Montelíbano, ubicado en la localidad de Villa Bush.	35
Tabla 5 Segunda toma de diámetro en cm del tallo por tratamientos, evaluados en la Urbanización “Hugo Zabala” Barrio Montelíbano, ubicado en la localidad de Villa Bush.	36
Tabla 6 Diámetro de raíz en cm por plantas por tratamientos, evaluados en la Urbanización “Hugo Zabala” Barrio Montelíbano, ubicado en la localidad de Villa Bush.....	37
Tabla 7 Número de raíces por plantas, evaluados en la Urbanización “Hugo Zabala” Barrio Montelíbano, ubicado en la localidad de Villa Bush.	37
Tabla 8 Longitud de raíces por plantas en cm, evaluados en la Urbanización “Hugo Zabala” Barrio Montelíbano, ubicado en la localidad de Villa Bush.	38
Tabla 9 Peso de raíces por plantas en kg, evaluados en la Urbanización “Hugo Zabala” Barrio Montelíbano, ubicado en la localidad de Villa Bush.	38
Tabla 10 Rendimiento en kilogramos por hectárea del cultivo de la yuca evaluados en la Urbanización “Hugo Zabala” Barrio Montelíbano, ubicado en la localidad de Villa Bush.	39
Tabla 11 Reposte de análisis físico-químico de suelo	40

1. Introducción

La yuca (*Manihot esculenta Crantz*) es considerada como una de las principales fuentes de energía para 500 millones de personas en África, Asia y América. La producción mundial de yuca fue superior a los 270 millones de toneladas en 2014. El 53,7 % fue producido por África, el 30,7 % por Asia y el 15,6 % por América. De acuerdo con la FAO (2016), el principal país productor de yuca en 2014 fue Nigeria, con 38,6 millones de toneladas, seguido por Brasil, Tailandia, Indonesia y la República Democrática del Congo, con 23,3, 21,5, 19,2 y 16,0 millones de toneladas, respectivamente, mientras que la producción de Costa Rica fue de 175500 toneladas.

La yuca es un cultivo tropical con excelente adaptación a las condiciones climáticas de Costa Rica. Su siembra se realiza en numerosas unidades productivas de asentamientos campesinos de pequeños productores, quienes utilizan sistemas de producción diversificados con otras raíces tropicales, frutales y ganadería y en que el área sembrada de yuca es de 1-3 hectáreas.

Su dinámica está en función del comportamiento de otras actividades productivas, como la siembra de piña y ñame. El área sembrada de yuca en Costa Rica ha estado en constante crecimiento: en 1990 se sembraron 3092 ha, mientras que en el Censo Agropecuario de 2015 se reportó un área cultivada de 15 045 ha. Esto significa que se dio un incremento del área sembrada de casi cinco veces, como resultado del programa de diversificación de las

exportaciones no tradicionales de la Iniciativa de la Cuenca del Caribe (Serie Cultivos, 1997).

La yuca (*Manihot esculenta Crantz*), es la cuarta fuente de calorías para alrededor de 500 millones de personas, después del arroz, el azúcar y el maíz, en lo referente a cantidad de calorías producidas, se cultiva fundamentalmente en los trópicos y en terrenos considerados marginales, infértiles, ácidos y con largos períodos de sequía. Esta raíz rústica no solo es un alimento básico para muchas familias campesinas de escasos recursos, ha constituido un valioso alimento desde la

época de los aborígenes, mucho antes de la llegada de los españoles. La producción mundial de yuca en el 2006 se situó alrededor de 203 millones de toneladas de raíces frescas y un rendimiento mundial promedio de 10.9 t.ha^{-1} ; en Cuba en el mismo año la producción alcanzó 585 000 toneladas de raíces frescas y un rendimiento de $4,7 \text{ t.ha}^{-1}$, el que se encontró por debajo del rendimiento promedio mundial (Suárez & Mederos, 2011).

El municipio de Porvenir, perteneciente al departamento de Pando, en el año agrícola 2012-2013 registró una producción de 17.800,5 quintales de yuca, según el Censo Agropecuario 2013, informó el Instituto Nacional de Estadística al conmemorar 91 años de su creación. Otros productos que se cultivan en Porvenir son: el plátano postre con 16.415,7 quintales, maíz con 6.075,4 quintales, arroz con cáscara 3.400,7 quintales y caña de azúcar 3.179,3 quintales (Estadística, 2017).

1.1.Planteamiento del Problema

La yuca (*Manihot esculenta Crantz*) es un cultivo fundamental en la alimentación y economía de muchas regiones tropicales, incluyendo la localidad de Villa Bush en el Departamento Pando. Sin embargo, el rendimiento de este cultivo puede verse afectado por diversas prácticas agronómicas, entre las que destacan las posiciones de siembra. A pesar de su importancia, existe una falta de información sobre cómo estas posiciones influyen en el rendimiento de la yuca en este contexto específico.

La selección de la posición de siembra puede alterar factores como la absorción de nutrientes, la exposición a la luz solar, y la competencia entre plantas, lo que a su vez podría impactar en el crecimiento y desarrollo del cultivo. En localidad de Villa Bush como a nivel departamental, los agricultores han empleado diferentes métodos de siembra, pero no se ha realizado un estudio

sistemático que evalúe cuál de estas posiciones resulta en un mayor rendimiento. Esta falta de datos puede llevar a prácticas subóptimas que afecten la producción y la sostenibilidad del cultivo. Además, el contexto agroecológico de la localidad de Villa Bush como en todo el departamento Pando, caracterizado por su clima y tipo de suelo, puede influir en la efectividad de diferentes posiciones de siembra. Por lo tanto, es importante investigar el efecto de estas variables para proporcionar a los agricultores información basada en evidencia que les permita optimizar sus prácticas y mejorar el rendimiento del cultivo de yuca.

Este estudio busca llenar este vacío de conocimiento al analizar cómo las diferentes posiciones de siembra afectan el rendimiento del cultivo de yuca en la localidad de Villa Bush. La investigación se propone contribuir a la mejora de las prácticas agrícolas en la región, promoviendo un uso más eficiente de los recursos y, en última instancia, mejorando la seguridad alimentaria y la economía local.

En consecuencia, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál será, la posición adecuada de siembra, de esquejes para obtener altos rendimientos del cultivo de yuca, (*Manihot esculenta Crantz*)?

1.2. Justificación

El cultivo de yuca es uno de los alimentos principales en nuestra dieta alimentaria, es por ello que en nuestra región es consumida a diario por sus grandes bondades que tiene, nuestro departamento Pando se caracteriza por la producción de yuca en todos sus municipios, los cuales a través de sus productores hacen llegar al mercado más cercano, como también la mayor cantidad llega a los mercados de la capital, como también existen épocas de la escases de este alimento y es donde los precios suben por falta de una mayor producción en el tiempo. Es por ello que la presente investigación está enfocada en conocer cuál de las posiciones puede obtener mejores rendimientos, resultados que se pretende dar a conocer a los productores y así puedan mejorar su

sistema de siembra y por ende mejorar las condiciones sociales y económicas de la familia, como generar resultados solidos que sirvan al sector productivo de nuestra región, así mismo a aquellos que se dedican a la investigación científica.

1.3.Objetivo General

Evaluar el efecto de las posiciones de siembra en el rendimiento del cultivo de yuca (*Manihot esculenta Crantz*), en la Urbanización “Hugo Zabala” Barrio Montelíbano, ubicado en la localidad de Villa Bush del municipio de Cobija, provincia Nicolás Suarez del departamento Pando.

1.3.1. Objetivos Específicos

1. Evaluar las posiciones de siembra de ramas de yuca en relación a su rendimiento.
2. Determinar el mejor rendimiento en kg/ha, de las posiciones de siembra de ramas de yuca.
3. Identificación de plagas y enfermedades en el cultivo de la yuca.

1.4.Hipótesis

Ha.- Las posiciones de siembra, afecta en el rendimiento del cultivo de yuca (*Manihot esculenta Crantz*), cultivadas en la urbanización “Hugo Zabala”, ubicada en la localidad de Villa Bush, perteneciente al municipio de Cobija, provincia Nicolas Suarez del departamento Pando.

Ho. - Las posiciones de siembra, no afecta en el rendimiento del cultivo de yuca (*Manihot esculenta Crantz*), cultivadas en la urbanización “Hugo Zabala”, ubicada en la localidad de Villa Bush, perteneciente al municipio de Cobija, provincia Nicolas Suarez del departamento Pando.

2. Revisión Bibliográfica

2.1. Origen y Distribución

La yuca es originaria del trópico americano y su área de distribución se extiende desde Arizona, Estados Unidos, hasta la cuenca del Plata en Argentina. Sin embargo, en la parte norte de Brasil es donde se han encontrado especies taxonómicamente más afines a *M. esculenta*. Las áreas donde se da la mayor diversidad de especies son las partes central, norte y oeste (Mato Grosso) de Brasil, la zona sur de México y Bolivia (Serie Cultivos, 1997).

2.2. Clasificación Botánica

Dentro de las jerarquías sistemáticas, la mandioca pertenece a la clase Dicotiledoneae, caracterizada por la producción de semilla con dos cotiledones, al orden Euphorbiales, familia Euphorbiaceae, género *Manihot* y especie *Manihot esculenta* Crantz.

Dentro de la familia Euphorbiaceae se encuentran plantas de portes muy diferentes: árboles, arbustos y hierbas y de diversa importancia económica; unas se caracterizan por la producción de latex, aceite, raíces comestibles, existen además ornamentales y también medicinales.

Una de las tribus más importantes de la familia de las Euphorbiáceas es la Manihoteae, representada por el género *Manihot*. Dentro del género *Manihot* se han clasificado alrededor de un centenar de especies, entre las cuales la única cultivada comercialmente es *Manihot esculenta* Crantz, comúnmente conocida como mandioca.

El género *Manihot*, tiene alrededor de 180 especies, se compone principalmente de arbustos y está confinado al Nuevo mundo desde Arizona, Estados Unidos, hasta Argentina.

Se encontraron tres grupos de especies que tienen gran afinidad morfológica a la especie cultivada. Estos se encuentran en México, en América Central, en las Guayanas, en Brasil, en Paraguay y en Argentina.

La mandioca es un arbusto perenne, monoica, de ramificación simpodial y con variaciones en la altura de la planta que oscilan entre 1 a 5 m, aunque la altura máxima generalmente no excede los 3 m.

