CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE VARIEDADES CAÑA EN UN BANCO DE GERMOPLASMA *IN SITU* EN EL DEPARTAMENTO DEL CHOCÓ.

SAIR ANTONIO PEREA RENTERIA

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CHOCÓ

DIEGO LUIS CÓRDOBA

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

QUIBDÓ – CHOCÓ

Marzo, 2022

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE VARIEDADES CAÑA EN UN BANCO DE GERMOPLASMA *IN SITU* EN EL DEPARTAMENTO DEL CHOCÓ.

SAIR ANTONIO PEREA RENTERIA

REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE:
MAGISTER EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

DIRECTORA TESIS
EYDA ANNIER MORENO MOSQUERA, Ph.D.

ASESORA
ALICIA MENA MARMOLEJO, Ph.D

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CHOCÓ
DIEGO LUIS CÓRDOBA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

QUIBDÓ – CHOCÓ

Marzo, 2022

AGRADECIMIENTOS

Antes que todo agradecer a Dios por la bendición de tener salud y vida para cumplir con esta meta. A la Universidad Tecnológica del Chocó, Diego Luis Córdoba, a su Facultad de Ciencias Naturales, al programa de Maestría en Ciencias Biológicas, al comité científico y sus docentes por el conocimiento brindado, de manera muy especial a las doctoras Eyda Annier Moreno Mosquera y Alicia Mena Marmolejo por el tiempo dedicado a la dirección y asesoría de este proyecto de grado. Al profesor Leider Palacios, a los jurados Eva Ledezma Rentería y Liviston Barrios Arango, a mis amigos, compañeros de estudio y mi familia por el apoyo y confianza brindada día a día. A mi esposa Yernni Palomeque Benítez por su comprensión y apoyo incondicional en este camino tan importante para mi vida profesional, y todas aquellas personas de los diferentes municipios del departamento del Chocó, que de una u otra manera apoyaron este proceso para que este logro fuese posible.

DEDICATORIA

Como en todo propósito de mi vida, primero dedico este logro a Dios por ser la luz y guía en cada momento de la investigación. De manera muy especial a mi señora madre Aida del Carmen Rentería Córdoba por su comprensión y apoyo incondicional, bajo cualquier condición en todas las actividades de campo. A mi padre Plinio Perea C. por su acompañamiento. A mi tío Exequiel Mosquera Maturana por su valioso apoyo en todos los ámbitos. A mis hermanos, esposa e hijo ZahiYer Emmanuel Perea Palomeque quien fue el motivo principal y mi motor para culminar y cumplir con la meta propuesta en este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS

DEDICATORIA

LISTADO DE FIGURAS

LISTADO DE TABLAS

RESUMEN

1. INTRODUCCIÓN 1

2. OBJETIVO GENERAL 7

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 7

Pregunta de Investigación. 7

Hipótesis de Investigación. 7

3. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE ESTUDIADA 8

3.1 Clasificación taxonómica de la caña (*Saccharum officinarum* L.) 8

3.2. Origen y generalidades de la caña. 8

3.3. Requerimientos climáticos de la caña según el DANE (2017). 10

3.4. Plagas y enfermedades. 11

3.5. Composición química y bromatológica 12

4. METODOLOGIA 12

4.1. Área de Estudio 12

4.1.1 Localización específica del área de estudio 14

4.2.2 Identificación y Obtención de las Variedades de Caña. 15

4.2.3 Implementación del Banco de Germoplasma. 16

4.2.4 Caracterización Morfológica 18

4.3. Marcadores Morfológicos. 19

4.3.1. Descriptores del Tallo.....19
4.3.1.1. Descriptores Cuantitativos del tallo.....19
4.3.1.2. Descriptores Cualitativos del tallo.....22
4.4. Descriptores de la Hoja.....25
4.4.1 Descriptores Cuantitativos de la hoja.....25
4.4.2. Descriptores Cualitativos de la hoja.....26
4.5. Análisis de datos.....29
5. RESULTADOS. 30
5.1. Caracterización Etnobotánica de la Caña.....30
5.1.3. Trasformación y Usos de la caña.....33
5.2. Caracterización Morfológica del Banco de Germoplasma de Caña.....37
5.2.1. Descriptores Cuantitativos.....37
5.2.2. Descriptores Cualitativos.....40
6. DISCUSIÓN.....45
6.1. Usos de la caña por las comunidades locales. 45
6.2. Descriptores Cuantitativos 46
6.3. Descriptores Cualitativos. 50
7. CONCLUSIONES. 54
8. BIBLIOGRAFÍA.....56
ANEXOS.....67

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. **Figura 1.** Mapa de ubicación del área de estudio (Municipio de Lloró, Departamento del Chocó, Colombia). **Fuente:** Plan de Desarrollo Municipal de Lloró 2020 – 2023. Imagen con coordenadas de la finca donde está el banco de germoplasma, **Fuente:** Google Maps.

Figura 2. Diseño del banco de germoplasma *in situ* de caña. **Fuente:** Propia

Figura 3. Altura del tallo de caña, imagen a blanco y negro tomada de: UPOV, (2005), imagen a color. **Fuente:** Propia

Figura 4. Longitud del entrenudo de la caña, la imagen a blanco y negro tomada de: UPOV, (2005), imagen a color. **Fuente:** Propia

Figura 5. Medición del diámetro del entrenudo de la caña sembradas en el banco de germoplasma *in situ*. Municipio de Lloro, Chocó-Colombia.

Figura 6. Color del tallo observado en la caracterización de las variedades de caña sembradas en el banco.

Figura 7. Tipos de entrenudo (Cilíndrico, Constreñido, Abarrilado) observados en las variedad de caña sembradas en el banco de germoplasma *in situ.* Municipio de Lloro, Chocó-Colombia.

Figura 8. Habito de Crecimiento de la caña según el tallo (Recto, Curvo, Zig-Zag) observados en las variedad de caña sembradas en el banco de germoplasma *in situ.* Municipio de Lloro, Chocó-Colombia.

Figura 9. Presencia o ausencia de cerosina en las variedad de caña sembradas en el banco de germoplasma *in situ*. Municipio de Lloro, Chocó-Colombia.

Figura 10. Formas de la yema del tallo de cañas: Triangular-puntiaguda (1), Oval (2), Transovada (3), Pentagonal (4), Romboide (5), Redonda (6), Ovada (7), Rectangular (8), En Pico (9). (UPOV, 2005)

Figura 11. Medición de lamina foliar en las variedad de caña sembradas en el banco de germoplasma *in situ*. Municipio de Lloro, Chocó-Colombia.

Figura 12. Medición del ancho lámina foliar de las variedad de caña sembradas en el banco de germoplasma *in situ*. Municipio de Lloro, Chocó-Colombia.

Figura 13. Disposición de la lámina foliar (Pendulosa y Erecta) en las variedad de caña sembradas en el banco de germoplasma *in situ*. Municipio de Lloro, Chocó-Colombia.

Figura 14. Yagua recubierta de pelos Urticantes. Imagen tomada de las variedades de caña de sembradas en el banco de germoplasma *in situ*. Municipio de Lloro, Chocó-Colombia.

Figura 15. Inflorescencia (señal de madures de la caña) observada en las variedad de caña sembradas en el banco de germoplasma *in situ*. Municipio de Lloro, Chocó-Colombia.

Figura 16. Medición de grados brix de las variedad de caña sembradas en el banco de germoplasma *in situ*. Municipio de Lloro, Chocó-Colombia.

Figura 17. Obtención del material propagativo de caña por los agricultores del departamento del Chocó.

Figura. 18. Variedades de Caña conocidas por los agricultores en el departamento del Chocó.

Figura 19. Agricultores que reportan haber sembrador las variedades de caña cultivadas en el departamento del Chocó.

Figura 20. Agricultores que registraron plagas y enfermedades en sus cultivos de caña.

Figura 21. Biplot que representa las relaciones entre las once variedades de caña de azúcar sembradas y los descriptores para los componentes 1 y 2.

Figura 22. Dendrograma de similaridad entre las onces variedades de caña sembradas en el departamento del Chocó.

Figura 23. Plagas y enfermedades identificadas en el banco de germoplasma de caña. Muermo rojo *(Physalospora tucumanensis)*

Figura 24. Plagas y enfermedades identificadas en el banco de germoplasma de caña. Cucarrón de invierno o Coco rinoceronte (*Podischnu agenor*) y Comején (*Isoptera*)

Figura 25. Banco de germoplasma de caña *(Saccharum officinarum L.)* La Reina de las Plantas Tropicales.

Figuras 26. Variedades de caña identificadas en el departamento del Chocó y siembra en el banco de germoplasma.

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Área cultivada y producción de caña (*Saccharum officinarum* L.) en los principales productores de la especie a nivel mundial (FAOSTAT, 2020).

Tabla 2. Ubicación geográfica y variables climáticas de los municipios donde se colectaron las variedades de caña establecidas en el banco de germoplasma.

Tabla 3. Número de accesiones de caña por municipio sembradas en el banco de germoplasma ubicado en el municipio de Lloró. Las variedades en general fueron clasificadas así: V1 Caña Blanca (B), V2 Caña Blanca Rayada (B.R), V3 Caña Morada Rayada (M.R), V4 Caña BH (BH), V5 Borrajera (Bo), V6 Samba (Sa), V7 Caña Negra (Ne), V8 Caña Pasada (Pa), V9 Caña Zonera Amarilla (Z.A), V10 Caña Zonera Morada (Z.M), V11 Caña Morada (Mo).

Tabla 4. Productos elaborados a partir de caña por las comunidades negras del departamento del Chocó.

Tabla 5. Procedimiento para la elaboración de productos a partir de la caña, por las comunidades negras del departamento del Chocó.

Tabla 6. Tratamientos y usos medicinales de la caña por las comunidades negras del departamento del Chocó.

Tabla 7. Marcadores morfológicos cuantitativos estudiados para las 11 variedades de caña identificadas en el departamento del Chocó. Los valores representan medias, y el valor de significación estadística fue de $P \leq 0.001$.

Tabla 8. Componente principal para cinco caracteres evaluados en las once variedades de caña identificadas en el departamento del Chocó.

Tabla 9. Coeficientes de correlación de Pearson entre descriptores cuantitativos de once variedades de caña cultivadas en el departamento del Chocó, Colombia.

Tabla 10. Descriptores morfológicos de once variedades de caña de cultivadas en el departamento del Chocó.

RESUMEN

Para realizar la caracterización de las variedades de caña cultivadas en el departamento del Chocó, se estableció un banco de germoplasma en una finca localizada a 10 minutos de la cabecera municipal de Lloró. El objetivo principal de esta investigación fue caracterizar mediante marcadores morfológicos variedades de caña en un banco de germoplasma *in situ* ubicado en el departamento del Chocó. Mediante encuesta a productores de caña de la región se desarrolló el levantamiento de información etnobotánica para documentar el conocimiento existente sobre la especie y las variedades identificadas. Se utilizó como material propagativo los cogollos de la planta, los cuales fueron sembrados en un banco de germoplasma a un metro de distancia entre surco y dos metros entre callejones. Se sembraron en total 142 accesiones correspondiente a 11 variedades colectadas en 14 municipios del departamento del Chocó. Para la caracterización morfológica de la especie se emplearon 19 marcadores morfológicos (13 cualitativos y 6 cuantitativos). Para el análisis de los datos se realizó un análisis de frecuencia para cada variedad, y en el caso de los datos morfológicos cuantitativos se calculó el promedio y desviación estándar para cada variedad y descriptor. Adicionalmente se empleó un análisis discriminante para probar si los descriptores morfológicos permitían identificar las variedades y se realizó un análisis de componentes principales –PCA, para analizar las correlaciones entre los descriptores morfológicos. Finalmente, con los datos cuantitativos y cualitativos se realizó el análisis de similaridad aplicando el índice de Bray-Curtis. La información etnobotánica muestra que las variedades de caña mayormente conocidas por las comunidades son la Zonera Amarilla, Zonera Morada, Blanca, Blanca Rayada y la

Morada. Además, el 97% de los agricultores encuestados manifestó que en una o varias ocasiones han tenido enfermedades y plagas en sus cultivos de caña, reportando como enfermedades la Roya, Muermo rojo, Barrenador, Salivazo y Cucarrón de invierno o Coco rinoceronte. Se encontró que la parte de la planta más utilizada es el tallo, y se emplea en la elaboración de panela, jugo y miel. Adicionalmente, a la especie se le atribuyen propiedades medicinales y es empleada en el tratamiento de enfermedades como: icteria, lombriz (parásitos gastrointestinales), picaduras de insectos (avispa y araña), paludismo, malos olores, gripa, alergias, rasquiña, heridas y problemas del sistema urinario entre otras. En cuanto a los descriptores cuantitativos, se observaron diferencias significativas en los rasgos cuantitativos evaluados entre las variedades de caña estudiadas, con excepción de los grados brix. La variedad Blanca rayada registró la mayor altura del tallo (3,30 m) y ancho de lámina (6,93 cm), mientras que la mayor longitud del entrenudo la presentó la BH (15,6 cm), el diámetro del tallo la variedad blanca (3,85 cm) y la mayor longitud de la lámina foliar en la variedad samba (1,61 cm). El análisis de componentes principales mostró variación entre los cinco caracteres morfológicos cuantitativos analizados; además en el PC los caracteres que mostraron correlación fuerte y significativa fueron la longitud del entrenudo y la altura del tallo (0,81). De otro lado, los caracteres cualitativos fueron muy distintos entre variedades, siendo las únicas variables constantes entre estas la posición de las puntas (doblada), y el borde de la lámina foliar (aserrado). Lo anterior, se corroboró con el análisis de similitud que mostró dos grupos en las 11 variedades con un nivel de similaridad del 65%. Nuestros resultados evidencian la necesidad de realizar estudios con marcadores moleculares, que permitan identificar la

correspondencia de estos con marcadores morfológicos, de modo que se pueda identificar con exactitud la divergencia genética entre las accesiones de caña estudiadas. De otro lado, la información etnobotánica arrojó que el cultivo de caña representa para las comunidades del Chocó importancia para el uso en la soberanía y seguridad alimentaria, la economía y la medicina para el tratamiento de diferentes enfermedades. Finalmente, como resultado para manejo de la biodiversidad, se evidencia la necesidad de generar líneas de investigación orientadas a investigaciones moleculares encaminadas a la mejora genética de la especie.

1. INTRODUCCIÓN

Desde la aparición de la vida en la tierra hace miles de años, el proceso evolutivo ha originado gran diversidad de especies e individuos que, mediante los procesos de selección natural, se han adaptado a las diferentes condiciones de la tierra, esta variabilidad genética acumulada resulta esencial para el equilibrio de los agro ecosistemas y constituye lo que se denomina germoplasma del planeta (Martin, 2001).

La conservación de germoplasma y/o Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (RFAA) es imprescindible para la seguridad y soberanía alimentaria, ya que constituyen un patrimonio para la humanidad de valor incalculable y su pérdida se convierte en una amenaza para la estabilidad de los ecosistemas y el desarrollo agrícola, lo anterior hace que algunos países e instituciones del mundo, conscientes de su importancia vengan trabajando desde el año 1980 políticas para la identificación, caracterización, evaluación, conservación y usos de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (Turmo & Martínez, 2012; FAO, 2011).

Los “recursos fitogenéticos” comprenden la diversidad genética correspondiente al mundo vegetal; definición bajo la cual se incluyen las variedades de especies cultivadas tanto tradicionales como comerciales, especies silvestres o asilvestradas afines a las cultivadas y materiales obtenidos en trabajos de mejora genética (Esquinas, 1993). Aunque en el mundo existe una pérdida progresiva de los recursos fitogenéticos, el hombre ha utilizado varias estrategias para conservarlos ya sea de manera *ex situ* o *in situ*. En el caso de la conservación *in situ,* se

preservan las variedades o poblaciones de especies en su hábitat natural, mientras que en la conservación *ex situ* se utilizan los denominados bancos de germoplasma, en donde las condiciones ambientales como la luminosidad, temperatura y humedad, etc., son controlados para garantizar la preservación de los recursos importantes para la alimentación y la agricultura (FAO, 2011; Engelmann & González, 2013; Bello *et al.*, 2014; Romero, 2018; Díaz, 2020).

La conservación de la diversidad fitogenética para la investigación, la reproducción y la mejora de semillas para un sistema agrícola sostenible y resiliente, depende en gran medida de una gestión eficaz de los bancos de germoplasma, mediante la aplicación de normas y procedimientos que permitan mantenerlos en el tiempo (FAO, 2014). Considerando que los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (RFAA) poseen importancia como componente integral de la biodiversidad agrícola para el desarrollo económico y la soberanía alimentaria mundial (FAO, 2011), el desarrollo de estrategias orientadas a su persistencia, manejo y conservación se hacen necesarias.

Un recurso fitogenético asociado a la soberanía alimentaria mundial que requiere ser preservado para garantizar su aprovechamiento es la caña (*Saccharum officinarum* L.*)* (ASOCAÑA, 1995). Esta especie es cultivada en todas las regiones tropicales y subtropicales de la tierra, en cuanto a su distribución global, la base de datos estadísticos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAOSTAT), muestra entre los años 2016 - 2018 a Brasil, India, China, Tailandia, Pakistán, México y Colombia como los países más sobresalientes respecto a área cosechada y de producción (FAOSTAT, 2020) (tabla 1).

Tabla 1. Área cultivada y producción de caña (*Saccharum officinarum* L.) en los principales productores de la especie a nivel mundial (FAOSTAT, 2020).

	2016		**2017**		**2018**	
País	/Área Cultivada ha	Producción / Ton.	Área Cultivada / Ha	Producción / Ton.	Área Cultivada / ha	Producción / Ton.
Brasil	10.223.894	768.594.154	10.189.208	758.646.205	10.042.199	746.828.157
India	4.950.000	348.448.000	4.389.000	306.069.000	4.730.000	376.900.000
China	1.411.642	103.788.445	1.379.242	104.905.705	1.414.973	108.718.971
Tailandia	1.342.619	90.220.174	1.352.216	101.870.298	1.372.169	104.360.867
Pakistán	1.217.508	75.482.253	1.341.781	83.332.740	1.101.946	67.173.975
México	781.054	56.446.821	772.003	56.954.993	785.905	56.841.523
Colombia	402.314	34.759.606	401.165	34.833.514	408.716	36.276.860

La caña se cultiva ampliamente en todo el mundo para diversos fines, siendo la principal razón la producción de endulzantes y combustible (Yadav & Solomon, 2006). Aunque, el azúcar es el principal producto de la caña, mediante procesos de transformación, también se obtiene panela, miel, alcohol y materia prima para la producción de papel (Hernández *et al*., 2014). Adicionalmente, otros subproductos como la melaza, bagazo entre otros, son utilizados como insumos para la alimentación animal (Ramírez *et al*., 2014).

Según cifras de la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) en Colombia para el año 2015, dentro de los cultivos permanentes, excluyendo a los frutales, la caña se situó en el tercer lugar en importancia, después del café y el plátano, reportando un total de 167.711 hectáreas. En Antioquia se registró la mayor participación en cuanto a producción de caña panelera, seguido por Cundinamarca, Santander, Boyacá, Nariño y Huila; los departamentos que registraron participaciones inferiores, fueron

Cauca, Caldas, Norte de Santander, Tolima, Valle del Cauca, Cesar, Risaralda, Quindío, Bolívar, Córdoba, La Guajira, Magdalena, Meta y Sucre (DANE, 2017). Si bien, a nivel nacional el departamento del Chocó no registra participación en su producción de caña según la Encuesta Nacional Agropecuaria. En la actualidad los municipios con mayores plantaciones de caña en el departamento son: Cantón del San Pablo, Condóto, Istmina, Quibdó, Tadó, Lloró, Rio Quito, Atrato, Pizarro, Nóvita, Carmen de Atrato, Bagadó, Medio Atrato y Riosucio.

Entre los trabajos de investigación revisados para la especie, se han identificado algunos autores e instituciones de varios países tropicales pudiendo citar el estudio de Arrey (2016), quien realizó una caracterización morfológica de cinco variedades de caña en Camerún. Nafiu (2017), estudió las características morfológicas, la producción de materia seca y el rendimiento de cuatro variedades de caña en el suroeste de Nigeria. Ruzive (2018), quien evaluó la diversidad fenotípica entre cien genotipos de caña, basada en veinte rasgos cualitativos en Zimbabwe.

A nivel de latino América, Blanco *et al*., (2003), estudiaron la dinámica del crecimiento y desarrollo de cuatro variedades de caña, analizando la biomasa, el área foliar, la masa fresca, los grados brix del jugo y pureza de la especie en Cuba. Álvarez (2009), realizó una evaluación de material propagativo de dos variedades de caña *(Saccharum officinarum L.)* para el establecimiento de semilleros en el ingenio Catsa, Guanacaste en Costa Rica. Jiménez & Chiang, (2010) realizaron un trabajo sobre las técnicas de conservación *in vitro* para el establecimiento de bancos de germoplasma en cultivos tropicales en Costa Rica. Chaves (2013),

determinó la composición, diversidad y naturaleza de las introducciones genéticas de híbridos que conforman actualmente el banco de germoplasma de caña de Costa Rica. Gualotuña (2013), realizó la identificación de variedades de caña panelera (*Saccharum officinarum L.*) en cuatro provincias de Ecuador cuyo objetivo principal fue establecer un banco de germoplasma en Pacto, Pichincha. Dávila (2014), evaluó dos sistemas de siembra en caña de azúcar *(Saccharum officinarum L.)* para la obtención de semilla en la provincia del Cañar en Ecuador. Sierra y Lucio, (2016) realizaron la descripción morfológica de cinco variedades promisorias de caña (*Saccharum officinarum* L.), en Argentina.

En Colombia, entre los trabajos que se han enfocado en la identificación de caracteres morfológicos para la diferenciación de las variedades de esta especie, se puede mencionar a López *et al.,* (2010), quienes realizaron el estudio de diversidad genética y perfil molecular de las variedades de caña registradas en un banco de germoplasma de la especie. Villarreal *et al.,* en el 2012, ejecutó un proyecto cuyo objetivo fue la caracterización de una colección del banco de germoplasma *in situ* de cenicaña. Armero, (2012), evaluó algunas variedades de caña para mejorar la producción de panela en Linares, departamento de Nariño. Durán *et al*., (2014), en conjunto con CORPOICA y CENICAÑA, evaluaron el comportamiento agroindustrial de diez variedades de caña para la producción de panela en Santander, Colombia.

A pesar de las investigaciones descritas anteriormente, en el departamento del Chocó la información documentada es deficiente, y aunque no es reconocido como

productor de caña en el país, su trayectoria en el cultivo de la especie inició en el año de 1923 - 1941, tiempo en el que existió la primera empresa agroindustrial llamada Sautatá en la cual se contaban con más de 5000 ha. de caña sembradas en inmediaciones del municipio de Riosucio, luego en los años 70 el fomento cañero en esta región se retomó con el inicio de la Empresa de Licores del Chocó. Bonet, (2007); Archivo Fílmico UTCH, (2019).

En el mundo hay muchos países e instituciones con interés por la conservación de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, sin embargo, a nivel nacional y regional se dispone de pocas investigaciones enfocadas hacia tal fin. Siendo la caña un biorecurso susceptible a erosión genética, la pérdida de algunas variedades utilizadas en procesos de transformación por las comunidades del Pacífico, en cierta medida afecta dichas actividades y la conservación de recursos fitogenéticos autóctonos y otros introducidos que se han adaptado de manera aceptable a las condiciones agroambientales del departamento.

Por todo lo anterior, en el departamento del Chocó se requiere fortalecer la práctica del cultivo de la caña con el fin de conservar las variedades para garantizar su uso y aprovechamiento sostenible. Lo anterior se orienta a la implementación de prácticas agrícolas y proyectos productivos que respondan a las condiciones agroambientales de la región, a fin de que se transforme la práctica de la agricultura de subsistencia para la seguridad alimentaria, por una agricultura con enfoque, competitiva y sostenible para la soberanía alimentaria. De esta manera, la presente investigación constituye un referente bibliográfico que aporta información esencial

en el conocimiento, producción y manejo de la caña, el cual ayudara a afianzar las prácticas culturales de este recurso fitogenético importante para la seguridad alimentaria de las comunidades del departamento del Chocó.

2. OBJETIVO GENERAL

Caracterizar morfológicamente variedades de caña *(Saccharum officinarum* L.*)* en un banco de germoplasma *in situ* en el departamento del Chocó.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Documentar aspectos etnobotánicos sobre el conocimiento, cultivo y utilización de la caña por comunidades de etnia negra del departamento del Chocó.
- Identificar a través de marcadores morfológicos las accesiones de caña establecidas dentro de un banco de germoplasma en el municipio de Lloró.

Pregunta de Investigación.

¿Cuáles son los marcadores morfológicos que permiten diferenciar las variedades de caña cultivadas en los municipios del departamento del Chocó?

Hipótesis de Investigación.

Existen marcadores morfológicos que permiten diferenciar las variedades de caña cultivadas en los municipios del departamento del Chocó.

3. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE ESTUDIADA.

3.1 Clasificación taxonómica de la caña (*Saccharum officinarum* L.*)*

Reino: Plantae
Phylum: Tracheophyta
Subphylum: Pteropsida
División: Magnoliophyta
Clase: Liliopsida
Subclase: Commelinidae
Orden: Cyperales
Familia: Poaceae
Tribu: Andropogoneae
Género *Saccharum*
Especie *officinarum* L.

La caña es el cultivo de mayor importancia en la producción de azúcar en el mundo. El área total en producción es de 19.24 millones de hectáreas distribuidas en Asia 42.5%, América 47.7% y en África y Oceanía cultivan 7.4% y 2.4%, respectivamente. El promedio mundial de producción es de 65.2 ton/ha (FAOSTAT,2002). El nombre de *Saccharum* proviene de las Karkara y sakkara que a su vez significa (grava negra) en referencia a los cristales de azúcar que se forman en el jarabe oscuro al extraer los jugos de la caña (López, 2015).