Los tallos son particularmente importantes en la mandioca, pues son el medio que se utiliza para la multiplicación vegetativa. El tallo maduro es cilíndrico y su diámetro varía de 2 a 6 cm, se pueden observar tres colores básicos de tallo maduro: gris-plateado, morado y amarillo verdoso. Tanto el diámetro como el color varían significativamente con la edad de la planta y variedad.

Las hojas son los órganos en los cuales ocurre principalmente, la fotosíntesis, son caducas, es decir, se avejentan, mueren y se desprenden de la planta a medida que esta se desarrolla. El número total de hojas producidas por la planta, su longevidad y capacidad fotosintética son características varietales, profundamente influenciadas por las condiciones ambientales. Las hojas son simples y están compuestas por la lámina foliar y el peciolo. La lámina foliar es palmeada y profundamente lobulada. El número de lóbulos en una hoja es variable y por lo general impar, oscilando entre 3 y 9.

La mandioca es una planta monoica, es decir, con flores unisexuales masculinas y femeninas en una misma planta, normalmente la polinización es cruzada. La estructura básica del arreglo de las flores es el racimo, en el que las flores femeninas, están localizadas en la parte basal, y las masculinas se agrupan en la parte superior.

El fruto es una capsula dehiscente y trilocular, de forma ovoide a globular, con 1 a 1,5 cm de diámetro, con seis aristas longitudinales, estrechas y prominentes.

La semilla es el medio de reproducción sexual de la planta, posee un valor incalculable en el mejoramiento genético del cultivo, pues a través de la reproducción sexual se pueden producir nuevos cultivares genéticamente superiores.

La semilla es de forma ovoide-elipsoidal y mide alrededor de 10 mm de largo, 6 mm de ancho y 4 mm de espesor. Las raíces de la planta de la mandioca, tienen como característica principal la capacidad de almacenamiento de almidones, razón por la cual es el órgano de la planta que hasta el momento ha tenido un mayor valor económico. Sin embargo, no todas las raíces producidas eventualmente se convierten en órganos de almacenamiento.

Cuando la planta proviene de semilla sexual, se desarrolla una raíz primaria pivotante y varias de segundo orden. Si la planta proviene de estacas, las raíces son adventicias y se forman en la base inferior cicatrizada de la estaca, que se convierte en una callosidad y también a partir de las yemas de la estaca que están bajo tierra. Estas raíces al desarrollarse, inicialmente, forman un sistema fibroso, pero después algunas de ellas inician su engrosamiento y se convierten en raíces tuberosas. La raíz tuberosa de la mandioca está compuesta de tres partes esenciales: la cáscara, la pulpa y las fibras centrales (Caballero Mendoza et al., 2019).

2.2.1. Características Morfológicas

Tallo. - El tallo está conformado por nudos y entrenudos, en cada uno del nudo se ubica el peciolo, protegido por escamas y dos estipulas laterales. La filotaxia del tallo es del orden $2/5$, es decir cada dos vueltas en espiral se posiciona otra hoja sobre la hoja 1, en el proceso se cuenta 5 hojas. El color del tallo de la planta depende de la variedad, ataque de trips y baja disponibilidad de agua, así mismo el tallo presenta ramificación que pueden ser vegetativas o reproductivo que determinan la conformación de la planta que es de suma importancia para la elección de la variedad según el valor agronómico, la ramificación lateral vegetativa da origen a 2, 3 y 4 ramas secundarias las que a su vez podrán originar a ramas terciarias y sucesivamente. En cuanto a la piel del tallo de yuca está conformada por la epidermis seguida del tejido cortical, el pigmento presente en estas capas definirá el color del tallo. El centro del tallo está constituido por tejido parenquimatoso, a

medida que el diámetro aumenta, se incrementa la xilema que provee tejido leñoso como súber en reemplazo de la capa exterior.

Hojas. - Este órgano puede ser palmeada y lobulada y se ve influenciada por el medio ambiente y es clave para identificar variedades que facilita tener mejor manejo del cultivo, implementar sistemas de producción agrícola, incrementar el rendimiento. Los lóbulos se pueden clasificar en tres simples tipos, abobado, lineal y en forma de guitarra, miden entre 4 a 20 cm de largo y 1 a 6 cm de ancho, los laterales son de menor tamaño que los centrales. La hoja alcanza su máximo desarrollo durante los tres meses disminuyendo a partir del cuarto mes, su color varía desde púrpura, verde oscuro, hasta verde claro. Los cogollos púrpuras a medida que crecen y se desarrollan cambian a color verdoso, el color del cogollo es una característica para describir a una variedad. El peciolo mide entre 9 y 20 cm, es delgado y de color variable (verde a morado) no siempre el color del peciolo coincidirá con la nervadura que oscila entre verde y morado, en el punto de inserción del peciolo con el nudo del tallo existe dos estipulas de 0.5 a 1.0 cm. El haz de la hoja tiene una cera brillante, y el envés es opaco y ahí se localiza las estomas responsables del intercambio gaseoso, aunque en algunas variedades se observa estomas en el haz.

Inflorescencia. - La inflorescencia es un racimo que contiene a las flores masculinas y femeninas, ubicándose la masculina en una posición distal y femenina basal, existe un racimo principal que posee un racimo secundario. La planta es monoica puesto que tiene los dos órganos sexuales en la misma planta, así mismo es de polinización cruzada obteniendo una altísima heterogamia, debido a que un racimo de la flor femenina se abre primero que la flor masculina dificultando la autopolinización, fenómeno conocido como protoginia. Las flores femeninas y masculinas están formadas de brácteas y bractéolas, órganos foliáceos que se adhieren o no cuando la flor se desarrolla.

Flores masculinas y femeninas.- La flor masculina tiene forma esférica (0.5 cm diámetro) y pedicelo corto y recto, mientras que en la flor femenina tiene largo y grueso, por lo general la flor femenina es más grande que la masculina por el eje longitudinal, la flor no tiene cáliz ni corola, sino más bien presenta una corola compuesta de tépalos (intermedios a sépalos y pétalos) estas son de color amarillo, rojizo o morado, se encuentran en las flores femeninas separadas una del otro en la base. En el interior de la flor masculina se ubica un disco basal donde se origina 10 lóbulos, en el centro de este se ubica el ovario, de cada espaciamento del lóbulo se origina un filamento de los cuales 5 son externos y largos y el resto son cortos, la unión de los filamentos produce la antera de forma elongada el cual tiene un ángulo de inclinación al centro de la flor esta se abre por hendiduras longitudinales, la liberación de polen dura de 2 a 3 horas antes que se abra la flor, el polen son grandes, esféricos y se producen en poca cantidad en cada saco, tiene textura pegajosa lo que facilita que la polinización sea realizada por los insectos; este permanece viable por un espacio hasta de 6 La flor femenina presenta en su parte interna un disco menos lobulado que el de la flor masculina, el cual está posicionado en la pared central del ovario. El ovario es supero dividido en tres carpelos cada uno con un ovulo individual penduloso, anatropo e individual, con un micropilo hacia arriba y rafe ventral, sobre este se observa un estilo pequeñísimo que origina a un estigma compuesto de tres lóbulos carnosos y ondulados

Frutos. - La fruta tiene forma de capsula dehiscente y trilocular, con forma ovoide a globular, con un diámetro de 1 a 1.5 cm, con 6 aristas longitudinales y prominentes, en el fruto al realizar un corte transversal se observa el epicarpio, mesocarpio y endocarpio, al madurar la semilla el endocarpio de consistencia leñosa se abre bruscamente para dispersar las semillas y el epicarpio y mesocarpio se secan. El fruto tiene dehiscencia bícida, con una separación de los

tejidos a lo largo del nervio medio de cada lóculo del fruto y entre las separaciones entre los mismos.

Semilla. - La propagación vía sexual se realiza a través de la semilla botánica, para una reproducción asexual no es de importancia alguna, pero para estudios de fitomejoramiento es de altísima importancia para los estudios de obtención de cultivares genéticamente superiores. Una semilla tiene forma elipsoidal-ovoide con una longitud de 1 cm, 6 mm de ancho y 4 mm de espesor, está formado por una capa externa (testa) de textura lisa, color café y moteados gris, seguido del endospermo formado por tejido parenquimático poliédrico cuyo rol es proteger y nutrir el embrión que se ubica en el centro de la semilla botánica. En la actualidad la semilla no tiene una importancia reproductiva relevante, pero en sí tendrá en el futuro. Existe un fenómeno llamado apomixis que consta en producir semillas sin la intervención de la reproducción sexual, muy común en pastos o forrajes, el embrión producido bajo este fenómeno es idéntico a la planta madre, y la excepción no son las especies del género de las mandiocas, tal acto de naturaleza brinda apreciables ventajas comerciales, los cuales se describen a continuación.

Sistema radical.- La raíz de yuca puede ser producida a partir de semilla sexual bajo esta reproducción se produce una raíz pivotante primarias y varias de segundo orden, aparentemente la raíz primaria evoluciona para originar una raíz reservante, mientras que una raíz producida mediante estacas las raíces son adventicias y se forma en la base con herida de la estaca y de las yemas de la estaca ubicas en el subsuelo, la importancia de producir raíces es por su capacidad de almacenamiento de almidón el cual le brinda el valor económico del cultivo hacia los productores. Las raíces al inicio presentan un sistema radical fibroso, que después (como máximo 10 raíces) inician su engrosamiento y se transforman en raíces tuberosas, el número de estas se forman en los inicios de crecimiento de la planta (2 a 4 meses), además presenta buen anclaje al suelo hasta 2.5

m las raíces fibrosas que le permiten absorber el agua y minerales Las raíces delgadas son las que penetran el suelo y son ellas las que desarrollan raíz tuberosa, desde el cuello hasta el inicio de la raíz tuberosa la raíz permanece fibrosa, el cuello puede ser corto (menos de 1 cm) y largo (más de 8 cm de largo), el pedúnculo de la raíz depende de la profundidad de siembra siendo esta mayor a medida que aumenta la profundidad (CURIÑAUPA, 2014).

2.3.Producción Mundial

La producción mundial de yuca se sitúa alrededor de 203 millones de toneladas de raíces frescas y un rendimiento promedio 10.9 t.ha^{-1} (2). La mitad de las hectáreas x áreas dedicadas al cultivo de la yuca se encuentran en África, un 30 % en Asia y el 20 % restante en América Latina.

En Cuba, se destinan para la plantación de este cultivo más de 100 mil hectáreas con rendimientos que oscilan entre 4 y 20 t.ha^{-1} (1), en los últimos años se trabaja por lograrla plantación de 13,42 ha por cada mil habitantes (9). La producción nacional en el año 2005 fue de 585 000 toneladas de raíces frescas y un rendimiento de $4,7 \text{ t.ha}^{-1}$, encontrándose por debajo del rendimiento promedio mundial (10.9 ha^{-1}) (Suárez & Mederos, 2011).