3.2. Origen y generalidades de la caña.

Aunque son variadas las versiones sobre el origen de la caña, algunas investigaciones suponen que el centro del origen es Nueva Guinea (ASOCAÑA, 1995, citado por López en 2015)**.** Según Edgerton (1958) la caña es nativa de las regiones subtropicales y tropicales del sudeste asiático y que Alejandro Magno la llevó de la India hacia Persia, mientras que los árabes la introdujeron en Siria,

Palestina, Arabia y Egipto, de donde se extendió por todo el continente africano y europeo. A finales del siglo XV Cristóbal Colón la llevó a las islas del Caribe, de allí fue llevada a toda América tropical y subtropical (Díaz & Portocarrero, 2002).

La caña es una gramínea tropical, un pasto gigante emparentado con el sorgo y el maíz, en cuyo tallo se forma y acumula un jugo rico en sacarosa. La sacarosa es sintetizada por la caña con la energía tomada del sol durante la fotosíntesis, constituye el cultivo de mayor importancia desde el punto de vista de la producción azucarera, además representa una actividad productiva y posee varios subproductos, entre ellos la producción de energía eléctrica derivada de la combustión del bagazo, alcohol de diferentes grados como carburante o farmacéutico (Díaz y Portocarrero, 2002).

En Colombia existen dos sistemas de producción bien diferenciados: El primero incorpora un método en el cual se realiza la siembra en cajuela, En este, el sistema de corte se realiza por deshije o entresaque, sin posibilidad del uso de maquinaria y prácticamente sin fertilización, este sistema de producción generalmente se usa en zonas de ladera y de comunidades campesinas de los departamentos de Caldas, Cauca, Tolima, Risaralda, Norte del Valle, Cundinamarca, Caquetá, Huila, Norte de Santander y Antioquia (López, 2015). En este sistema es común que la mano de obra sea de carácter familiar y de áreas muy pequeñas establecidas con el cultivo. El segundo sistema incorpora el método en el cual se realiza siembra a chorrillo, el corte se hace por parejo y con la posibilidad de utilizar maquinaria, se utilizan altas cantidades de fertilizantes y se relaciona con zonas de pendiente poco pronunciada, de economía más tecnificada y empresarial; este sistema de producción es utilizado en los departamentos de Valle del Cauca, Santander y Boyacá donde el área de

tierra establecida con el cultivo es más amplia y los rendimientos son mucho más altos gracias a los procesos de tecnificación (López, 2015). En el departamento del Chocó, la forma tradicional de siembra de la caña es a través de cogollos de caña adultas de entre 8 -11 meses de edad, a los cuales se les cortan las hojas, esta siembra se hace en forma horizontal. En la preparación de los suelos no se hacen fertilizaciones ni arado, en su lugar se realiza socola y repique de malezas, las cuales al descomponerse aportaran nutrientes al suelo, el control de plagas y de malezas se realiza de forma manual y químico.

3.3. Requerimientos climáticos de la caña según el DANE (2017).

Para un buen desarrollo del cultivo se recomienda que la altura esté entre los 550 y 1600 m.s.n.m. metros sobre el nivel del mar, sin embargo, este cultivo se puede establecer hasta alturas cercanas a los 2000 m.s.n.m con menores rendimientos de producción. La temperatura optima de producción de cultivo está entre 5 a 26 °C, con esta se puede obtener miel y el mayor rendimiento en la producción de panela, también con temperaturas promedio de 21 a 30 °C se obtiene buen rendimiento en el cultivo. La variación de temperatura entre el día y la noche con cambios por encima de los 8°C, favorecen la creación de cristales de azúcar también conocidos como (sacarosa), materia necesaria para que se dé una miel de buena calidad y la producción de panela. En cuanto a la luminosidad, se recomienda que varié entre 6 y 9 horas diarias de brillo solar. Cuando las plantas se desarrollan bajo características de baja intensidad lumínica se dan plantas de tallos alargados y no muy gruesos, sistemas foliares muy angostos y con un color amarillo.

La precipitación entre 1.500 a 1.700 milímetros anuales es la necesidad más importante del cultivo y se considera que es más que suficiente, el aumento o disminución de esta, puede generar en el cultivo baja producción y una baja cantidad de toneladas de caña por hectárea. Los vientos son otro factor climático a considerar, puesto que si son demasiado fuertes producen en las plantas de la caña un volcamiento en el cual se afecta la plantación. De igual manera, los vientos con características más secas y de corrientes cálidas producen el aumento de la transpiración de la planta y se provoca un resecamiento del suelo, por lo cual las exigencias de agua por parte de la planta son más altas.

3.4. Plagas y enfermedades.

En este cultivo es necesario hacer el control de arvenses antes de que llegue a los cinco meses, pues esta es una etapa muy susceptible por la competencia de agua, luz y nutrientes; dicha labor se hace comúnmente en la siembra y a los 60 días de plantada la semilla, de forma manual o mediante el control químico con el uso de herbicidas; posteriormente, ya no es necesario el control de arvenses por el porte que alcanza el cultivo y se logra de forma natural. En el cultivo de caña se pueden presentar diferentes tipos de plagas, dentro de las más comunes están el barrenador *(Diatraea saccharalis),* la hormiga loca *(Anoplolepis gracilipes),* el salivazo *(Aeneolamia varia)* y el cucarrón de invierno *(Podischnu agenor).* En cuanto a las enfermedades, se conocen la pudrición roja o muermo rojo *(Physalospora tucumanensis)*, la mancha de anillo *(Leptosphaeria sacchari),* el

carbón *(Sporisorium scitamineum)* y la roya *(Puccinia melanocephala)*. El control de estas plagas y enfermedades del cultivo se realiza de forma química, biológica y/o cultural (DANE, 2017).

3.5. Composición química y bromatológica.

El tallo de la caña está compuesto de una parte solida llamada fibra y una parte líquida, el jugo contiene agua y sacarosa, en ambas partes se encuentran otras sustancias en cantidades muy pequeñas. Las proporciones de los componentes varían de acuerdo con la variedad, edad, madurez, características agronómicas, método del cultivo, fertilización, lluvias, etc. Sin embargo, algunos valores de referencia general pueden ser: Agua 73 – 76 %, Sacarosa 8 – 15 %, Fibra 11 – 16 % (Perafan, 2002, citado por Villarroel, 2006). La caña presenta un alto contenido de azúcares solubles, especialmente sacarosa y azúcares insolubles de origen estructural, especialmente celulosa, hemicelulosa y lignina (Villarroel, 2006)

4. METODOLOGIA

4.1. Área de Estudio. Esta investigación se realizó en el departamento del Chocó, el cual está ubicado entre los paralelos 8º 41’ 07” y 4º 02’ 25” norte y entre los meridianos 77º 53’ 20” y 75º 58’ 33” al oeste de Greenwich, específicamente en el municipio de Lloró. El departamento del Chocó limita al norte con el mar Caribe y la República de Panamá, al sur con el departamento del Valle, al occidente con el océano Pacífico y al oriente con los departamentos de Antioquia, Risaralda y Valle. Su territorio tiene una extensión de 46.529 km² que representa el 4.2% de la

superficie total de Colombia; hacen parte del departamento 31 municipios, entre los que se encuentra el municipio de Lloró (Plan de Desarrollo Municipal de Lloró, 2012 - 2015 & 2020 - 2023). En el departamento del Chocó se presentan temperaturas anuales que oscilan entre 26 y 40°C, la humedad relativa oscila entre 55 y 100%, con promedios superiores al 80%. La radiación solar en un 60% en promedio y con una oscilación entre el 40 y el 90% y la luminosidad es baja. (Plan de Desarrollo Municipal de Lloró, 2012-2015 & 2020-2023).

Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio (Municipio de Lloró, Departamento del Chocó, Colombia). **Fuente:** Plan de Desarrollo Municipal de Lloró 2020 – 2023. Imagen con coordenadas de la finca donde está el banco de germoplasma, **Fuente:** Google maps.

4.1.1 Localización específica del área de estudio

Lloró está localizado a los 5° 30’ 57’’ latitud Norte, y 75° 32‘ 29’’ longitud Oeste de Greenwich, tiene una altura de 69 msnm y una temperatura promedio de 28°C, a una distancia de 28 km de Quibdó capital del departamento del Chocó. Lloró tiene una extensión de 905 km^2, limita al norte con el municipio de Quibdó y el Carmen de Atrato, al sur con los municipios de Tadó y Bagadó, al oriente con los municipios del Carmen de Atrato y Bagadó, al occidente con el municipio de Atrato. Según cifras del DANE, para el 2005 su población estimaba unos 10.835 habitantes, el 29,31% habita la cabecera municipal y el 70,69% pertenece a la zona rural. La economía del municipio está basada en la agricultura, explotación forestal y minera. (Plan de Desarrollo Municipal de Lloró, 2012-2015 & 2020-2023).

El banco de germoplasma donde fueron sembradas las variedades de caña se estableció en la finca La Clemencia, propiedad de la señora Aida del Carmen Rentería Córdoba, a 10 minutos de la cabecera municipal de Lloró. La finca está ubicada en la margen derecha del rio Atrato, frente al lugar conocido como la playa del medio en el sector el Cachasón, con una localización de 5°30’12” N 76°32’41” O de Greenwich.

4.2 Materiales y Método.

4.2.1 Levantamiento de la Información Etnobotánica.

Para el levantamiento de la información etnobotánica se realizó una encuesta a 35 de los agricultores de caña de la región, la cual permitió documentar el conocimiento

que estos tienen sobre los diferentes métodos de siembra, control de plagas y enfermedades que afectan la caña. Además de las diferentes técnicas de manejo de cultivo, las variedades cultivadas por municipio y los usos dados a la especie. Esta información permitirá conocer más en detalle los usos tradicionales que los pobladores le dan a la especie (anexo 1).

4.2.2 Identificación y Obtención de las Variedades de Caña.

Para la identificación y obtención de las variedades de caña cultivadas en el departamento del Chocó, se realizaron visitas a los municipios que registraron mayores cultivos de caña, orientados por los directores de las Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria (UMATAS) entre ellos (Cantón del San Pablo, Condoto, Istmina, Quibdó, Tadó, Lloró, Rio Quito y Atrato), bajo el acompañamiento de los dueños de los cultivos y se registraron las variedades sembradas. De otro lado, en los municipios en los que por su geografía y lejanía no fue posible el desplazamiento (Pizarro, Novita, Carmen de Atrato, Bagadó, Medio Atrato y Riosucio) (tabla 2.), se estableció comunicación a través de llamadas telefónicas con algunos productores de caña, recomendados por los directores de las UMATAS de cada lugar, a los cuales se les recomendó cómo seleccionar las accesiones de las variedades que cultivan (entre las que se destacó que la planta e individuos tuviera de 8 - 11 meses de edad), y cómo empacarlas para posteriormente ser enviadas al municipio de Lloró.

Tabla 2. Ubicación geográfica y variables climáticas de los municipios en donde se colectaron las variedades de caña establecidas en el banco de germoplasma.

Municipios	Localización	Altura (m.s.n.m.)	T. M. A. (°C)	P. M. A. (mm)
Cantón de San Pablo	05°20'20" N 76°43'53" O	57	27	--
Condoto	05°05'48" N 76°39'01" O	50	28	6.938
Istmina	05°09'32" N 76°41'30" O	47	26	6.089
Quibdó	05°41'41" N 76°39'42" O	32	26,4	7.748
Bagadó	05°24'32" N 76°25'16" O	200	28	7.800
Riosucio	07°26'26" N 77°07'08" O	4	28	7.774
Medio Atrato	05°59'42" N 76°46'57" O	--	--	--
Novita	04°57'11" N 76°36'59" O	100	28	8.758
Lloró	05°30'11" N 76°31'49" O	100	26	7.020
Tadó	05°15'59" N 76°36'58" O	78	28	6.938
Carmen de Atrato	05°53'16" N 76°09'51" O	2700	20	2.486
Atrato	05°29' N 76°29 O	32	28	--
Rio Quito	05°15' N 76°50' O	--	--	--
Pizarro	04°56'26" N 77°22'45" O	5	28	6.651

4.2.3 Implementación del Banco de Germoplasma.

Para el establecimiento del banco de germoplasma de caña, se realizó la siembra de las variedades de caña en la finca La Clemencia, localizada en el municipio de Lloró. En total fueron 142 accesiones sembradas, distribuidas en 11 variedades. El banco tiene un área de 20m x 20m. Las accesiones de las diferentes variedades quedaron distribuidas en un área de 400 metros cuadrados (figura 2).

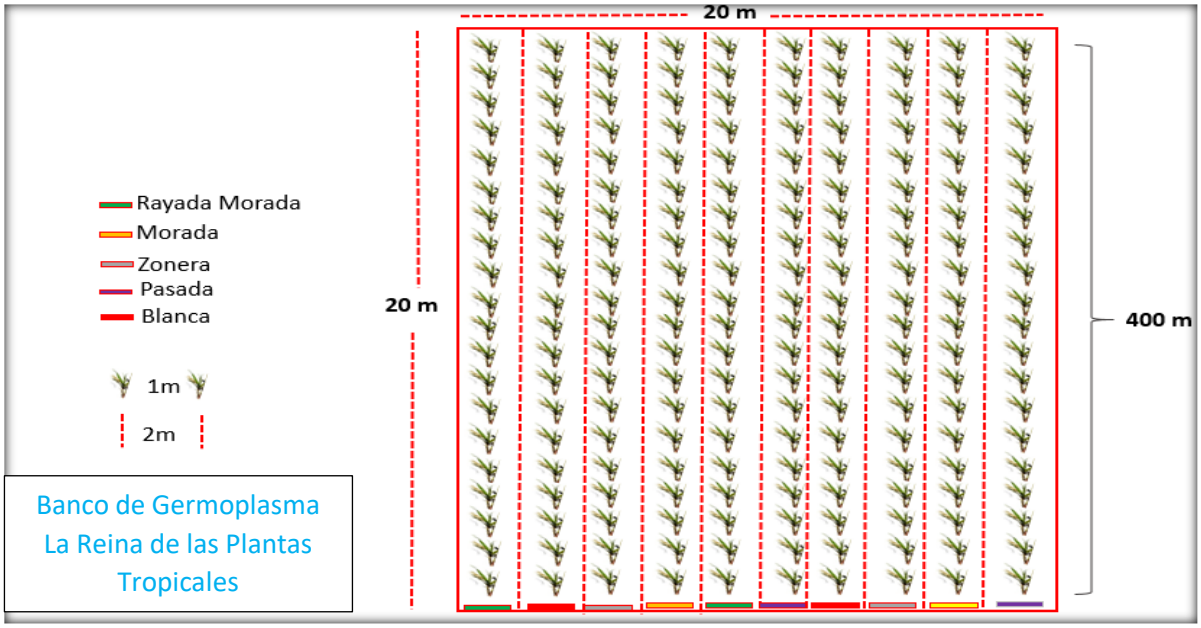

Figura 2. Diseño del banco de germoplasma *in situ* de caña. **Fuente:** Propia

En la adecuación del área de siembra, se realizó rocería, repique y arrume de árboles que pudieran interferir en el establecimiento de las cañas. Cada variedad se plantó por separado utilizando como material vegetativo el cogollo de cañas maduras con sus hojas cortadas a la mitad aproximadamente, método de siembra que se seleccionó por ser el más común entre los productores de la zona. Los cogollos fueron sembrados a 1 metro de distancia entre surco y 2 metros entre callejones para que la plantación fuese accesible y facilitar su manejo. En el banco se realizaron labores culturales como: deshoje y resiembra de individuos. Adicionalmente, se realizó rocería de arvenses con intervalos de 15 a 30 días para garantizar su establecimiento.

Para identificar las accesiones, se le construyó una etiqueta con datos de pasaporte que contenían el número de accesión, número de variedad, una abreviatura del

nombre por el cual se conoce la variedad y lugar de procedencia, la cual es su clave de identificación individual, como se muestra a continuación: Accesión 1, agrupada en la variedad 1, Caña Blanca del municipio de Lloró**(A1/V1/B/Ll)**; el número colocado a cada variedad y a cada accesión fueron asignados al azar (tabla 3).

Tabla 3. Número accesiones de caña por municipio sembradas en el banco de germoplasma ubicado en el municipio de Lloró. Las variedades en general fueron clasificadas así: V1 Caña Blanca (B), V2 Caña Blanca Rayada (B.R), V3 Caña Morada Rayada (M.R), V4 Caña BH (BH), V5 Borrajera (Bo), V6 Samba (Sa), V7 Caña Negra (Ne), V8 Caña Pasada (Pa), V9 Caña Zonera Amarilla (Z.A), V10 Caña Zonera Morada (Z.M), V11 Caña Morada (Mo).

Variedad / Municipio	V1 (B)	V2 (B.R)	V3 (M.R)	V4 (BH)	V5 (Bo)	V6 (Sa)	V7 (Ne)	V8 (Pa)	V9 (Z.A)	V10 (Z.M)	V11 (Mo)
Cantón de San Pablo	4Acc	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Condoto	4Acc	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Istmina	5Acc	--	4Acc	--	--	--	--	--	--	--	--
Quibdó	4Acc	--	4Acc	--	--	--	--	6Acc	--	--	5Acc
Bagadó	4Acc	--	5Acc	--	--	--	--	--	--	--	--
Riosucio	4Acc	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Medio Atrato	--	4Acc	--	--	--	--	--	--	7Acc	--	--
Novita	--	6Acc	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Lloró	--	6Acc	7Acc	--	--	4Acc	5Acc	4Acc	7Acc	7Acc	7Acc
Tadó	--	--	4Acc	--	--	--	--	--	--	--	--
Carmen de Atrato	--	--	--	5Acc	6Acc	--	--	--	--	--	--
Atrato	--	--	--	--	--	--	--	4Acc	--	--	--
Rio Quito	--	--	--	--	--	--	--	5Acc	--	--	--
Pizarro	--	--	--	--	--	--	--	--	5Acc	--	--

4.2.4 Caracterización Morfológica.

Para la caracterización de las accesiones, se tuvieron en cuenta los descriptores propuestos en la segunda edición del catálogo de variedades de caña, CENICAÑA (2003), las recomendaciones técnicas del Manual de Caña de Azúcar para la Producción de Panela Corpoica – Fedepanela (2000). El código de las directrices

para la ejecución de exámenes de la distinción, homogeneidad y la estabilidad de la caña de azúcar se realizó según la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV) (2005) y el Documento TGP/14, Sección 2: Términos Botánicos, Subsección 3: Color de la UPOV (2013). Los marcadores morfológicos considerados para la descripción de las variedades identificadas fueron de tipo cuantitativo y cualitativo. Para la medición de los descriptores cuantitativos, se utilizó una cinta métrica común flexible, un pie de rey manual y un refractómetro de mano escala de 0° – 32° brix marca zuzi, código 50301030. La descripción cualitativa se realizó visualmente basado en los documentos antes mencionados.

4.3. Marcadores Morfológicos.

4.3.1. Descriptores del Tallo.

4.3.1.1. Descriptores Cuantitativos del tallo.

Altura de tallos (ALTA) (cm/m): La longitud de cada tallo se midió desde la base del tallo hasta la hoja más reciente. (Corto: menos de 2.5 m, mediano: 2.5 m-3.5 m, largo: mayor a 3.5 m) (figura 3).

Figura 3. Altura del tallo de caña, imagen a blanco y negro tomada de: UPOV, (2005), imagen a color. **Fuente:** Propia

Longitud del entrenudo (LEN): Para la medición de esta característica se tomó el tercer entrenudo basal desde el anillo de crecimiento hasta el anillo ceroso y se realizó con una cinta métrica (corto: < 5 cm, intermedio: 5 -10 cm, largo: > 10 cm) (figura 4).

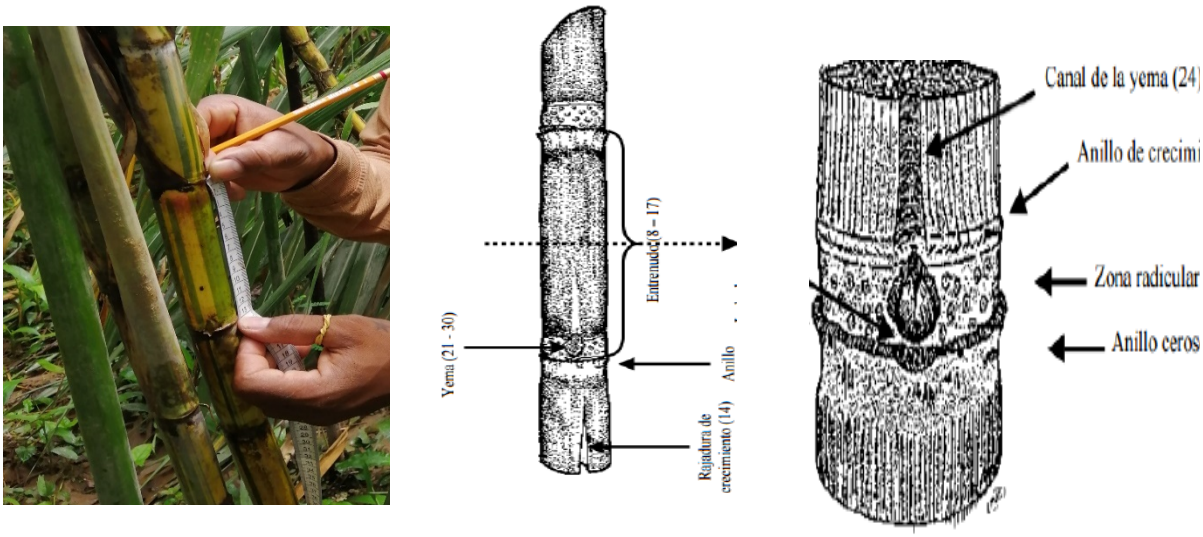

Figura 4. Longitud del entrenudo de la caña, la imagen a blanco y negro fue tomada de: UPOV, (2005), imagen a color, **Fuente:** Propia

Diámetro de tallo o entrenudo (DITA) (cm): Se realiza la medición del diámetro de cada tallo en la parte central del tercer entrenudo basal haciendo uso de un pie de rey. (Delgado: < 2.5 cm, medio: 2.5 – 3.5 cm grueso: > 3.5 cm.) (figura 5).

Figura 5. Medición del diámetro del entrenudo de la caña sembrada en el banco de germoplasma in situ. Municipio de Lloro, Chocó-Colombia.

Anillo de crecimiento (AC): Angosto: < 3 mm, intermedio: 3-4 mm, ancho: > 4 mm; posee o no raíces. **(Ver Figura 4)**

Canal de yema (CY): Largo (1) > 3 cm, corto (2) < 3 cm, no presenta (3). **(Ver Figura 4)**

4.3.1.2. Descriptores Cualitativos del tallo.

Color tallo (CT): Por ser una característica cualitativa se realizó por descripción visual: Violáceo claro (1), violáceo oscuro (2), amarillo (3), amarillo anaranjado (4), marrón claro (5), marrón oscuro (6), morado claro (7), morado oscuro (8), verde (9) (figura 6).

Figura 6. Color del tallo observado en la caracterización de las variedades de caña sembradas en el banco.

Forma del entrenudo (FEN): Esta característica cualitativa se clasificó en: Cilíndrico (1), Constreñido (2), Abarrilado (3), Conoidal (4) y Cóncavo-Convexo (5) (figura 7)

Cilíndrico Constreñido Abarrilado

Figura 7. Tipos de entrenudo (Cilíndrico, Constreñido, Abarrilado) observados en las variedad de caña de sembradas en el banco de germoplasma in situ. Municipio de Lloro, Chocó-Colombia.

Habito de crecimiento tallo (HCT): Se consideraron estos tres aspectos: Recto (1), curvo (2) o en zig-zag (3) (figura 8).

Recto Curvo Zig-Zag

Figura 8. Habito de Crecimiento de la caña de según el tallo (Recto, Curvo, Zig-Zag) observados en las variedad de caña sembradas en el banco de germoplasma in situ. Municipio de Lloro, Chocó-Colombia.

Cera o Cerosina (CE): Abundante (1) si cubría más del 50% del tallo, escasa (2) si cubría menos del 50%, no presenta (figura 9).

Figura 9. Presencia o ausencia de cerosina en las variedad de caña sembradas en el banco de germoplasma in situ. Municipio de Lloro, Chocó-Colombia.

Forma de la yema (FOY): Para su descripción se tuvo en cuenta las formas ilustradas en la Figura 10.

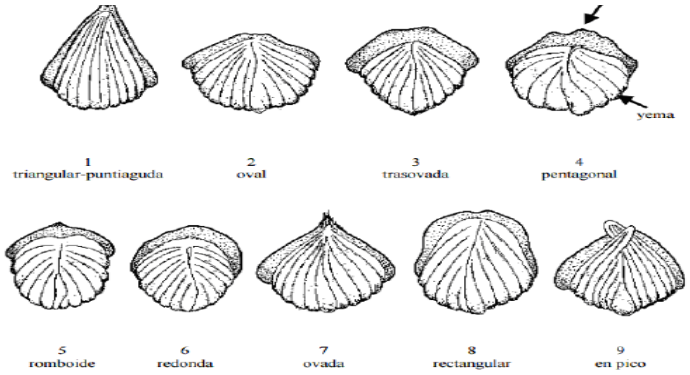

Figura 10. Formas de la yema del tallo de cañas: Triangular - puntiaguda (1), Oval (2), Transovada (3), Pentagonal (4), Romboide (5), Redonda (6), Ovada (7), Rectangular (8), En Pico (9). (UPOV, 2005).

4.4. Descriptores de la Hoja.

4.4.1 Descriptores Cuantitativos de la hoja.

Longitud de lámina foliar (LLF): Característica medida con una cinta métrica flexible de la base hasta el ápice de la hoja (Corta < 1m, media 1-2m, larga > 2m) (figura 11).

Figura 11. Medición de lamina foliar en las variedad de caña sembradas en el banco de germoplasma in situ. Municipio de Lloro, Chocó-Colombia.

Ancho de la lámina (ALA): Característica que se midió con una cinta métrica flexible (Angosta: < 4 cm, media: 4-6 cm, ancha: > 6 cm) (figura 12).

Figura 12. Medición del ancho lamina foliar de las variedad de caña sembradas en el banco de germoplasma in situ. Municipio de Lloro, Chocó-Colombia.