2.4.Importancia de la Yuca

El cultivo de yuca representa el cuarto alimento energético seguidamente después del arroz, trigo y maíz en el mundo, además es la dieta alimenticia de más de 600 millones de personas en el mundo y más de 250 millones de africanos. Así mismo, tiene un rol importante en la seguridad alimentaria debido a que disminuye la pobreza en países semi desarrollados.

Características específicas de la yuca como son la alta producción de almidón, adaptación a condiciones variantes de suelo y sequias, resistencia a enfermedades y plagas, y flexibilidad de cosecha resalta la importancia de este cultivo, más que todo en aquellos productores con producción de escala baja y pocos recursos económicos. En cuanto al contenido de almidón en la raíz este está en un 80 %. Las partes de la yuca (raíz y hojas) pueden brindar diversos usos para

consumo humano y alimento animal, por ejemplo; harina, gari y casave, almidón nativo, producción de jarabe fructosa-glucosa y alcohol (Elena et al., 2016).

2.5. Formas de Plantación

La plantación se realizará colocando la estaca en forma inclinada u horizontal.

a) *Forma inclinada*: La estaca quedará formando un ángulo de 45° con el suelo y se dejará una sola yema que se tapaná con los aporques posteriores. Velar que no queden las yemas invertidas, pues se retarda la brotación.

b) *Forma horizontal*: Favorece la plantación mecanizada y permite el uso de herbicidas pre emergentes (Suárez & Mederos, 2011)..

La estaca o semilla de la yuca, puede colocarse en tres diferentes posiciones; como se describen a continuación:

- *Horizontal*: este sistema se utiliza en siembras en surcos de forma mecanizada, aunque se puede utilizar de forma manual o con tracción animal. De esta forma la semilla queda totalmente cubierta por suelo y las raíces se forman en el extremo opuesto a las yemas; además se ha determinado que estimula mayor cantidad de raíces.

- *Vertical*: se basa en colocar la semilla de forma perpendicular a la superficie del suelo; de esta forma el sistema radical se forma en el extremo inferior y se extienden en forma radial. Se recomienda introducir al suelo aproximadamente 4 yemas para garantizar el desarrollo de la planta.

- *Inclinadas*: la semilla se debe introducir al suelo con un ángulo de 45° con respecto a la superficie manteniendo cubiertas al menos 2-3 yemas fuera del suelo; esta posición de la estaca facilita la cosecha y disminuye el porcentaje de yucas quebradas (Técnica, 2017).

2.6. Precipitación

La planta de la mandioca requiere entre 700 y 1500 mm de lluvia, bien distribuidas durante todo el ciclo del cultivo. Aunque muestra tolerancia a niveles inferiores de lluvia en relación a otros cultivos (Caballero Mendoza et al., 2019).

Las precipitaciones anuales entre 600 y 2000 mm anuales con una óptima de 1500, Lo que favorece a las condiciones del municipio, con precipitaciones frecuentes o largos periodos secos (Santiago Contreras, 2017).

La precipitación óptima para la yuca está comprendida desde 750 a 2000 mm, es una planta con adaptación a áreas secas y húmedas prefiriendo lluvia bien distribuida, la capacidad de adaptarse a zonas secas le genera algunas desventajas en el crecimiento (disminución del follaje), anillos leñosos en las raíces tuberosas y el rendimiento baja significativamente, mientras en área humedad el problema es la pudrición de las raíces (CURIÑAUPA, 2014).

2.7. Suelo

La mandioca puede plantarse en una gran variedad de suelos. El cultivo se da desde los suelos muy pobres en elementos nutritivos hasta aquellos con alta fertilidad. Los suelos deben ser sueltos, porosos, con cierta cantidad de materia orgánica y con un pH entre 6 y 7; crece muy bien en suelos pobres, bajo condiciones de extrema acidez crece bien y da rendimientos razonables. La tolerancia a pH muy bajos es debido a su habilidad para crecer en suelos con muy altos niveles de saturación de aluminio, superior a 80%, sin disminuir su producción, pero es muy sensible a la salinidad.

El suelo ideal para el cultivo de la mandioca debe ser profundo, suelto con buen drenaje y buena fertilidad, con textura entre franco arenosa o arcillo arenosa. Estas condiciones favorecen el crecimiento de las raíces, la buena aireación y circulación de agua; además facilita el arranque y

cosecha de las raíces. Los suelos bajos y anegados favorecen la aparición de las enfermedades que causan pudrición en las raíces (Caballero Mendoza et al., 2019).

En cuando a suelo a pesar de que la yuca se adapta a suelos fértiles, tiene buenos rendimientos en suelos ácidos, de baja fertilidad. Nicaragua, el cultivo se adapta a un pH que oscila entre 5,5 y 7,0, pero que hay estudios que indican que la yuca es apta en suelos con pH de 3,5, lo que muestra que este cultivo se desarrolla en suelos ácidos y suelos medianamente alcalinos. Sin embargo, no tolera encharcamientos siendo mejor la elección de suelos sueltos para mejorar el drenaje del suelo, condiciones con las que contó el terreno seleccionado para el establecimiento del cultivo (Santiago Contreras, 2017).

De preferencia suelos francos, pero produce muy bien en suelos pesados hasta suelos arenosos. El pH del suelo es preferible en el rango de 5.8 a 6.5. (Junior, 2002).

La yuca es un cultivo que se adapta a una variedad de suelos, pero suelos pesados, gredosos, arcillosa, saturados y pedregales no permite optimizar el crecimiento y rendimiento de las raíces, mientras se desarrolla mejor en suelo arenosos, arcillosos pasando por el franco, con pH (4 a 7) y tolera niveles altos de Al y Mn. En suelos de Colombia (inceptisol, ultisol y oxisol) se reportan deficiencias de fosforo y bajos rendimientos en el cultivo de yuca(CURIÑAUPA, 2014)

2.8. Temperatura

La yuca es un cultivo de amplia adaptación ya que se puede sembrar a alturas desde el nivel del mar hasta los 1800 msnm, a temperaturas comprendidas entre los 20 y 30 °C (Santiago Contreras, 2017).

La yuca es un cultivo que tolera un amplio rango de temperatura; sin embargo, esta puede afectar la brotación, el tamaño y la producción de hojas, el llenado de las raíces de almacenamiento y el rendimiento. El rango óptimo de temperatura es de 25-29 °C. Sin embargo, el rango de tolerancia de este cultivo va de los 16 °C a los 38 °C; las temperaturas inferiores a los 16 °C afectan

el crecimiento, debido a una menor producción de hojas, la poca formación de raíces tuberosas y un menor engrosamiento de estas (Serie Cultivos, 1997).

La planta de yuca, así como se adapta a un amplio rango de temperatura, tolera entre 16 a 38 °C, temperatura menor a los 16 °C afecta el crecimiento vegetativo, almacenamiento y engrose de las raíces, consecuentemente produciendo una baja en el rendimiento (CURIÑAUPA, 2014).

Temperaturas cálidas entre 25o y 30oC y entre 300 a 700 msnm. En temperaturas más bajas o mayores alturas (más de 800 msnm) el ciclo se extiende demasiado (más de los 12 meses) (Junior, 2002).

2.9. Siembra

Para la siembra de yuca utilizamos material vegetativo (cangre) que debe de venir de plantas libres de enfermedades, daño de insectos y de madera sazona. Las estacas se deben de cortar con cortes de 45° de un tamaño de 20 a 30 cm (más importante que tengan entre 5 a 8 yemas).

Hay cangres de 60, 80, 100 y 120 cms, los cuales tienen que ser cortados en pedazos de 20 cm para posteriormente ser tratados químicamente. El costo de la semilla es de aproximadamente Lps 2,100/hectárea (Lps 1,500/manzana).

Para la selección de madera de semilla se debe de tener el cuidado de que las plantas no presenten síntomas de Cuero de Sapo. Estos síntomas son un engrosamiento de la parte basal del tallo, las yucas se quedan delgadas (no son comerciales) y hay un crecimiento excesivo de la piel de las raíces con una apariencia corchoso (cuero de sapo). Cuando el cangre se está picando se debe de seleccionar por el grosor que tiene la madera. Se debe de separar en tres tamaños: delgado, medianos y grueso. La razón es porque tienen diferente vigor y queremos que queden aparte. Las tres clases son buenas semilla, pero si ponemos una de mayor vigor al lado de menor vigor tiende a quedarse atrás en desarrollo y no produce tan bien reduciéndonos el rendimiento. (Junior, 2002).

Las profundidades de plantación de estacas influyen principalmente sobre la formación de raíces reservantes. Los mismos autores, ensayando con profundidades de 5, 10 y 15 cm, encontraron que ésta última es la más favorable. Sin embargo, la siembra a 5 cm, a pesar de comportarse bien en época lluviosa, no es aconsejable porque no suministra un buen anclaje a las plantas; por lo que recomienda plantar a los 10 cm. La posición en que se siembra la estaca no tiene un efecto significativo en el rendimiento; la posición vertical es la más utilizada y se recomienda porque favorece el crecimiento inicial y reduce el vuelco de las plantas; sin embargo, cuando la operación es mecanizada se recomienda plantarlas en posición horizontal ya que las raíces se paran y facilita la cosecha. Al sembrar en suelos planos en posición vertical, oblicua e inclinada a 45 grados y horizontal (enterradas totalmente), no encontró diferencias significativas entre tratamientos. La mayor producción de raíces fue con el método de esquejes horizontales enterrados (Fernandes, 2014).

2.10. Época de Siembra

Época óptima (noviembre-15 febrero), no obstante, puede plantarse durante todo febrero, marzo, abril y para la región oriental se incluye el mes de junio.

Plantando en fecha óptima se garantizan dos objetivos fundamentales:

- ✓ Cerrar plantaciones antes de inicio de las lluvias.
- ✓ Las plantaciones presentan un buen desarrollo vegetativo en el momento de mayor incidencia de plagas, amortiguando las pérdidas por esta causa (Suárez & Mederos, 2011).

La época de siembra en el cultivo de yuca más recomendable, es de mayo a junio, es decir, al comienzo de las lluvias de invierno, debido a los altos requerimientos hídricos que exige el cultivo de la yuca durante los primeros cuatro meses de desarrollo de su ciclo (Gilberto, 2001). A las condiciones climáticas favorables. La siembra se recomienda realizarla con el inicio de las

primeras lluvias, ya que en este periodo las condiciones favorables de humedad y temperatura del suelo son beneficiosas para la germinación (Técnica, 2017).