4.4.2. Descriptores Cualitativos de la hoja.

Posición de las puntas (POP): Clasificadas en Dobladas (1) o Rectas (2)

Lamina foliar (LF): Se clasificaron en: Pendulosa (1) y Erecta (2), Cassalett et al, (1995) (figura13).

Figura 13. Disposición de la lámina foliar (Pendulosa y Erecta) en las variedad de caña sembradas en el banco de germoplasma in situ. Municipio de Lloro, Chocó-Colombia.

Borde de la lámina foliar (BLF): Se realizó al tacto con los dedos y se clasificó en: Liso (1), aserrado fino (2) y aserrado grueso (3).

Textura al tacto de la lámina foliar (TLF): Este marcador morfológico también se tomó al tacto y se clasificó en: Suave (10) y áspera (11)

Deshoje natural (DN): Se realizó visualmente clasificándolo en: Bueno (1), parcial (2), no presenta (3).

Vaina o Yagua (V/Y): Se clasificó en: Glabra (1) recubierta de pelos urticantes (2) (figura 14)

Figura 14. Yagua recubierta de pelos Urticantes. Tomada de las variedades de caña sembradas en el banco de germoplasma *in situ*. Municipio de Lloro, Chocó-Colombia.

Floración (Fl): Esta característica se clasificó en: Escasa/Nula (1), Media/Alta (2) (figura15).

Figura 15. Inflorescencia (señal de madures de la caña) observada en las variedad de caña sembradas en el banco de germoplasma *in situ*. Municipio de Lloro, Chocó-Colombia.

Grados Brix (GB): Para la toma de los grados brix se cortaron los tallos, se les hizo lavado en agua corriente para limpiar la tierra y el exceso de cerosina, luego para tomar la muestra del jugo de caña en cada una se seleccionó el tercer entrenudo basal empleando un cuchillo se les hacia un corte transversal, haciéndoles presión con los dedos, se obtenía una o dos gotas de jugo la cual era depositada en el lente del refractómetro. Este proceso se les realizó a todas las accesiones, después de cada muestra se le hacía limpieza al lente del refractómetro con algodón y agua destilada para eliminar residuos de la muestra inmediatamente anterior. Cabe precisar que en este mismo entrenudo se tomó la medida del diámetro y la longitud del entrenudo de cada accesión (Figura 16).

Figura 16. Medición de grados brix de las variedad de caña cultivada en el banco de germoplasma *in situ.* Municipio de Lloro, Chocó - Colombia.

4.5. Análisis de datos.

La información se organizó en una hoja de cálculo de Excel, en las filas se ubicaron las accesiones por variedad y en las columnas los descriptores morfológicos. En el caso de los datos morfológicos cuantitativos se calculó el promedio y desviación estándar para cada variedad y descriptor. Se empleó un análisis discriminante para probar si los descriptores morfológicos permiten identificar las variedades de caña identificadas, y visualizar los datos en un gráfico con el fin de comprobar si son correctamente diferenciadas. Posteriormente, se utilizaron los valores medios de las variables cuantitativas para el análisis estadístico. Se elaboró la matriz de datos y se realizó un análisis de componentes principales -PCA (Nakos y Joyner, 1999), para analizar las correlaciones entre los descriptores morfológicos y encontrar si los cambios observados en la población de las variedades son muy diferentes entre ellas. Con los datos cuantitativos de las variables numéricas y la categorización de las variables cualitativas se realizó el análisis de similaridad aplicando el índice de Bray-Curtis, lo que visualizó el porcentaje de similitud de los fenotipos evaluados entre las variedades. Todos los cálculos se realizaron utilizando el software estadístico Past, versión 4.01.

5. RESULTADOS.

5.1. Caracterización Etnobotánica de la Caña.

La caracterización etnobotánica fue registrada a partir de la información obtenida de 35 productores, de los cuales, el 31% se dedican solo a agricultura y el 69% alternan la agricultura con a otras actividades, tales como: pesca, minería, caza, y comercio. El grado de escolaridad alcanzado por los productores muestra que, el 37% realizaron estudios primarios, otro 37% estudios secundarios, el 17% no han realizado ningún estudio, mientras que el 9% cursó grado Universitario.

Los agricultores obtuvieron el material vegetativo de caña de diferentes formas, el 70% las obtuvo por intercambio con otros productores, siendo este el método más frecuente, seguido por la compra de material vegetativo con un 20% y el 10% obtuvo el material a través de programas de agricultura (figura 17).

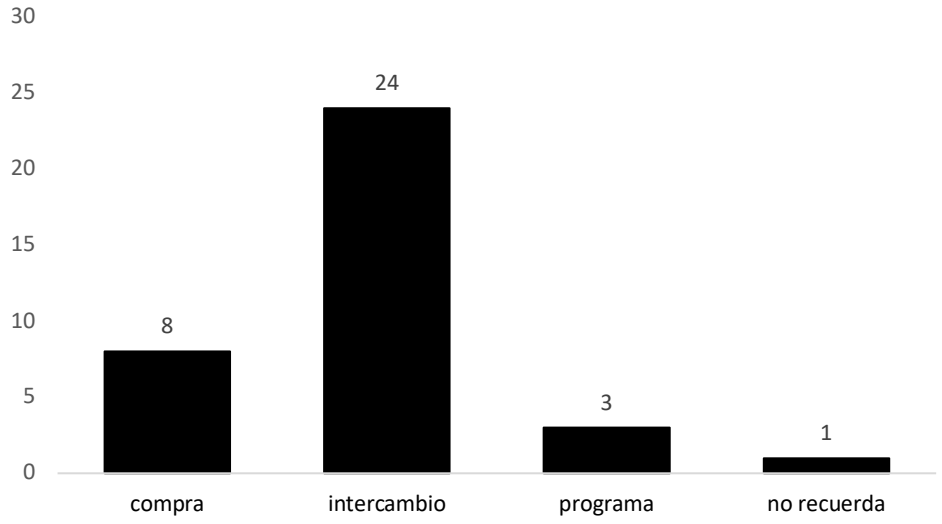

Figura 17. Obtención del material vegetal de caña por los agricultores en el departamento del Chocó.

5.1.1. Variedades de caña conocidas.

Las variedades de caña mayormente conocidas son la Zonera Amarilla, Zonera Morada, Blanca, Blanca Rayada y la Morada. En cuanto a las variedades que menos conocían podemos mencionar la Morada Rayada, la Negra, Samba, Pasada, BH, Borrajera respectivamente y otras, de las cuales no hallamos material propagativo como fue el caso de la Pejota, la Manuelita, la Cubana y la Mineña (figura 18).

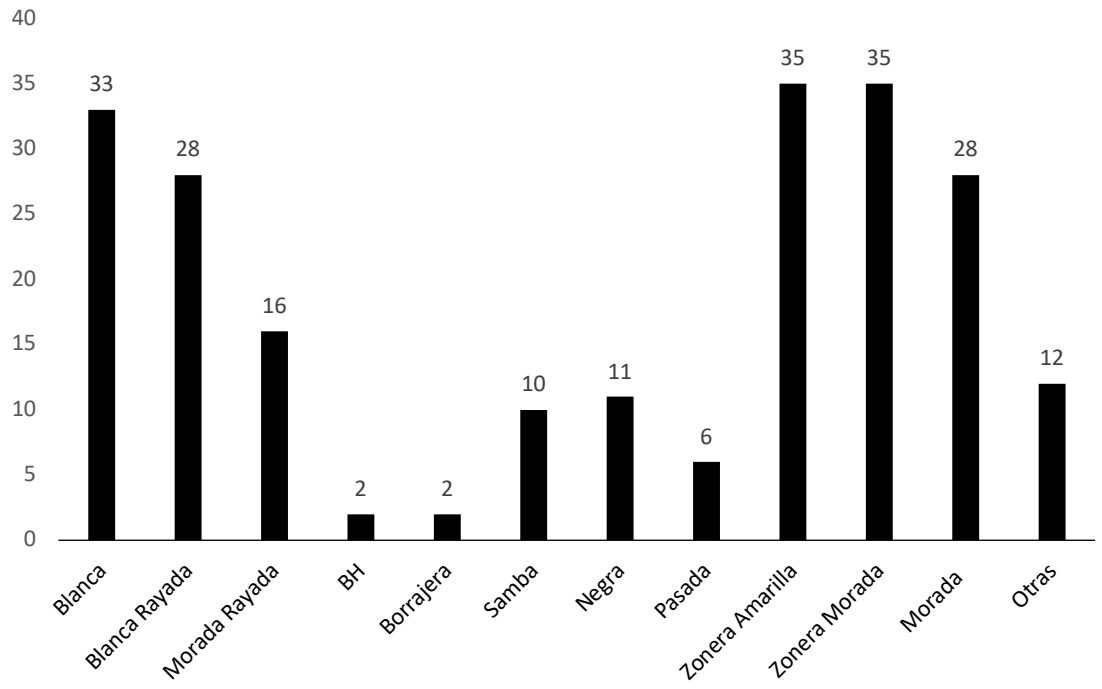

Figura. 18. Variedades de Caña conocidas por los agricultores en el departamento del Chocó.

En cuanto a las variedades de caña cultivadas, se observa que 27 encutados cultivan la variedad Blanca, seguida por las variedades Zonera amarilla y Zonera Morada con 18 encuestados, Morada Rayada con 17 y Blanca Rayada con 10 agricultores. A diferencia de las variedades Morada, Samba, Pasada que fueron

cultivadas por tres agricultores y Negra, BH, Borrajera por 2 agricultores de los encuestados (figura 19).

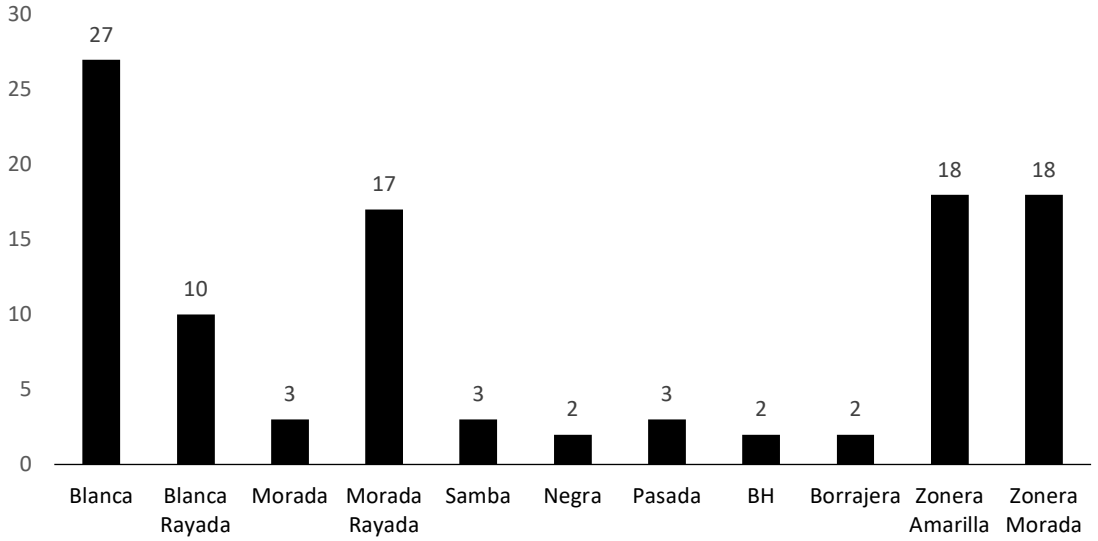

Figura 19. Agricultores que reportan haber sembrado las variedades de caña cultivadas en el departamento del Chocó.

5.1.2. Enfermedades y plagas

El 97% de los agricultores encuestados manifestaron que en una o varias ocasiones han tenido enfermedades y plagas en sus cultivos de caña, 3% no ha observado ningún tipo de enfermedad ni plagas (figura 20).

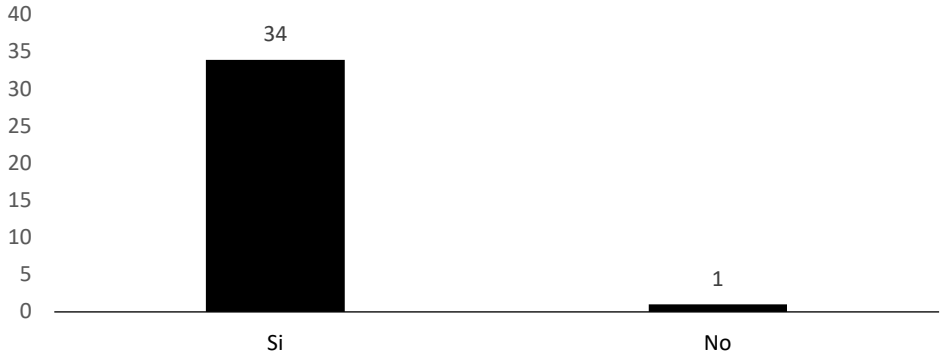

Figura 20. Agricultores que registraron plagas y enfermedades en sus cultivos de caña.