2.11. Cosecha

La cosecha se debe efectuar cuando la planta de la mandioca ha alcanzado su madurez fisiológica, se realiza normalmente en forma manual, dependiendo de las variedades utilizadas, esta operación se puede realizar en forma gradual para el consumo en la finca o de una sola vez para la venta al mercado o a la industria. En Paraguay, el ciclo de crecimiento desde la plantación hasta la cosecha es de 9 a 12 meses; esto ocurre generalmente entre los meses de mayo a junio. En este periodo, la planta completa su ciclo fisiológico y llega a su máximo potencial de rendimiento, contenido de materia seca y almidón en las raíces, como así también en calidad culinaria; pero algunas variedades tienen la particularidad que se puede dejar en el campo por más tiempo. Comúnmente se las conoce como mandioca de dos años, es decir, completan nuevamente su ciclo en el segundo año en los meses de mayo a julio a los 18 a 20 meses después de la plantación. La cosecha se realiza manualmente, arrancando la planta con ayuda de algunos implementos como azada, pala, palanca, etc. Conviene mencionar que existen implementos para realizar la cosecha en forma semi-mecanizada, que facilita el proceso de arranque, permitiendo un mayor rendimiento de cosecha comparado al sistema manual.

Para efectuar la cosecha, se poda la parte aérea con machete, cortando el tallo a unos 20 cm de suelo; se amontonan las ramas en las melgas o se retiran del cultivo; luego se procede al arranque manual, estirando y sacudiendo del tocón. Las raíces cosechadas deben ser amontonadas en un lugar para luego proceder al corte del pedúnculo, amontonando las raíces y los tocones por separado. La cantidad de jornal que se requiere para la cosecha varía. Existen algunos aspectos que interfieren, como por ejemplo la dureza del suelo por sequía, cultivos enmalezados, variedades muy ramificadas y suelos pesados (arcillosos). En condiciones adecuadas, cultivos bien

manejados, limpios, suelos livianos (franco arenoso), un jornal hombre puede cosechar entre 800 a 1.000 kg de raíces, por jornada de trabajo. Si se aplican las técnicas recomendadas, se puede alcanzar en el primer año 25 a 30 t ha⁻¹ de rendimiento y en el segundo año de 40 a 50 t ha⁻¹ (Caballero Mendoza et al., 2019).

La cosecha es la última labor de la etapa del cultivo que puede realizarse de manera manual o mecanizada, el cual está determinado por el contenido de materia seca, calidad culinaria, clima y madurez del cultivo, se necesita 25 a 30 jornal/ha/día para un rendimiento de 25 a 30 t/ha, sin duda esta labor requiere de alta demanda de costos por la mano de obra. En general, la cosecha de la yuca es más simple si se ha plantado el cultivo en caballones y más difícil si está en plano. Así pues, la extracción de raíces es más fácil en un suelo arenoso que en un suelo arcilloso. Esta labor del cultivo se debe planear antes de la siembra, así se ejecute de manera manual o mecanizada, para de esta manera facilitar la cosecha (CURIÑAUPA, 2014).

La cosecha, de la yuca Valencia, se realizó entre los 8 y 10 meses dds. Esto depende de la época del año en la cual se siembre, zona, altura sobre el nivel del mar, riego y manejo en general del cultivo. Entre más joven este para cosechar mayor calidad tendrá la yuca especialmente para proceso (congelada o chips) (Junior, 2002).

La cosecha del cultivo de la yuca, en la sabana es de 10, 11 y 12 meses (Gilberto, 2001).

2.12. Rendimiento

Montaldo (1979), citado por Velásquez et al. (1994), menciona que varios trabajos en relación a la posición de estacas, han obtenido resultados contradictorios y que no se encontraron diferencias estadísticas significativas respecto al rendimiento de raíces reservantes (González et al., 2014).

Según, Velásquez et al. (1994), citado por, González et al., 2014, quienes realizaron un estudio en el que evaluaron tres profundidades y posiciones de siembra, y se demostró que

la profundidad de plantación afecta considerablemente a la producción de raíces reservantes, la brotación de yemas y el acame de las plantas; los tratamientos más favorables correspondieron a profundidades de 5 y 10 cm en posición horizontal e inclinada y concluyó que la posición de plantación interfiere en la producción en menor grado que la profundidad.

La población y los rendimientos adecuados, varían de un país a otro, e incluso dentro del mismo país y zona ecológica. La yuca un cultivo rustico crece en suelos in fértiles, en Ecuador, los agricultores de manera tradicional están obteniendo 3 a 7 kg por planta. La posición y la profundidad de siembra del esqueje, no influye sobre los esquejes muertos, falso brote por planta y número de ramas por planta. La siembra en forma horizontal presenta mejor diámetro de tallo (2,78 centímetros), mejor longitud de raíz (45,51 centímetros), mejor peso de raíz (5,67 kilos por planta), mejor diámetro de raíz tuberosa (5,80 centímetros) y mejor rendimiento (141,86 t. ha⁻¹). La siembra a 8 centímetros de profundidad, presenta mejor número de raíces por planta (8,0 unidades), mejor peso de raíz por planta (5,66 kilogramos) y mejor diámetro de raíz tuberosa (5,86 centímetros). (Pérez Pariamanco, 2008)

2.13. Plagas del Cultivo de Yuca

Entre las plagas de mayor incidencia se encuentran: Marandová (*Erinnyis ello*), Mosca blanca (*Bemisia spp*), Chinche de encaje (*Vatiga illudens*), Barrenadores del tallo (*Chilomina sp.*) y (*Coelosternus sp.*) y Hormigas cortadoras (*Attas pp.*)(Caballero Mendoza et al., 2019).

Gusanos cachones (Erynnis ello sp.).

El gusano cachón es una plaga que se adapta a diferentes condiciones climáticas, un amplio rango de hospederos y alta capacidad de migración; lo que provoca ser una plaga de suma importancia en el cultivo de la yuca. El ataque de *Erynnis ello* en las primeras fases del ciclo puede ocasionar disminución en el rendimiento y en fases más avanzadas del cultivo puede reducir el tamaño, la calidad poscosecha y el acúmulo de almidón en yucas; cuando se aumenta el índice

poblacional de la plaga puede provocar defoliación total de la planta. El manejo cultural de la plaga se puede realizar mediante la eliminación de malezas hospederas dentro y alrededor del área sembrada, voltear el suelo después de la cosecha para desecar las pupas, la rotación de cultivos y la recolección manual de las larvas. El control biológico se realiza con aplicaciones de *Bacillus thuringiensis* y *Metarrizium*; además el uso de parasitoides como la avispa *Trichograma sp* o *Cotesia americana* y algunos depredadores como *Chrysopa sp*.

Trips (Frankliniella williamsi)

Los trips es una plaga muy común en el cultivo de la yuca, son muy pequeños, coloración amarilla y pueden medir aproximadamente 1,5 mm de longitud; los daños se pueden observar principalmente en los brotes y las hojas más tiernas. Altas poblaciones de trips pueden ocasionar daños severos en los puntos de crecimiento, retrasan el desarrollo de la planta y estimulan brotes laterales que son afectados por el mismo daño. Esta plaga se ve favorecida en períodos secos y puede ser confundida por productores sarna de la yuca, que presenta deformidades en las hojas.

El manejo de trips se puede realizar de forma cultural eliminando plantas hospederas, realizando rotación de cultivos, se recomienda aplicar riego en épocas secas y mantener la fertilización adecuada para cubrir las necesidades. El control biológico se realiza aplicando *Beauveria bassiana* una vez por semana, utilizando depredadores de la familia Lygeidae y Coccinellidae. Como ultima estrategia de control se realiza aplicaciones de dimethoato, carbamato o imidacloprid para reducir las poblaciones y daños ocasionados (Felipe, 2024)

Acaro verde la yuca (Mononychellus sp.)

Los ácaros atacan y se desarrollan en los brotes nuevos de yemas, hojas jóvenes y partes de tallo; las lesiones que ocasionan comienzan con un punto amarillento que se va extendiendo y va adquiriendo una apariencia moteada y bronceada en el área afectada. Conforme aumenta la

severidad disminuye el área foliar y la tasa fotosintética de la planta; hasta llegar a secar las hojas o defoliar la planta. El manejo de ácaros se puede realizar biológicamente utilizando hongos Zygomycetes y fitoseidos; el Staphylinidae oligota es un insecto depredador de los más promisorios para su control. El manejo cultural se recomienda la rotación de cultivos, la eliminación de hospederos alrededor del cultivo y el monitoreo semanal de las plantas. El combate químico se deja como última alternativa y se pueden aplicar acaricidas.

Mosca blanca (Trialeurodes variabilis; Aleurotrachelus socialis)

La mosca blanca es una plaga con gran importancia económica a nivel mundial; ya que se puede presentar en una gran variabilidad de cultivos provocando pérdidas de rendimiento. Los adultos se ubican en los cogollos de la planta de la yuca para chupar la savia de las hojas más tiernas mientras que las ninfas se encuentran en la zona intermedia de la planta succionando los nutrientes elaborados que viajan dentro del floema; este proceso ocasiona deformación y amarillamiento de hojas jóvenes. Además, puede provocar la diseminación de virus y enfermedades como la fumagina que impiden la producción de fotoasimilados mediante la fotosíntesis. El problema de las plagas *T. variabilis* y *A. socialis* se puede reducir mediante un manejo integrado de plagas; la eliminación de hospederos de la plaga, proveer los requerimientos nutricionales de la planta y seleccionar la época de siembra son prácticas culturales. El control biológico se realiza con aplicaciones de hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana*, *Verticillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae*; así como el uso de parasitoides como *Amitus aleurodinis* y *Eretmocerus aleurodiphaga*. La última alternativa es el uso de productos químicos como Dimetoato, Thiamethoxam, Etofenprox o Imidacloprid para reducir las poblaciones del insecto.

Zompopas (Atta sp. y Acromyrmex sp.)

La yuca se caracteriza por ser hospedero de una gran biodiversidad de insectos; tal es el caso de las hormigas cortadoras o zompopas, las que tienen mayor impacto en el cultivo son *Atta sp.* Y *Acromyrmex sp.*, que a gran escala pueden provocar pérdida del índice foliar de las plantas y defoliación. Los principales problemas se observan en las primeras etapas de establecimiento del cultivo donde dañan los ápices de crecimiento; así como lesiones en las hojas donde aparecen cortes semicirculares que disminuyen la capacidad fotosintética de la planta.

El manejo biológico se puede realizar mediante la aplicación de hongos entomopatógenos como *Trichoderma*, *Metarrizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* sobre los hormigueros o sobre el follaje afectado con dosis aproximada de 250 gramos por bomba (16 litros); como también se pueden impregnar granos de arroz como cebos y colocarlos alrededor de los hormigueros. El control químico se realiza con cebos a base de una mezcla de 40 gramos de borato de sodio, 50 ml de extracto de jugo de naranja y un kilogramo de puntilla de arroz que son colocados alrededor y en la entrada principal del hormiguero (Técnica, 2017).

Las plagas de la yuca reportadas en Honduras hasta la fecha son:

Trips, Ácaros, Gallina Ciega, Gusano Cachón, Mosca del Cogollo (muy esporádico)

Barrenador del Tallo (muy esporádico). Para la yuca no hay un calendario de aplicación ya que solo aplicamos si hay presencia de alguna plaga a un nivel que haya daño significativo.

Trips (*Frankliniella sp.*)

Esta es la principal plaga de la yuca que si se deja sin control puede destruir completamente el punto de crecimiento de la yuca. El daño se reduce cuando la planta se mantiene creciendo vigorosamente. Esta plaga siempre va tender a estar presente en el cultivo por lo cual además de muestrear para la presencia de la plaga se debe considerar el daño que está causando. Si el cultivo

está creciendo lo suficientemente vigoroso probablemente el daño no sea lo suficiente para justificar su control. Por la razón anterior debemos de mantener un cultivo bien fertilizado y con suficiente humedad para que tenga un buen desarrollo.

Ácaros (*varias especies*)

Los ácaros tienden a ser un problema durante la época caliente y seca (verano). Pueden causar la defoliación total del cultivo si no se ejercen medidas de control.

Gallina Ciega (*varias especies*)

La gallina no solo causa grandes mermas de rendimiento por la alimentación de las raíces alimenticias, sino que también vuelve el producto invendible por el daño físico sobre las raíces comerciales. Las cicatrices causadas por la alimentación de la gallina ciega sobre el producto comercial causan la pérdida total del producto. Esto hace que esta plaga sea muy importante su control.

Gusano Cachón (*Einnyis ello*)

Es una plaga muy voraz para consumir follaje de la yuca. Si se deja sin control puede desfoliar totalmente la planta de yuca. Por suerte es una larva que su control es relativamente fácil y tiene muchos Parasitoides. Esta plaga tiende a ser más predominante cuando empieza la estación lluviosa y la seca.

Mosca del Cogollo (*Silba pendula*)

La mosca oviposita en el cogollo entre las hojas no expandidas del cogollo. Las larvas perforan el punto de crecimiento matándolo causando ramificación. Esto solo es un problema cuando el cultivo esta pequeño 0 a 2 meses. En varios estudios en Costa Rica y Florida encontraron que no afecta el rendimiento en ocasiones se observó un incremento. Aquí solo se han observado daños esporádicos que no han ameritado control.

Barrenador del Tallo

El barrenador es esporádico y solo afecta en las primeras etapas del cultivo casi inmediato después de trasplante. Perfora la medula del cangre causando pérdidas de plantas. No se han visto pérdidas que ameriten un control químico y es muy poco en los lotes que se han observado (Junior, 2002).

2.14. Principales Enfermedades del Cultivo de Yuca

Las enfermedades pueden ocasionar grandes pérdidas en el cultivo de la mandioca, es afectado por muchos patógenos que causan enfermedades en la parte aérea y en la raíz.

Estos patógenos pueden ser de diferentes orígenes como ser: bacterias, hongos, virus o fitoplasma, disminuyendo el vigor de las plantas, reduciendo su capacidad fotosintética o causando pudrición de las raíces. Algunos patógenos atacan solamente el tallo, que es el material de propagación normalmente usado, causando la muerte de sus tejidos o invadiendo el sistema vascular sin mostrar daño visible; sin embargo, ésta forma constituye la fuente primaria de infección dentro de las plantaciones. Otros patógenos atacan el tejido foliar y partes tiernas del tallo, causando manchas, defoliaciones, marchitez, muerte descendente o total. Otros patógenos se localizan en los tejidos de las raíces y en la parte basal del tallo, causando pudriciones radiculares. Las raíces recién cosechadas pueden presentar pudriciones. Dichas pudriciones pueden ser un efecto fisiológico-patogénico y son aceleradas por daños mecánicos que sufren las raíces en el momento de la cosecha. Entre las enfermedades de la mandioca más importantes en el Paraguay, se encuentran la bacteriosis, la pudrición de raíces, las manchas foliares y algunas enfermedades causadas por virus (Caballero Mendoza et al., 2019).

Sarna o súper alargamiento de la yuca (Sphaceloma manihotica)

El patógeno *Sphaceloma manihotica* es un hongo que se hospeda sobre la epidermis del tallo de la yuca; conforme avanza la enfermedad puede penetrar los tejidos intercelulares que

aumentan la producción de giberelinas, provocando un alargamiento exagerado de los entrenudos, el tallo no engruesa y debilita a la planta. Además, otro de los síntomas es la aparición de chancros en hojas y tallos de coloración amarilla; dependiendo del grado de infección el tamaño y forma pueden variar de la lesión. El manejo de la enfermedad se puede realizar principalmente en la selección de variedades tolerantes y libres de enfermedades; la rotación de cultivos con gramíneas, época de siembra con menor precipitación y tratamientos de semillas con agua caliente alrededor de 49°C u oxiclورو de cobre.

Mancha parda (Cercospora henningsii)

La mancha parda es una enfermedad fungosa que provoca lesiones color café rojizo o marrón en las hojas del cultivo de la yuca, son de forma irregular, al centro de la mancha se torna de color gris-oliváceo y alrededor presenta un halo de amarillento. Conforme la enfermedad avanza las hojas presentan un amarillamiento uniforme, seguidamente se secan y termina defoliando la planta; provocando pérdidas en el rendimiento. El control cultural se realiza seleccionando materiales reproductivos de plantaciones sanas o variedades resistentes, prácticas agronómicas que reduzcan los excesos de humedad. El control químico se realiza con aplicaciones de fungidas a base de óxido de cobre y oxiclورو de cobre en mezcla con aceite mineral para aumentar su eficacia.

Mancha blanca (Phaeoramularia manihotis)

El patógeno *P. manihotis* es considerado de suma importancia para el cultivo de la yuca, provoca lesiones en la lámina foliar de las hojas con un tamaño aproximado de 1 a 7 milímetros de diámetro (más pequeñas que *Cercospora henningsii*), presenta formas circulares o angulares, una coloración blanquecina al centro y rodeadas por un borde o línea irregular de color pardo-violeta; alrededor de la lesión se puede observar un halo de color marrón. Se disemina por medio

de fuertes ráfagas de viento o por el salpique de agua de lluvia; en época seca puede sobrevivir en residuos de cosecha hasta la temporada de lluvias. Para el manejo de esta enfermedad se utilizan las mismas medidas de control que se recomiendan para la mancha parda.

Cuero de sapo (Fitoplasma)

El cuero de sapo es la principal enfermedad del cultivo de la yuca; ya que afecta directamente las raíces de la planta y ocasionar pérdidas de un 90% en el rendimiento. Este problema es causado por bacterias sin pared celular llamadas fitoplasmas, se mueven en el interior de planta por el floema y la forma de diseminarse es mediante insectos. Los primeros síntomas comienzan con un engrosamiento en la base del tallo y se observa una fisura longitudinal que se desarrolla desde la base hasta la parte distal de la raíz. Al tiempo las fisuras cicatrizan formando una red de hendiduras de apariencia corchosa en la yuca; provocando pérdida en estética y calidad.

La principal recomendación para el manejo de la enfermedad de cuero de Sapo es realizar la selección de semillas de la yuca con mayor vigor y libres de lesiones; utilizar lotes madre para la producción de semilla, usar semillas provenientes de plantas in vitro como lotes madre, eliminar plantas con síntomas e incinerarlas. La enfermedad al ser transmitida por insectos es recomendable mantener bajas las poblaciones principalmente de mosca blanca y hemípteros chupadores (Técnica, 2017).

Cuero de Sapo (Mycoplasma)

Esta enfermedad reduce a casi “0” el rendimiento de la yuca. Una de las mejores maneras de transmisión de esta enfermedad es por el uso de semilla o cangre de plantas enfermas. Pero no solo se transmite por la semilla si no que por las herramientas e insectos también. Los síntomas son: que las raíces no engruesan en la mayoría de los casos, y si engruesan tienen una epidermis

gruesa y corchosa. También se puede observar que estas plantas afectadas son muy vigorosas y de tallo grueso. Más grueso de lo normal por la acumulación de carbohidratos.

Mancha Parda (Cercospora sp. y Cercosporium sp.)

Estas enfermedades tienden a ser las más comunes en Honduras. No tienden a ser generalizadas, pero si se ha tenido que realizar aplicaciones para su control. Si no se controla a tiempo puede desfoliar totalmente a la planta. La diferencia entre estas enfermedades es que una tiene una mancha pequeña (*Cercoporium sp.*) y la otra cubre hasta una cuarta parte de la hoja (*Cercospora sp.*). Siendo esta segunda un poco más común.

Mancha Blanca (Phaeoramularia sp.)

La enfermedad tiende a aparecer esporádicamente en las zonas productoras de yuca especialmente cuando bajan las temperaturas. Son manchas pequeñas y blancas como lo dice su nombre.

Superalargamiento (Sphaceloma sp.)

Esta enfermedad es destructiva en época de lluvia. Tiende a volverse endémica en las zonas donde no se controla y no se tiene el cuidado de no usar la madera de las plantas afectadas como semilla. El viento y la lluvia también diseminan esta enfermedad. Como lo dice su nombre tiende a tener un alargamiento exagerado de los entrenudos, se deforman las hojas y forma chancros de color amarillo en las hojas, pecíolos y tallos (Digital, 2017).

3. Materiales y Métodos

3.1. Ubicación de la Investigación

El presente trabajo de investigación titulado “Efecto de las Posiciones de Siembra en el Rendimiento del Cultivo de Yuca (*Manihot esculenta Crantz*)”, se ejecutó en la urbanización “Hugo Zabala” Barrio Montelibano, ubicada en la localidad de Villa Bush, perteneciente al municipio de Cobija, provincia Nicolas Suarez del departamento Pando. Ubicado geográficamente entre los paralelos: 11°05'27"S y 68°46'35"W.