Las enfermedades reportadas en los cultivos de caña visitados fueron: Roya *(Puccinia melanocephala)*, Muermo rojo *(Physalospora tucumanensis)*, en el municipio de Lloró algunos lo conocen con el nombre de “Sangria”, Barrenador *(Diatraea saccharalis)*, Salivazo *(Aeneolamia varia)* y Cucarrón de invierno o Coco rinoceronte *(Podischnu agenor).*

Por otro lado, se encontró que el establecimiento de los cultivos de caña en el departamento, se realiza de manera asociativa en un 43% con cultivos de Guayaba (*Psidium guajava L.*), Colino (*Musa paradisiaca L.*), Borojó (*Alibertia patinoi C.*) y Paco (*Gustavia superba K.*), esto con el objetivo de producir sombra para resguardarse del sol a la hora de realizar las actividades culturales de manejo y mantenimiento del cultivo, a diferencia del 57% de los cultivos de caña en donde no tiene cultivos asociados.

5.1.3. Trasformación y Usos de la caña.

El uso de la caña en el departamento del Chocó se centra en la transformación para comercialización y autoconsumo, el 100% de los encuestados lo manifestó. Dicha comercialización se realiza en un 54% transformado y el 46% sin transformar (tabla 4 y 5).

Tabla 4. Productos elaborados a partir de caña por las comunidades negras del departamento del Chocó.

Productos elaborados	Tipo de producto
	Panela Cerrera (Para preparar agua de panela), Panela Aliñada (Bocadillo), Miel, Melaza, Guarapo Fermentado, Kinifer, Viche o Biche, Vinete, Dulce con Coco y papaya, Cocadas y Jugo Con Limón

Tabla 5. Procedimiento para la elaboración de productos a partir de la caña, por las comunidades negras del departamento del Chocó.

Producto elaborado a partir de la caña	Procedimiento para la elaboración
PANELA CERRERA (Para preparar agua de panela)	Después de extraído el jugo de la caña a través del trapiche, se pone a cocinar en pailas y cuando empieza a hervir se le aplica la baba de guácimo, malva o escobabosa para agilizar el proceso de limpieza y descachazado de la cocción, la cual estará sometida al fuego para que el agua evapore hasta que finalmente quede la sacarosa, esta se sirve en bateas de madera y se mese hasta que encabece (endurezca) y se pueda servir en los moldes, llamados overas
PANELA ALIÑADA (Bocadillo)	Para su preparación se realiza el mismo procedimiento de la panela cerrera o en su defecto se pone a derretir panela en las pailas y luego se agregan los ingredientes: coco, papaya, canela, nuez moscada y clavo de olor, al gusto y debidamente rallados.
MIEL DE CAÑA	Su procedimiento es el mismo que se realiza para elaborar panela. El jugo de caña se cocina en pailas y cuando está hirviendo se le aplica la baba de guácimo, malva o escobabosa para agilizar el proceso de limpieza y descachazado de la cocción, la cual estará sometida al fuego para que el agua evapore hasta que quede la sacarosa. El tiempo de cocción para este caso es mucho menor.
MELAZA	Se elabora con panela, poniéndola al fuego hasta que derrita, removiendo constantemente hasta que comience a tomar un color marrón. La melaza se utiliza para preparar bebidas, tortas, galletas y para alimento de animales como ganado y caballos.

GUARAPO FERMENTADO	Se coloca a hervir el jugo de caña una hora aproximadamente y después de descachazado se baja del fuego, se deja reposar o enfriar, se le aplica una dosis de guarapo extrafuerte o añejado, algunos aplican levadura para agilizar el proceso de fermentado, se envasa en recientes de plástico o madera cuando este frio, almacenan en un lugar con poca luz, fresco y seco. Esta bebida también se puede preparar poniendo a fermentar agua de panela.
KINIFER	Para esta bebida se realiza el mismo procedimiento del guarapo, con la diferencia que cuando está hirviendo y se va a bajar del fuego, le aplican hojas de naranja o limón, limoncillo, canela, clavo de olor, albahaca de castilla y para algunas preferencias le agregan jengibre y unas copas de aguardiente, cuando enfría se recomienda retirar las hojas de naranja y limón para evitar que tome sabor amargo.
BICHE o VICHE	Para preparar esta bebida tan popular en el Pacífico colombiano, se realiza un proceso de destilación de un guarapo preparado con cañas preferiblemente que no alcanzaron su grado de maduración total, esta destilación la realizan mediante un alambique elaborado artesanalmente.
VINETE	Se elabora con viche simple, canela, clavo de olor al gusto. Se deja curando en un recipiente plástico bien cerrado se hace un hueco en la tierra y se entierra por un mes para lograr una mayor fermentación.
DULCE CON PAPAYA Y COCO	Se colocan a cocinar los ingredientes especialmente papaya y coco rallados, después se agrega miel o panela, canela, nuez moscada y clavo de olor al gusto, proceso muy similar al de la panela aliñada, solo que para este caso se pone a cocinar por menos tiempo para que no se encabece o endurezca.
COCADAS.	Proceso de preparación parecido al del dulce con coco, aunque en esta ocasión no se usa papaya, pero se utilizan otros ingredientes como zanahoria, guayaba o Borojó, también se puede elaborar con azúcar, leche o jugo de naranja al gusto.
JUGO CON LIMON,GUARAPO FRIO	Preparación refrescante de jugo de caña frio con limón, se le llama guarapo o guarapazo.

El 97% de los encuestados le atribuyen propiedades medicinales a la caña, mientras que el 3% no conoce ninguna (tabla 5). La parte de la planta más utilizada fue el tallo. En algunos casos el uso fue reportado para productos derivados de la especie, tales como la panela, jugo y miel. Entre las enfermedades tratadas con la caña se citan: icteria, lombriz (parásitos gastrointestinales), picaduras de insectos (avispa y araña), paludismo, malos olores, gripa, alergias, rasquiña, heridas y problemas del sistema urinario entre otros (tabla 6).

Tabla 6. Tratamientos y usos medicinales de la caña por las comunidades negras del departamento del Chocó.

PARTE USADA	ENFERMEDAD A TRATAR	TRATAMIENTO
Tallo	Icterias	Introducir en un fogón de leña trozos de caña por 20 minutos, pelarla, masticar y consumir el jugo
Panela	Lombrices en los niños (parásitos gastrointestinales)	Derretir panela y una vez fría aplicarla en las plantas de los pies de los niños y colocarles unas medias, lo cual hace que las lombrices bajen.
Tallo	Alivia picadura de avispa y araña	Chupar los entrenudos, nudos y untarse jugo en la parte del cuerpo afectada.
Tallo	Enfermedades como el paludismo o aquellas que producen malos olores	Quemar caña en el cuarto donde está la persona para eliminar los malos olores
Jugo de caña	Refrescante y energizante	Chupar o beber su jugo frio con limón
Panela	Gripa o Gripe	Beber agua de panela caliente con hierbas como eucalipto, chiva, orosul, limoncillo, jengibre y limón en las horas de la noche
Jugo o Miel de caña	Alergias y rasquiñas	Untar jugo de caña o miel en la parte afectada
Panela	Para cicatrizar heridas ulceradas, es decir que su cicatrización es lenta	Rayar panela en la herida y lavar todos los días con agua hervida
Tallo	Higiene oral	Masticar caña favorece la higiene oral
Tallo	Chupar y beber su jugo	El jugo de caña mejora problemas intestinales
Tallo	Problemas en el sistema urinario	Chupar o beber su jugo frio con limón
Viche simple	Para las lombrices en los niños y para sacar el frio de la cintura en los adultos. Se usa como ingrediente en las balsámicas	Aguardiente artesanal que se agrega en las botellas de balsámicas, las cuales contienen plantas con propiedades curativas.

5.2. Caracterización Morfológica del Banco de Germoplasma de Caña.

5.2.1. Descriptores Cuantitativos.

Se observaron diferencias significativas en los rasgos cuantitativos evaluados entre las variedades de caña estudiadas, con excepción de los grados brix (tabla 7). La variedad Blanca rayada registró la mayor altura del tallo (3,30 m) y ancho de lámina (6,93 cm), mientras que la mayor longitud del entrenudo la presentó la BH (15,6 cm), el diámetro del tallo la variedad blanca (3,90 cm) y la mayor longitud de la lámina foliar en la variedad samba (1,61 cm).

Tabla 7. Marcadores morfológicos cuantitativos estudiados para las 11 variedades de caña identificadas en el departamento del Chocó. Los valores representan medias, y el valor de significación estadística fue de P≤0.001.

Variedad	ALTURA TALLO	LONGITUD ENTRENUDO	DIAMETRO DEL TALLO	LONGITUD LAMINA FOLIAR	ANCHO LAMINA	GRADOS BRIX
Zonera amarilla	2,55±0,45	11,9±1,34	3,10±0,30	1,43±0,12	4,40±0,25	17,6±1,33
Zonera Morada	2,55±0,20	11,3±0,89	2,98±0,13	1,44±0,03	4,27±0,18	17,4±1,98
Morada	2,95±0,20	11,6±1,30	2,80±0,30	1,53±0,14	6,37±0,24	11,7±2,09
Samba	2,22±0,20	9,87±0,85	2,82±0,12	1,61±0,07	6,47±0,27	12,7±0,95
Negra	2,07±0,06	8,06±1,47	3,12±0,63	1,36±0,04	6,34±0,08	11,8±1,64
Pasada	1,41±0,18	4,96±0,93	2,98±0,15	1,15±0,10	5,41±0,84	11,7±1,51
Borrajera	2,81±0,15	12,1±1,72	2,28±0,17	1,09±0,08	5,03±0,12	12,6±1,36
Morada rayada	2,12±0,27	9,81±1,60	2,87±0,28	1,38±0,05	6,35±0,28	9,04±2,13
Blanca rayada	3,30±0,26	12,3±1,26	3,85±0,28	1,34±0,09	6,93±0,46	11,3±0,88
BH	2,70±0,72	15,6±1,94	2,58±0,19	1,24±0,14	5,14±0,11	11,8±1,19
Blanca	2,42±0,45	9,32±1,10	3,90±0,30	1,38±0,12	6,66±0,43	11,2±1,32

El análisis de componentes principales mostró variación entre los cinco caracteres morfológicos cuantitativos analizados. Las primeras tres componentes presentaron 99,2% de la variación total (tabla 8). El PC1 representó el 86,9% de la variabilidad, mientras que los PC2 y PC3 representaron el 12,3%. El rasgo más efectivo en el primer componente principal fue la longitud del entrenudo, mientras que, para el

segundo componente, el ancho de la lámina foliar y para el tercer componente el diámetro del tallo.

Tabla 8. Componente principal para cinco caracteres evaluados en las once variedades de caña de identificadas en el departamento del Chocó.

Variables	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Alto del tallo	0,1474	0,1842	0,2811	0,9279	0,0653
Longitud del entrenbudo	0,9841	0,0688	-0,0342	-0,1583	-0,0195
Diámetro del tallo	-0,0411	0,2856	0,9003	-0,3179	-0,0706
Longitud de la lámina foliar	0,0023	0,0055	0,0287	-0,0901	0,9939
Ancho de la lámina foliar	-0,0889	0,9363	-0,3291	-0,0686	-0,0488

A partir de los ejes biplot PC1 y PC2 las variedades como blanca rayada, blanca, morada, morada rayada y samba resultaron ser las que presentaron mayor ancho de lámina foliar, contrario a borrajera, zonera morada y zonera amarilla quienes muestran una relación negativa y obtuvieron los menores valores de esta variable. De otro lado, se observa que la mayor longitud de entrenudo lo presentó la variedad BH, quien contrario a las variedades pasada y negra que se relacionaron negativamente con este descriptor (figura 21). Los descriptores evaluados que mostraron correlación fuerte y significativa fueron la longitud del entrenudo y la altura del tallo (0,81), entre los caracteres restantes la correlación existente no superó el valor de 0,49 (tabla 9).

Figura 21. Biplot que representa las relaciones entre las once variedades de caña cultivadas y los descriptores para los componentes 1 y 2.