Ilustración 1

Ubicación del área de estudio - Localidad de Villa Bush



Nota: Adaptado de Geo Tracker

3.2. Tipo de Investigación

La presente investigación es de tipo experimental, ya que se evaluó tres posiciones de siembra del cultivo de yuca.

3.3. Materiales de Campo y Gabinete

Tabla 1

Materiales y equipos utilizados en la presente investigación realizada en la Urbanización “Hugo Zabala” Barrio Montelibano, ubicado en la localidad de Villa Bush.

Nº	Descripción
1	Azadón
2	Machetes
3	Rastrillos
4	Carretilla
5	Bolsas con capacidad de 60 kg

6	Machete
7	Cinta métrica
8	Wincha
9	Pitas
10	Estacas
11	Pintura
12	Lápiz
13	Planilla de registro
14	Cámara fotográfica
15	Laptop

Nota: Elaboración propia

3.4. Diseño Experimental

El diseño experimental que se utilizará es el de “bloques al azar” con las siguientes:

Tratamientos	3
Repeticiones	4
Número de unidades experimentales	12
Superficie de la unidad experimental (5.6 m x 4 m)	22.4 m ²
Número de surcos por unidad experimental	4
Número de surcos a evaluar por unidad experimental	2
Número de plantas por surco	8
Número de plantas a evaluar por unidad experimental	8
Separación entre unidad experimental	1 m
Separación entre bloques o repeticiones	1 m
Superficie efectiva de la investigación (22.4 m x 12 m)	268.8 m ²
Superficie efectiva a evaluar en la investigación (2.8 m x 1.4 m)	3.92 m ²
Superficie efectiva total a evaluar en la investigación (3.92 x 12)	47.04 m ²
Superficie total de la investigación (24.4 m x 18 m)	439.2 m ²

Leyenda

T₁ = Horizontal (0.70 m x 1 m = 32 pts. x U.E.)

T₂ = Vertical (0.70 m x 1 m = 32 pts. x U.E.)

T₃ = Inclínada (0.70 m x 1 m = 32 pts. x U.E.)

3.5. Material Vegetal

El material que se empleó, en la presente investigación fueron, ramas de yuca blanca, de doce meses, las mismas fueron adquiridas en la comunidad Alto Bahía, está encontrándose en el municipio de Cobija.

3.6. Métodos de Recolección de Datos

El método que se utilizó en la presente investigación, para la recolección de datos fue, mediante la observación directa.

3.7. Detalle del Trabajo de Investigación que se Ejecutó

3.7.1. Elección del Terreno

Se realizó, un recorrido en toda el área, con el objetivo de poder elegir un área adecuada para la siembra del cultivo de yuca.

3.7.2. Análisis de Suelo

Esta actividad, consistió en el muestreo del suelo, antes de la siembra del cultivo. Muestras que fueron extraídas al azar, desde la superficie, hasta los 25 centímetros de profundidad en diferentes puntos de la parcela, esto con el propósito, de cubrir toda la superficie del área de investigación. La extracción de la misma se efectuó, con la ayuda de una pala y azadón, posterior a ello, fueron depositadas todas las sub muestras en un balde limpio, y se repitió la misma operación, en los diferentes puntos a ser muestreados. Luego se mezclaron todas las muestras recogidas, obteniendo una muestra representativa de aproximadamente 1 kg, muestra que fue empaquetada en una bolsa de polietileno, y se colocó un rótulo con los siguientes datos: nombre del propietario, localidad, superficie, cultivo anterior, fecha de extracción, cultivo a implantar, muestra que fue enviada al laboratorio de suelos, de la Facultad de Ciencias Biológicas y Naturales de la UAP, para su respectivo análisis.

3.7.3. Limpieza del Terreno

Actividad, que se realizó de forma manual, con la ayuda de machetes, azadón, rastrillos, desbrozadora y carretilla, esto con el objetivo de tener un mejor acceso al terreno, para realizar las diferentes actividades culturales.

3.7.4. Selección de la Planta Madre

El material de propagación o rama-semilla de mandioca/yuca, se eligió de plantaciones sanas, vigorosas, con buen desarrollo y maduras.

Se descartaron las plantas pequeñas, y las que fueron atacadas por plagas y enfermedades, eliminando principalmente, aquellas plantas cuyos tallos fueron afectados por insectos, ácaros, bacteria y virus. Estos patógenos pueden diseminarse por medio del material de siembra, reduciendo la brotación de las estacas.

3.7.5. Delimitación del Lugar del Experimento

En el lugar del experimento, las unidades experimentales se delimitaron, de acuerdo al Diseño Bloques Completos al Azar (DBCA), presentado en el presente documento de tesis.

3.7.6. Rotulación de los Bloques

Se rotuló, los bloques, los tratamientos según la distribución de las unidades experimentales, en diseño bloques completamente al azar (DBCA).

3.7.7. Corte de Ramas-Semilla

El corte de las ramas, se realizó con la ayuda de un machete bien filoso, a una altura de 15 a 20 cm del suelo, las ramas cortadas fueron amontonadas en el lugar, en pequeños grupos de 10 a 15 ramas.

3.7.8. Preparación de Estacas

La preparación de las estacas, se realizó, momentos antes de la plantación. Para ello fue necesario, escoger la rama-semilla en el lugar, para realizar la prueba de emisión del látex, donde se le practicó con el machete, una leve herida superficial por donde fluye la savia o látex, lo cual indica que la rama es apta para ser utilizada como material de propagación. La parte basal y los

brotos de la parte apical, así como los materiales afectados por daños de insectos, ataque de enfermedades, y las ramas deshidratadas fueron descartadas.

Las ramas seleccionadas, solamente se utilizarán hasta, el tercio medio del tallo, eliminando las raicillas de la parte basal y el tercio superior (terminal); se cortó las estacas manualmente, con machete bien filo en el aire, (corte sesgo), con 10 a 12 cm de largo, y con 5 o más yemas, evitando realizar el corte sobre troncos o tocones que puede quebrar la corteza y dañar las yemas.

3.7.9. Siembra

La siembra, se realizó, en un suelo previamente preparado, primeramente, se abrieron hoyos con la ayuda de un azadón, donde se colocaron las estacas en posición horizontal, vertical e inclinada por surcos y tratamientos, luego se cubrió con tierra y se presionó levemente con el pie, y el distanciamiento fue, de 0.70 cm entre plantas y 1 m entre surcos, haciéndose 32 plantas por unidad experimental.

3.7.10. Identificación de plagas y enfermedades

El seguimiento y limpieza continua, de toda el área experimental, durante todo el tiempo que duró la presente investigación, fue importante, ya que estas prácticas nos ayudaron a tener un ataque de plagas y enfermedades no significativo.

3.8.Evaluación de las Variables

La recolección datos, respecto a la población de plantas, se realizó al azar, evaluando 12 plantas por unidad experimental, de las siguientes variables:

3.8.1. Número de Plantas Muertas

La mortandad, se verificó a los 30 días de la siembra, la cual consistió, en contabilizar el número de esquejes muertos por unidad experimental.

3.8.2. Altura

Se realizó, a los 45 días de la siembra, y consistió, en medir la altura de la planta, desde el cuello de la raíz hasta el ápice, utilizando un flexómetro, datos expresados en centímetros.

3.8.3. *Diámetro del Tallo*

Esta variable, se realizó, antes de la cosecha, a los 5 cm de la superficie del suelo, utilizando un vernier, los resultados fueron expresados en centímetros.

3.8.4. *Peso de la Raíz/Planta*

Se realizó la cosecha, y se pesó cada raíz tuberosa por plantas, para ello se utilizó una balanza romana y los resultados, fueron expresados en kilogramos.

3.8.5. *Número de Raíz/Planta*

Se realizó, al momento de la cosecha, consistió, en el conteo de las raíces tuberosas por planta.

3.8.6. *Longitud de la Raíz por Planta*

Se realizó, al momento de la cosecha, consistió en medir la longitud de las raíces tuberosas por plantas, para ello se utilizó un flexómetro, resultados fueron expresados en centímetros.

3.8.7. *Diámetro de Raíz por Plantas*

Se ejecutó, al momento de la cosecha, la cual consistió, en medir el diámetro de las raíces tuberosas por plantas, utilizando el instrumento (vernier), resultados expresados en centímetros.

3.8.8. *Rendimiento*

Para obtener el rendimiento, se cosechó todas las raíces de las plantas centrales, por parcelas, lo que representa 3,92 m², luego se expresó el rendimiento en Kilogramo por hectáreas.

5. Resultados

5.1. Altura de Planta

De acuerdo a los datos de campo obtenidos, de la primera determinación de altura de plantas, y realizada la prueba de Duncan al 5%, sobre el análisis de comparación de promedios por tratamientos (Tabla 2), se observa que, no existe diferencia significativa entre tratamientos, donde el tratamiento 3, obtuvo una media de 24.25 centímetros, como de mayor altura de planta, este no difiriendo de los Tratamientos 1, con una media de 23.52 centímetros, y como de menor altura, se tiene al tratamiento 2, con 22.75 centímetros de altura. Obteniendo una media general entre todos los tratamientos de 23.50 centímetros, y un coeficiente de variación de 9.62 %, lo que indica, que la variabilidad de los datos es baja, demostrando una alta precisión en cuanto al experimento.

Tabla 2

Primera altura de plantas en cm, evaluados en la Urbanización “Hugo Zabala” Barrio Montelibano, ubicado en la localidad de Villa Bush.

<i>Tratamientos</i>	<i>Medias</i>	<i>Duncan al 5%</i>
T – 2 (Vertical)	22.75	a1
T – 1 (Horizontal)	23.52	a1
T – 3 (Inclinada)	24.25	a1
Media General	23.50	
CV (%)	9.62	

Nota. * Las medias seguidas por números distintos, difieren significativamente entre sí por la prueba de Duncan (P<0,05)

Para la segunda, determinación de altura de planta, y de acuerdo a los datos de campo obtenidos, realizada la prueba de Duncan al 5%, sobre el análisis de comparación de promedios por tratamientos (Tabla 3), se observa, que no existe diferencia significativa entre tratamientos, donde el tratamiento 3, obtuvo una media de 1.97 centímetros, como de mayor altura de planta, este no difiriendo de los Tratamientos 2, con una media de 1.72 centímetros, y como de menor altura, se tiene al tratamiento 1, con 1.45 centímetros de altura. Obteniendo una media general entre todos los tratamientos de 1.71 centímetros, y un coeficiente de variación de 19.83 %, lo que

indica, que la variabilidad de los datos es moderada, demostrando una buena precisión en cuanto al experimento.

Tabla 3

Segunda altura de plantas en metros, evaluados en la Urbanización “Hugo Zabala” Barrio Montelibano, ubicado en la localidad de Villa Bush.

<i>Tratamientos</i>	<i>Medias</i>	<i>Duncan al 5%</i>
T – 1 (Horizontal)	1.45	a1
T – 2 (Vertical)	1.72	a1
T – 3 (Inclinada)	1.97	a1
Media General	1.71	
CV (%)	19.83	

Nota. * Las medias seguidas por números distintos, difieren significativamente entre sí por la prueba de Duncan (P<0,05)

5.2. Diámetro del Tallo

Primera determinación del diámetro del tallo, y de acuerdo a los datos de campo obtenidos, realizada la prueba de Duncan al 5%, sobre el análisis de comparación de promedios por tratamientos (Tabla 4), se observa, que no existe diferencia significativa entre tratamientos, con destaque para el tratamiento 1, con una media de 2.20 centímetros, como de mayor diámetro, este no difiriendo de los Tratamientos 2, con una media de 2.12 centímetros, y como de menor diámetro, se tiene al tratamiento 3, con 2.05 centímetros de diámetro. Obteniendo una media general entre todos los tratamientos de 1.12 centímetros, y un coeficiente de variación de 7.72 %, lo que indica, que la variabilidad de los datos es baja, demostrando una alta precisión en cuanto al experimento.

Tabla 4

Primera toma de diámetro en cm del tallo por tratamientos, evaluados en la Urbanización “Hugo Zabala” Barrio Montelibano, ubicado en la localidad de Villa Bush.

<i>Tratamientos</i>	<i>Medias</i>	<i>Duncan al 5%</i>
T – 3 (Inclinada)	2.05	a1
T – 2 (Vertical)	2.12	a1
T – 1 (Horizontal)	2.20	a1
Media General	2.12	
CV (%)	7.72	

Nota. * Las medias seguidas por números distintos, difieren significativamente entre sí por la prueba de Duncan (P<0,05)

Para la segunda determinación del diámetro del tallo, y de acuerdo a los datos de campo obtenidos, realizada la prueba de Duncan al 5%, sobre el análisis de comparación de promedios por tratamientos (Tabla 5), se observa, que existe diferencia significativa entre tratamientos, con destaque para el tratamiento 1, con una media de 3.32 centímetros, como de mayor diámetro, este difiriendo de los Tratamientos 2, con una media de 3.30 centímetros, y como de menor diámetro, se tiene al tratamiento 3, con 2.90 centímetros de diámetro. Obteniendo una media general entre todos los tratamientos de 3.17 centímetros, y un coeficiente de variación de 2.73 %, lo que indica, que la variabilidad de los datos es baja, demostrando una alta precisión en cuanto al experimento.

Tabla 5

Segunda toma de diámetro en cm del tallo por tratamientos, evaluados en la Urbanización “Hugo Zabala” Barrio Montelibano, ubicado en la localidad de Villa Bush.

<i>Tratamientos</i>	<i>Medias</i>	<i>Duncan al 5%</i>
T – 3 (Inclinada)	2.90	a1
T – 2 (Vertical)	3.30	a2
T – 1 (Horizontal)	3.32	a2
Media General	3.17	
CV (%)	2.73	

Nota. * Las medias seguidas por números distintos, difieren significativamente entre sí por la prueba de Duncan ($P < 0,05$)

5.3. Diámetro de raíz

Para el diámetro de raíz, realizada la prueba de Duncan al 5%, sobre el análisis de comparación de promedios por tratamientos (Tabla 6), se observa, que no existe diferencia significativa entre tratamientos, con destaque para el tratamiento 3, con una media de 4.27 centímetros, como de mayor diámetro de raíz, este no difiriendo de los Tratamientos 2, con una media de 3.72 centímetros, y como de menor diámetro, se tiene al tratamiento 1, con 3.55 centímetros de diámetro. Obteniendo una media general entre todos los tratamientos de 3.85 centímetros, y un coeficiente de variación de 10.72 %, lo que indica, que la variabilidad de los datos es moderada, demostrando una buena precisión en cuanto al experimento.

Tabla 6

Diámetro de raíz en cm por plantas por tratamientos, evaluados en la Urbanización “Hugo Zabala” Barrio Montelibano, ubicado en la localidad de Villa Bush.

<i>Tratamientos</i>	<i>Medias</i>	<i>Duncan al 5%</i>
T – 1 (Horizontal)	3.55	a1
T – 2 (Vertical)	3.72	a1
T – 3 (Inclinada)	4.27	a1
Media General	3.85	
CV (%)	10.72	

Nota. * Las medias seguidas por números distintos, difieren significativamente entre sí por la prueba de Duncan (P<0,05)

5.4. Número de Raíz

Para el número de raíz por plantas, y realizada la prueba de Duncan al 5%, sobre el análisis de comparación de promedios por tratamientos (Tabla 7), se observa, que existe diferencia significativa entre tratamientos, con destaque para el tratamiento 3, con una media de 4.50, como de mayor número de raíz, este no difiriendo del Tratamientos 1, con una media de 3.60, y como de número de raíz, se tiene al tratamiento 2, con 3.40, este difiriendo de los tratamientos, 1 y 3. Obteniendo una media general entre todos los tratamientos de 3.83 centímetros, y un coeficiente de variación de 11.99 %, lo que indica, que la variabilidad de los datos es moderada, demostrando una buena precisión en cuanto al experimento.

Tabla 7

Número de raíces por plantas, evaluados en la Urbanización “Hugo Zabala” Barrio Montelibano, ubicado en la localidad de Villa Bush.

<i>Tratamientos</i>	<i>Medias</i>	<i>Duncan al 5%</i>
T – 2 (Vertical)	3.40	a1
T – 1 (Horizontal)	3.60	a1 a2
T – 3 (Inclinada)	4.50	a2
Media General	3.83	
CV (%)	11.99	

Nota. * Las medias seguidas por números distintos, difieren significativamente entre sí por la prueba de Duncan (P<0,05)

5.5. Longitud de Raíces

Para la longitud de raíces por plantas, y realizada la prueba de Duncan al 5%, sobre el análisis de comparación de promedios por tratamientos (Tabla 8), se observa, que no existe diferencia significativa entre tratamientos, con destaque para el tratamiento 3, con 28.52 centímetros, seguido del tratamiento 1, con una media de 23.70 centímetros, estos no difiriendo

del Tratamientos 2, con una media de 21.32 centímetros de longitud. Obteniendo una media general entre todos los tratamientos de 24.51 centímetros, y un coeficiente de variación de 14.74 %, lo que indica, que la variabilidad de los datos es moderada, demostrando una buena precisión en cuanto al experimento.

Tabla 8

Longitud de raíces por plantas en cm, evaluados en la Urbanización “Hugo Zabala” Barrio Montelibano, ubicado en la localidad de Villa Bush.

<i>Tratamientos</i>	<i>Medias</i>	<i>Duncan al 5%</i>
T – 2 (Vertical)	21.32	a1
T – 1 (Horizontal)	23.70	a1
T – 3 (Inclinada)	28.52	a1
Media General	24.51	
CV (%)	14.74	

Nota. * Las medias seguidas por números distintos, difieren significativamente entre sí por la prueba de Duncan (P<0,05)

5.6.Peso de Raíz

Para el peso de raíz por plantas, y realizada la prueba de Duncan al 5%, sobre el análisis de comparación de promedios por tratamientos (Tabla 9), se observa, que existe diferencia significativa entre tratamientos, con destaque para el tratamiento 3, con una media de 3.25 kg, como de mayor peso de raíces, este difiriendo de los Tratamientos 1, con una media de 2.67 kg y del tratamiento 2, con una media de 2.12 kg, como de menor peso de raíces. Obteniendo una media general entre todos los tratamientos de 2.68 kg, y un coeficiente de variación de 7.58 %, lo que indica, que la variabilidad de los datos es baja, demostrando una alta precisión en cuanto al experimento.

Tabla 9

Peso de raíces por plantas en kg, evaluados en la Urbanización “Hugo Zabala” Barrio Montelibano, ubicado en la localidad de Villa Bush.

<i>Tratamientos</i>	<i>Medias</i>	<i>Duncan al 5%</i>
T – 2 (Vertical)	2.12	a1
T – 1 (Horizontal)	2.67	a2
T – 3 (Inclinada)	3.25	a3
Media General	2.68	
CV (%)	7.58	

Nota. * Las medias seguidas por números distintos, difieren significativamente entre sí por la prueba de Duncan (P<0,05)

5.7. Rendimiento en Kilogramos/Hectárea

Para el rendimiento por hectárea, realizada la prueba de Duncan al 5%, sobre el análisis de comparación de promedios por tratamientos (Tabla 10), se observa, que existe diferencia significativa entre tratamientos, con destaque para el tratamiento 3, con una media de 8.195 kg/Ha, como de mayor rendimiento, este difiriendo de los Tratamientos 1, con una media de 6.858 kg/Ha y del tratamiento 2, con una media de 5.393 kg/Ha, este último, como de menor rendimiento. Obteniendo una media general entre todos los tratamientos de 6.81 kg/Ha, y un coeficiente de variación de 7.95 %, lo que indica, que la variabilidad de los datos es baja, demostrando una alta precisión en cuanto al experimento.

Tabla 10

Rendimiento en kilogramos por hectárea del cultivo de la yuca evaluados en la Urbanización "Hugo Zabala" Barrio Montelibano, ubicado en la localidad de Villa Bush.

<i>Tratamientos</i>	<i>Medias</i>	<i>Duncan al 5%</i>
T – 2 (Vertical)	5.393	a1
T – 1 (Horizontal)	6.858	a2
T – 3 (Inclinada)	8.195	a3
Media General	6.81	
CV (%)	7.95	

Nota. * Las medias seguidas por números distintos, difieren significativamente entre sí por la prueba de Duncan ($P < 0,05$)

5.8. Condiciones Edáficas

Las propiedades físicas y químicas del suelo del área experimental se presentan en la tabla 10, donde la relación de los porcentajes de las partículas de arena, limo y arcilla, indica que el suelo a que fueron sometidos los tratamientos fue de textura franco arenoso, con 5,97 de pH medianamente ácido y según los valores de la conductividad eléctrica el suelo presentó escasos nutrientes, en cuanto al contenido de materia orgánica evidenció un porcentaje muy bajo, al igual que el contenido del fósforo disponible.