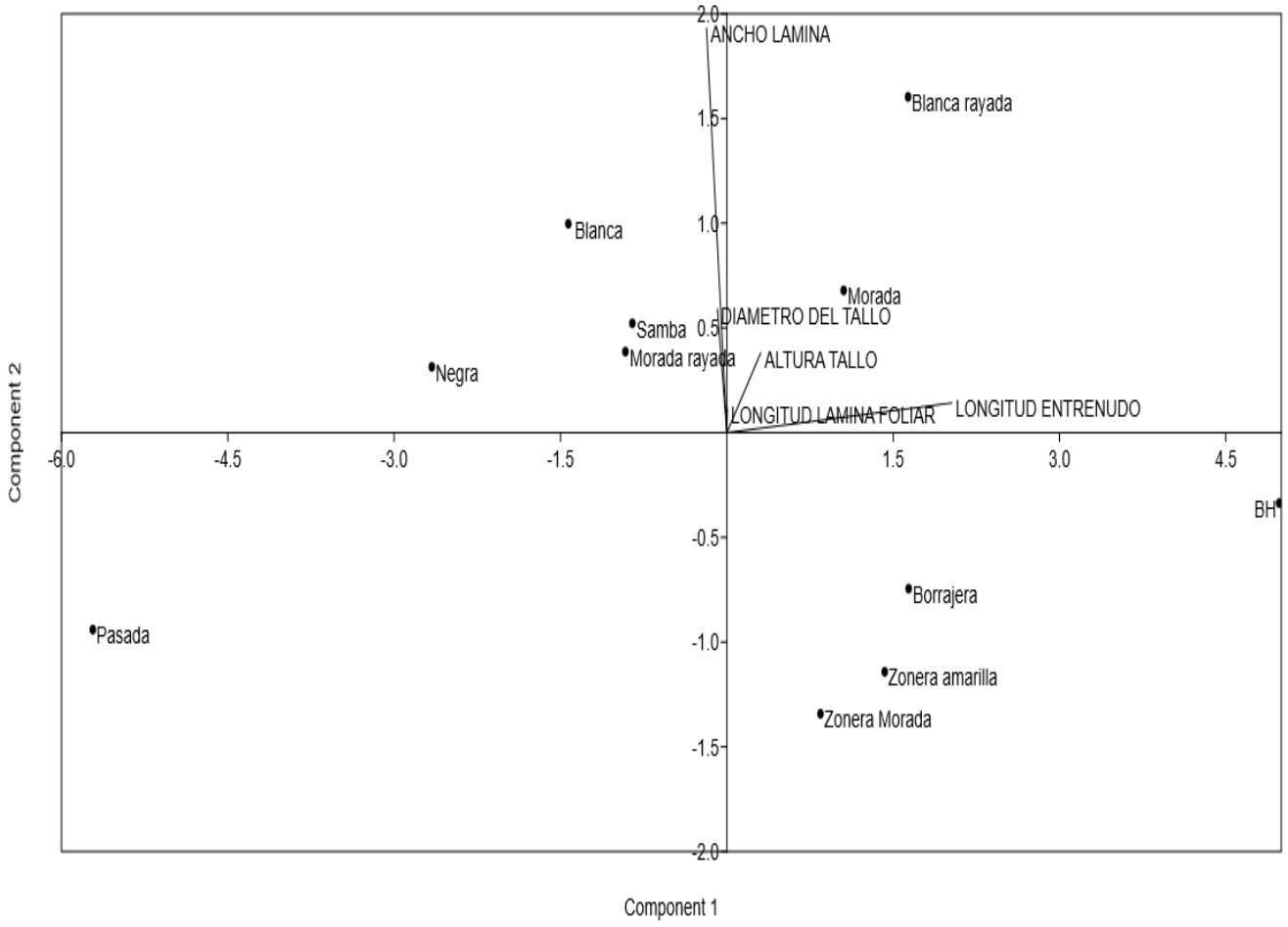

Tabla 9. Coeficientes de correlación de Pearson entre descriptores cuantitativos de once variedades de caña de cultivadas en el departamento del Chocó, Colombia.

	Altura tallo	Longitud entrenudo	Diámetro del tallo	Longitud lamina foliar	Ancho lamina
Altura tallo		0.0023337	0.71431	0.6851	0.81519
Longitud entrenudo	0.81322		0.50465	0.88103	0.47966
Diámetro del tallo	0.12496	-0.22567		0.46226	0.12282
Longitud lamina foliar	0.1383	0.051257	0.24795		0.36124
Ancho lamina	0.079974	-0.2387	0.49362	0.30531	

5.2.2. Descriptores Cualitativos.

Los descriptores morfológicos cualitativos evaluados, mostraron una variación considerable al comparar las variedades estudiadas (tabla 10). En el color del tallo se destacó el amarillo, verde, morado claro, violáceo oscuro, a marrón claro y oscuro. La forma del entrenudo variaba de cilíndrico (BH, Morada, Morada rayada, pasada, samba, Zonera amarilla, y Zonera morada) a abarrilado (Blanca, Blanca rayada y Negra) y Constreñido-cilíndrico (Borrajera). La mayoría de las variedades presento un hábito de crecimiento recto, mientras que en la variedad Borrajera el crecimiento fue recto y curvo y en la Zonera Morada se registraron entradas con crecimiento Zig-Zag, Curvo y recto. Se observaron variedades con presencia abundante de cera (Borrajera, Zonera Amarilla y Morada), y otras con presencia escasa de cera (BH, Morada, Morada Rayada, Negra, Samba), y una sola variedad no presentó cera (Pasada) (tabla 10).

La forma de la yema fue ovoide, redonda y triangular, algunas variedades presentaron combinación de las anteriores, dependiendo del lugar de procedencia.

De otro lado el canal de la yema cuando estuvo presente fue llano, sin embargo, algunos individuos no lo presentaron. La mayoría de las variedades mostraron rangos de anillos de crecimiento de entre 5-10mm, a diferencia de BH y Borrajera variedades en las que todas las entradas presentaron 5 y 7mm respectivamente (tabla 10).

La lámina foliar fue pendulosa en la mayoría de las variedades, a excepción de Blanca rayada y pasada, variedades en donde la forma de la hoja fue erecta. En todas las variedades la posición de las puntas fue doblada, y el borde de la lámina foliar fue aserrado. La textura de la lámina foliar fue áspera para la mayoría de las variedades, mientras que la variedad BH y Negra presentaron textura suave. El deshoje natural fue regular y bueno, aunque la variedad Blanca presento ambas formas. Finalmente, la vaina presento pelos urticantes en siete de las 11 variedades, mientras que en las otras cuatro fue glabro (tabla 10).

Tabla 10. Descriptores morfológicos de once variedades de caña cultivadas en el departamento del Chocó.

VARIEDAD CAÑA	COLOR TALLO	FORMA ENTRENUDO	HABITO DE CRECIMIENTO	CERA O CEROTINA
BH	Verde	Cilíndrico	Recto	Escasa
BLANCA	Verde, Verde-Amarillo	Abarrilado	Recto	Escasa, Ausente
BLANCA RAYADA	Verde-Amarillo	Abarrilado	Recto	Escasa Ausente,
BORRAJERA	Marron Claro	Constreñido, Cilindrico	Recto, Curvo	Abundante
MORADA	Morado Oscuro	Cilíndrico	Recto	Escasa
MORADA RAYADA	Morado-Marron	Cilíndrico	Recto	Escasa
NEGRA	Violaceo Oscuro	Abarrilado	Recto	Escasa
PASADA	Marron Oscuro	Cilíndrico	Recto	Ausente
SAMBA	Marron Claro	Cilíndrico	Recto	Escasa
ZONERA AMARILLA	Amarillo	Cilíndrico	Recto	Abundante
ZONERA MORADA	Morado Claro	Cilíndrico	Zig-Zag, Curvo, Recto	Abundante

Tabla 10. Continuación

VARIEDAD CAÑA	FORMA DE LA YEMA	CANAL DE LA YEMA	ANILLO DE CRECIMIENTO	LAMINA FOLIAR
BH	Ovoide	Llano	5	Pendulosa
BLANCA	Ovoide, Redonda	No Presenta, Llano corto, Llano	5, 6, y7	Pendulosa
BLANCA RAYADA	Ovoide	Llano, No presenta	5, 6	Erecta
BORRAJERA	Redonda	Llano	7	Pendulosa
MORADA	Ovoide	No Presenta	6,7,8,9	Pendulosa
MORADA RAYADA	Ovoide, Redonda, Triangulo Ovalada	Llano, No presenta	4,5,6	Pendulosa
NEGRA	Triangulo Ovalada	No Presenta	7, 8	Pendulosa
PASADA	Triangulo Ovalada	No Presenta	4, 5, 6	Erecta
SAMBA	Redonda con alas	Llano	5,7	Pendulosa
ZONERA AMARILLA	Ovalada, Redonda	Llano, No presenta	7,8,9,10	Pendulosa
ZONERA MORADA	Triangulo Ovalada, Ovalada	No Presenta	8, 9, 10	Pendulosa

Tabla 10. Continuación

VARIEDAD CAÑA	POSICION DE LAS PUNTAS	BORDE LAMINA FOLIAR	TEXTURA AL TACTO LAMINA	DESHOJE NATURAL	VAINA O YAGUA
BH	Dobladas	Aserrado	Suave	Regular	Pelos Urticantes
BLANCA	Dobladas	Aserrado	Áspera	Bueno, Regular	Pelos Urticantes
BLANCA RAYADA	Dobladas	Aserrado	Áspera	Bueno	Pelos Urticantes
BORRAJERA	Dobladas	Aserrado	Áspera	Regular	Pelos Urticantes
MORADA	Dobladas	Aserrado	Áspera	Regular	Pelos Urticantes
MORADA RAYADA	Dobladas	Aserrado	Áspera	Bueno	Glabra
NEGRA	Dobladas	Aserrado	Suave	Bueno	Glabra
PASADA	Dobladas	Aserrado	Áspera	Regular	Pelos Urticantes
SAMBA	Dobladas	Aserrado	Áspera	Regular	Pelos Urticantes
ZONERA AMARILLA	Dobladas	Aserrado	Áspera	Regular	Glabra
ZONERA MORADA	Dobladas	Aserrado	Áspera	Regular	Glabra

El análisis de similitud entre las once variedades estudiadas mostró dos grupos con un nivel de similaridad del 65% (Figura 22), el primer grupo lo conformaron las variedades Negra, Blanca y Blanca rayada, y el centro del clúster entre estas tres variedades se cerró en 90%. El segundo grupo lo conforma las variedades Morada, BH, Samba, Morada Rayada, Zonera Amarilla, Zonera Morada, Pasada y Borrajera las cuales mostraron una similitud del 81%. Las variedades Morada y BH, mostraron la mayor similitud, y el centro del clúster entre estas dos variedades se cerró al 94% (figura 22).

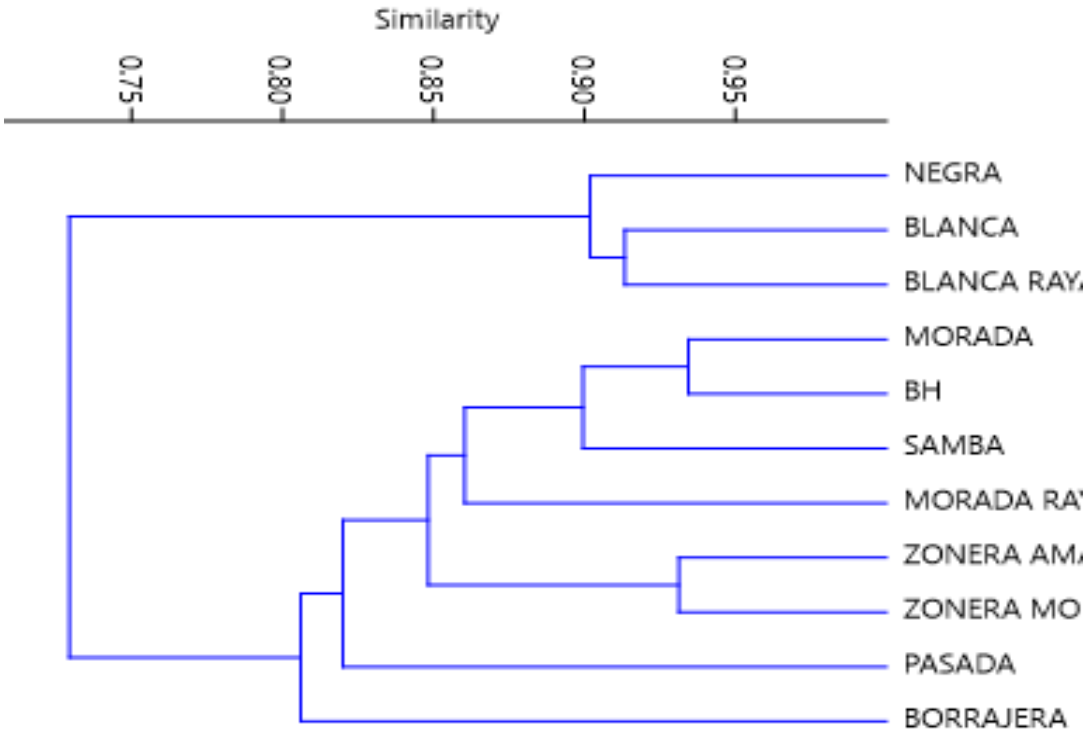

Figura 22. Dendograma de similaridad entre las onces variedades de caña cultivadas en el departamento del Chocó.

6. DISCUSIÓN

6.1. Usos de la caña por las comunidades del Chocó.

Los usos de la caña en los municipios del departamento del Chocó fueron Medicinales y alimenticios. En esta investigación se reportó el uso de la especie en enfermedades como alergias, paludismo e higiene oral. Si bien, esta especie es ampliamente utilizada a nivel mundial en la fabricación de licor Singh *et al*., (2015), adicionalmente en este estudio reportamos su uso en el tratamiento de enfermedades como la icteria, lombrices en los niños, picaduras de insectos, gripa, cicatrizantes, higiene oral, problemas del sistema urinario y para curar el frio de la cintura en adultos, resultados que concuerdan con Jiménez *et al*., (2014), quienes reconocen la utilización del jugo de caña en el tratamiento de algunas de las enfermedades antes relacionadas.

Es importante mencionar que, en la medicina tradicional a nivel mundial, han recomendado el jugo de caña por sus propiedades diuréticas (Karthikeyan *et al*., 2010; Cáceres *et al*.,1987). Se cree que el consumo regular de jugo de caña mantendrá el flujo urinario limpio y rápido, lo que la hace poseer propiedades diuréticas Singh *et al*., (2015). Otros usos reportados para la especie son: afrodisíaco, laxante, demulcente, antiséptico y tónico (Khare *et al*., 2007), e incluso el líquido de la caña se utiliza además para la cura de gases (Calazacón & Alopi, 2003).