Tabla 11
Reposte de análisis físico-químico de suelo

Análisis físico químico de suelos					
	Parámetro	Unidad	Resultado	interpretación	Método
TEXTURA	Arena	%	35		
	Limo	%	28		
	Arcilla	%	38	Franco arcilloso	Bouyoucos
	Densidad aparente	g/cm ³	1.5	alta	Probeta
	pH (relación 1:5)	-	4.9	Muy fuertemente ácido	Potenciometría
	CE en H ₂ O 1:5	mmhos/cm	0.04	Baja	Potenciometría
	Potasio intercambiable	meq/100g	0.89	Muy bajo	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
	Capacidad de Intercambio Catiónico	meq/100g	1.27	Muy bajo	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión y absorción atómica) Volumétrica
	Nitrógeno total	%	0.08	Muy bajo	Kjendahl
	Materia orgánica	%	1.45	Bajo	Walkley y Black
	Fósforo disponible	ppm	4.27	Muy bajo	Espectrofotometría UV-Visible

Nota: Elaboración propia

6. Discusión

6.1.Suelo y pH

De preferencia suelos francos, pero produce muy bien en suelos pesados hasta suelos arenosos. El pH del suelo es preferible en el rango de 5.8 a 6.5. (Junior, 2002).

En cuando a suelo, a pesar de que la yuca se adapta a suelos fértiles, tiene buenos rendimientos en suelos ácidos, de baja fertilidad. El cultivo se adapta a un pH que oscila entre 5,5 y 7,0, pero que hay estudios que indican que la yuca es apta en suelos con pH de 3,5, lo que muestra que este cultivo se desarrolla en suelos ácidos, y suelos medianamente alcalinos. Sin embargo, no tolera encharcamientos siendo mejor la elección de suelos sueltos para mejorar el drenaje del suelo (Santiago Contreras, 2017).

Los resultados de laboratorio, sobre los análisis físico y químico de la muestra del área de estudio, reportan una clase textural, Franco Arcillosa. Y con relación a los autores citados, recomiendan suelos, francos, pesados, arenosos.

Lo que nos indica, que el suelo donde se llevó adelante la investigación, se asemeja, a la clase textural, citado por Junio, 2002, y no así por Santiago Contreras, 2017.

En cuanto, al pH del suelo, se tiene un reporte, de 4.9, clasificado como, fuertemente ácido, rango que no se enmarcan, dentro de los parámetros citados, por Junior, 2002 y Santiago Cartagena, 2017. Pero al mismo tiempo, este último, también menciona, que el cultivo de la yuca, se desarrolla en suelos ácidos.

6.2.Época de Siembra

Época óptima (noviembre-15febrero), no obstante, puede plantarse durante todo febrero, marzo, abril y para la región oriental se incluye el mes de junio.

Plantando en fecha óptima se garantizan dos objetivos fundamentales:

- ✓ Cerrar plantaciones antes de inicio de las lluvias.

- ✓ Las plantaciones presentan un buen desarrollo vegetativo en el momento de mayor incidencia de plagas, amortiguando las pérdidas por esta causa (Suárez & Mederos, 2011).

A las condiciones climáticas favorables. La siembra se recomienda realizarla con el inicio de las primeras lluvias, ya que en este periodo las condiciones favorables de humedad y temperatura del suelo son beneficiosas para la germinación (Técnica, 2017).

6.3.Cosecha

El ciclo de crecimiento desde la plantación hasta la cosecha es de 9 a 12 meses; esto ocurre generalmente entre los meses de mayo a junio. En este periodo, la planta completa su ciclo fisiológico y llega a su máximo potencial de rendimiento, contenido de materia seca y almidón en las raíces, como así también en calidad culinaria; pero algunas variedades tienen la particularidad que se puede dejar en el campo por más tiempo.

(Caballero Mendoza et al., 2019).

La cosecha, de la yuca Valencia, se realizó entre los 8 y 10 meses dds. Esto depende de la época del año en la cual se siembre, zona, altura sobre el nivel del mar, riego y manejo en general del cultivo. Entre más joven este para cosechar mayor calidad tendrá la yuca especialmente para proceso (congelada o chips) (Junio, 2002).

La cosecha del cultivo de la yuca, en la sabana es de 10, 11 y 12 meses (Gilberto, 2001).

La cosecha, del cultivo de yuca, de la presente investigación, se dio a los 11 meses, desde su siembra, datos, que se enmarcan, por los autores, citados anteriormente.

6.4.Rendimiento

Montaldo (1979), citado por Velásquez et al. (1994), menciona que varios trabajos en relación a la posición de estacas, han obtenido resultados contradictorios y que no se encontraron diferencias estadísticas significativas respecto al rendimiento de raíces reservantes (González et al., 2014).

La población y los rendimientos adecuados, varían de un país a otro, e incluso dentro del mismo país y zona ecológica. La yuca un cultivo rustico crece en suelos in fértiles, en Ecuador, los agricultores de manera tradicional están obteniendo 3 a 7 kg por planta. La posición y la profundidad de siembra del esqueje, no influye sobre los esquejes muertos, falso brote por planta y número de ramas por planta. La siembra en forma horizontal presenta mejor diámetro de tallo (2,78 centímetros), mejor longitud de raíz (45,51 centímetros), mejor peso de raíz (5,67 kilos por planta), mejor diámetro de raíz tuberosa (5,80 centímetros) y mejor rendimiento (141,86 t. ha⁻¹). La siembra a 8 centímetros de profundidad, presenta mejor número de raíces por planta (8,0 unidades), mejor peso de raíz por planta (5,66 kilogramos) y mejor diámetro de raíz tuberosa (5,86 centímetros). (Pérez Pariamanco, 2008)

De acuerdo a los datos obtenidos, en cuanto al rendimiento, se observa, que existe diferencia estadística, entre las tres posiciones de siembra, lo que no se enmarca con los datos, citados por, González et al., 2014

Con relación, al rendimiento, el tratamiento número 3, obtuvo un rendimiento de 8.195 kg/ha, resultados, que son superiores, por Pérez Parianmanco, 2008.

7. Conclusiones

- ✓ De las tres posiciones de siembra, de ramas de yuca, de forma: horizontal, vertical e inclinada, esta última, fue la que resulto, tener las mejores condiciones en cuanto, a las variables evaluadas.
- ✓ El mejor rendimiento, en kilogramos por hectárea, fue la posición inclinada, obteniendo 8.195 kg/Ha, seguida de la forma horizontal, con 6.858 kg/Ha, y, por último, se tiene a la forma vertical, con 5.393 kg/Ha, esta como de menor rendimiento.
- ✓ Las características del suelo, como la textura y la fertilidad, también juegan un papel importante en el rendimiento de la yuca. Las posiciones de siembra que consideran la calidad del suelo muestran mejores resultados.
- ✓ Con relación, a las plagas y enfermedades, no se tuvo un ataque significativo, que haya perjudicado, el desarrollo y crecimiento del cultivo de la yuca, durante el tiempo que duró, la presente investigación.

9. Recomendaciones

- ✓ Se recomienda, implementar un diseño de siembra, que considere diversas posiciones, profundidades y espaciados, para identificar la configuración más efectiva en términos de rendimiento.
- ✓ Realizar, análisis regulares del suelo, para ajustar las prácticas, de fertilización y mejorar, las condiciones para el crecimiento de la yuca.
- ✓ Ofrecer, capacitación a los agricultores, sobre las mejores prácticas de siembra, y manejo de cultivos, enfocándose en la importancia de las posiciones de siembra.
- ✓ Fomentar, la investigación sobre nuevas técnicas de siembra y manejo agronómico, que puedan optimizar el rendimiento de la yuca en diferentes condiciones climáticas y de suelo.

10. Referencias Bibliográficas

- Caballero Mendoza, C. A., Enciso Garay, C. R., Tullo Arguello, C. C., & Gonzalez Villalba, J. D. (2019). Cultivo de la Mandioca. En *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Número 9).
- CURIÑAUPA, J. A. (2014). *Presentado Por El Bachiller: Digital*, B. (2017). Io Cu Ar Io Cu Ar. En *Biblioteca Digital—Dirección de Sistemas de Informática y Comunicación* (Vol. 0, Número 0).
- Elena, M., Flores, S., Presentado, I. 000587923, & Cano, L. (2016). *Elaborado por*.
- Felipe, C. P. L. (2024). *Efecto de tres dosis (10, 15 y 20 t ha-1) de compost de palma aceitera (elaeis guineensis jacq) en el cultivo de yuca (manihot esculenta crantz) en el caserío Ricardo palma Yarinacocha*. <https://hdl.handle.net/20.500.14621/7704>
- Fernandes, H. P. (2014). *Efecto de la posición de estacas sobre el rendimiento de raíz de yuca (Manihot esculenta Crantz) en Veracruz*. 2(1), 174.
- Gilberto, L. (2001). *Investigación sobre el cultivo de la yuca (Manihot*. 1(1), 4.
- González, X. R., Márquez, I. M., Leor, E. N. B., & Hernández, A. V. (2014). Efecto de la posición de estacas sobre el rendimiento de raíz de yuca (Manihot esculenta Crantz) en Veracruz. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 2(1), 172-177. <https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v2i1.283>
- Junio, R. Lardizábal. (2002). *Manual de producción de yuca*. 504, 1-18.
- Pérez Pariamanco, E. (2008). Efecto de las posiciones y profundidades de siembra de esquejes en el rendimiento de manihot esculenta crantz en la estación experimental agropecuaria Satipo de la UNCP. *Universidad Nacional del Centro del Perú*. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/1906>

Santiago Contreras, M. A. (2017). *Implementación de un modelo productivo de yuca criolla (Manihot esculenta) como alternativas agrícolas en el municipio de Teorama Norte de Santander* (Vol. 2066).

Serie Cultivos. (1997). *Cultivo de yuca* (Vol. 31).

Suárez, L., & Mederos, V. R. (2011). Revisión bibliográfica APUNTES SOBRE EL CULTIVO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* Crantz). TENDENCIAS ACTUALES. *Cultivos Tropicales*, 32(3), 27.

Técnica, F. (2017). *Ficha técnica cultivo de yuca*.

Anexos

MEMORIA FOTOGRÁFICA



Habitación del área experimental



Implementación de las unidades experimentales



Siembra de ramas de yuca

Altura de planta y Diámetro del tallo



Primera toma de altura de plantas



Segunda toma de altura de plantas

Diámetro del tallo



Primera y segunda toma de datos- diámetro y altura de plantas



Cosecha del cultivo de yuca



Diámetro de raíz



Peso de raíces por tratamientos