Un carácter presente en el tallo de las variedades estudiadas y que no fue reportado su uso por las comunidades es la cera, sin embargo, en otros estudios se asegura que la cantidad de cera es muy importante ya que se puede extraer durante la

trituración y procesamiento de jugo de caña para su aplicación en la elaboración de cosméticos, revestimiento de papel, textiles, encolado de cuero, adhesivos e industria farmacéutica (Mangesh & Lele, 2012), lo que la puede convertir en un recurso con potencial de aprovechamiento por las comunidades de la región.

6.2. Descriptores Cuantitativos

Se identificaron marcadores morfológicos adecuados para diferenciar y clasificar las variedades de caña estudiadas. Algunos de los resultados obtenidos coinciden y guardan una estrecha relación con los resultados arrojados en los trabajos realizados por Bairwa *et al*., (2017), Alam *et al*., (2017), Baloch *et al*., (2017) y Hiremath y Nagaraje (2018), quienes se basaron en caracteres fenotípicos para medir la variabilidad genética en caña, siendo estos el punto de partida en trabajos sobre marcadores moleculares y mejora genética.

Los descriptores morfológicos cuantitativos seleccionados, fueron capaces de diferenciar las once variedades locales de caña evaluadas. Resultados que son similares a los reportados por Arrey & Mih (2016), quienes encontraron que la variación morfológica dentro de las variedades locales de caña en Camerún fue común entre las razas locales para los parámetros cuantitativos estudiados, excepto el diámetro del tallo. Según Hiremath & Nagaraje (2018) el análisis de varianza para 14 caracteres estudiados en su investigación, reveló diferencias significativas entre los clones de caña estudiados, lo que indica la existencia de una variabilidad considerable y que se pueden lograr mejoras en estos caracteres mediante selección.

Entre los descriptores morfológicos seleccionados en otros estudios (Arrey & Mih, 2016; Alam *et al*., 2017; Bairwa *et al*., 2017; Singh *et al*., 2020; Sumbele *et al.,* 2021), como importantes para diferenciar variedades locales de la especies se reportan la longitud y ancho de las hojas, área real de la hoja, número de hojas verdes, longitud del tallo, longitud del entrenudo, altura tallo, número de tallos, número de entrenudos, longitud y diámetro de la yema, área foliar relativa, longitud del borde, espesor interno, longitud de la ranura de la yema y grados brix. Si bien, las coincidencias en la selección de los descriptores de estos estudios, en relación al nuestro son pocas (grados brix, longitud del entrenudo, longitud del tallo, longitud y ancho de la hoja), en la totalidad de los estudios se evidencia la efectividad de los descriptores morfológicos seleccionados en la caracterización fenotípica de la especie.

Según Yasmin *et al*., (2006); los marcadores morfológicos establecen las bases para identificar y diferenciar variedades, pero presentan como limitantes de que su obtención es demorada, son métodos complejos, limitados, subjetivos, influenciados por el ambiente, caros e involucran estados de desarrollo específicos del cultivo. Sin embargo, la caracterización del germoplasma en variedades de caña (*Saccharum officinarum* L.) muestran ser claros y con marcadas diferencias en su identificación que no evidencian subjetividad en el estado del carácter evaluado.

En nuestro estudio se encontró que la longitud del entrenudo y la altura del tallo contribuyeron significativamente a la divergencia entre las variedades, lo que coincide con los resultados de Arrey & Mih (2016) quienes encontraron que la altura del tallo de la caña contribuía el más alto peso a la divergencia genética de la

especie. La correlación obtenida entre estas dos variables concuerda con lo encontrado por Tawadare *et al*., (2019) los cuales reportaron que la altura del tallo se correlacionó significativamente con la longitud de los entrenudos (0.602). Así mismo, Govindaraj *et al*., (2016), observaron similar comportamiento en su estudio el cual indico que la altura de la planta tenía una correlación positiva significativa con la longitud del entrenudo (0,459). No obstante, los resultados obtenidos difieren con los resultados de Sumbele *et al.,* (2021), quienes, aunque contemplaron estos descriptores en su análisis de correlación, observaron relaciones positivas y significativas en la longitud de los entrenudos y la longitud de las hojas (r = 0.58) y entre la altura de la planta y la altura del tallo (r=0,88).

Según la investigación realizada por Dávila (2014), obtuvo resultados en el grosor del tallo de 2.5 cm en 6 meses, mientras que en esta investigación encontramos medidas de 2.2 – 4.4 cm, esto debido a que los datos en esta investigación fueron tomados un año después de la siembra de las variedades, lo que sugiere que el lapso de tiempo entre la siembra y la toma de datos es determinante para obtener los resultados, resultado que concuerda con Arrey & Mih (2016), quienes obtuvieron medidas del diámetro del tallo entre 2.6 – 4.9 cm.

El análisis de componentes principales es una técnica frecuentemente utilizada en el reconocimiento de los mejores genotipos basados en datos cuantitativos y cualitativos de la especie (Sumbele *et al*., 2021; Tawadare *et al*., 2019**;** Arrey & Mih, 2016). En este estudio, los primeros tres componentes presentaron el 99,2% de la variación total. Olaoye (2006), quien en su estudio el 99% de la variación total de la

caña se explica por los tres primeros componentes. En el estudio de Arrey & Mih (2016) el análisis de componentes principales mostró variación entre los 11 caracteres considerados, donde los primeros tres PC representaron el 66,3% de la variación total. También, Sumbele *et al*., (2021), encontró que la evaluación de la variabilidad entre los principales componentes mostró valores propios mayores que uno para los primeros cuatro componentes que representaron el 75,9% de la variabilidad. Asimismo, Tawadare *et al*., (2019), reportan que, mediante el análisis de componentes principales, nueve rasgos se simplificaron a cuatro componentes principales basados en nueve rasgos cuantitativos con una contribución de varianza acumulada del 76,72%. Otros estudios menos recientes indican variaciones acumulativas menores a las observadas en esta investigación (Shahzad *et al*., 2016, Tahir *et al*., 2013).

En este estudio los grados brix fue la única característica cuantitativa que no presentó diferencias estadísticamente significativas entre las variedades de caña estudiadas, resultado que coincide con Maraphum *et al*., (2020), en donde la distribución de los grados Brix no difirió significativamente a lo largo de la longitud (20 cm) de los tallos de dos variedades japonesas de caña. A su vez, difieren de los obtenidos por autores como Ferraz *et al*., (2019) quienes encontraron un efecto significativo para los resultados Brix en función de los factores planta y variedad. Sin embargo, el mismo autor afirma que sus resultados no revelan diferencias cuando se comparan diferentes proporciones (inferior, media, superior) del tallo de la planta. Otros estudios también identificaron una variabilidad del contenido de Brix en diferentes plantas de caña (Sanseechan *et al*., 2018; Phuphaphud *et al*., 2019).

La variabilidad espacial de los atributos cualitativos de los cultivos, aunque de la misma variedad, puede deberse a varios factores ambientales como el clima (Mahmood & Murdoch, 2017), variabilidad en los atributos edáficos espaciales (Rodrigues *et al*., 2013; Baluja *et al*., 2013) y las características fenotípicas de la planta.

6.3. Descriptores Cualitativos.

Los caracteres cualitativos que más presentaron aportes a las diferencias entre las variedades de caña fueron la forma del entrenudo y el color del tallo, los cuales mostraron muchas variaciones y se creería que esto podría aportar significativamente a la variabilidad genética de la especie. En esta investigación el color del tallo se considerará para algunas variedades, pero no será determinante para los aportes a la variabilidad de la caña, ya que en algunos casos estos colores cambiaron entre individuos de la misma variedad, esto de acuerdo a la exposición solar a la que estaba expuesta la planta, lo que hizo creer, que algunos individuos fueran de variedades distintas, o en el caso contrario, variedades distintas que poseían colores parecidos que hicieron creer que algunos individuos fueran de la misma variedad. Nuestro resultado coincide con los trabajos realizados por Alam *et al*., (2017), el cual en su investigación afirman que el contenido de clorofila no mostro alta heredabilidad entre las variedades estudiadas, por lo tanto, se tendrá en cuenta este carácter junto con otro de mayor validez para soportar su consideración.

En nuestro estudio, la caña blanca y la caña blanca rayada, fueron identificadas como dos variedades distintas, pero en el momento de la evaluación mostraron similitud en todas sus características excepto en el color del tallo **(**Figura 26), razón por lo cual sugerimos un estudio más detallado que permita evidenciar la relevancia del color como carácter clasificatorio de esta especie.

De otro lado, dentro de las variables cualitativas analizadas se encontró que la presencia de cera, fue constante en la mayoría de las variedades, ya que solo una variedad no presentó esta característica. Otros estudios en la especie arrojaron la presencia de este exudado, por ejemplo Mangesh & Lele (2012), encontraron que la superficie del entrenudo, con la excepción del anillo de crecimiento, está más o menos cubierta por un revestimiento ceroso, y observaron que la cantidad de cera en el entrenudo varía mucho en diferentes variedades, resultado que evidencia la importancia de considerar en los estudios de caracterización morfológica de la especie no solo la presencia de este carácter, sino también su proporcionalidad.

Aproximadamente el 50% de las variedades presentan pubescencia en la vaina foliar, mientras que el 29% no tenía esta estructura y el resto solo tenía en el lado dorsal. Esto puede deberse a la producción del mecanismo defensivo para la infestación de plagas. Sosa (1988) destacó que la pubescencia dificulta el movimiento y ovoposición de los primeros estadios de los barrenadores de la caña. Las altas frecuencias de genotipos con pubescencia indican que los programas de mejoramiento para diferentes países se delinearon hacia la resistencia a las plagas. especialmente los barrenadores de la caña. Este rasgo podría haberse utilizado

para la selección asistida por marcadores, ya que la presencia de pubescencia está asociada con la resistencia a plagas y enfermedades.

El análisis de Clúster es un método estándar del análisis multivariado que puede reducir una compleja cantidad de información en pequeños grupos o clúster, donde los miembros de cada uno de ellos comparten características similares (Hair *et al*., 1999; Peterson, 2002; Lin & Chen, 2006; Barrios & Carvajal, 2006). El clúster se obtuvo a partir del análisis de conglomerados de once genotipos de caña con base en doce rasgos morfológicos cualitativos evaluados. Según el agrupamiento en estudio, los genotipos de caña se dividieron en dos conglomerados principales. El primer grupo se compone por tres genotipos de caña (Blanca, Blanca rayada y Negra); el segundo grupo estaba compuesto por nueve genotipos de caña (Morada rayada, Morada, Pasada, Zonera morada, Zonera amarilla, Samba, BH y Borrajera), en los que el grado de similaridad muestra fuertes variaciones, lo que indica una gran divergencia genética (Baloch *et al.,* 2017). Los genotipos pertenecientes a subgrupos podrían tener una mayor divergencia genética y el cruzamiento entre genotipos pertenecientes a ellos proporcionaría genotipos de caña vigorosos en futuros programas de mejoramiento que darían más transgresión en generaciones avanzadas de la especie (Baloch *et al.,* 2017).

El análisis combinado de caracteres cualitativos y cuantitativos permitió la formación de dos grupos a un coeficiente de 65%. El primer grupo representado por las variedades Negra, Blanca y Blanca rayada, gracias a que comparten características similares en las accesiones en la forma abarrilado de sus entrenudos, en el hábito de crecimiento recto y la escases de cerosina. El segundo grupo, son más

interrelacionadas las variedades, las Moradas y BH, así como Zonera Amarilla y Zonera Morada, presentan similitudes en un 94%, indicando semejanzas en caracteres como: hábito de crecimiento, forma del entrenudo, longitud del entrenudo y presencia o ausencia de cerosina; el resto de variedades las presenta entre el 81 y el 90% cuyas diferencias estuvieron marcadas por caracteres como: Forma y longitud del entrenudo y presencia o ausencia de cerosina. Lo anterior evidencia la necesidad de realizar estudios con marcadores moleculares, que permitan identificar la correspondencia de estos con marcadores morfológicos, de modo que se pueda identificar con exactitud la divergencia genética entre las accesiones de caña estudiadas.

Cabe anotar que, de acuerdo a las investigaciones revisadas, la forma de la yema no fue determinante para sentar diferencias o similitud entre variedades de caña. Sin embargo, en la segunda edición del catálogo de variedades de CENICAÑA, (2013), este carácter si es tenido en cuenta. Para Cassalett, *et al*., (1995), la forma de la yema y su pubescencia son diferentes entre variedades de cañas, por lo tanto, se usan para la identificación y clasificación de la especie.

7. CONCLUSIONES.

- ✓ El estudio etnobotánico de la caña ratifica su importancia para la soberanía alimentaria, la seguridad alimentaria y económica en el departamento del Chocó, siendo la base de la elaboración de productos como: Panela Cerrera, Panela Aliñada (Bocadillo), Miel, Melaza, Guarapo Fermentado, (Kinifer), Guarapo fresco con limón, Vinete, Dulce con Coco y papaya, Cocadas y el Viche, considerada como una bebida ancestral y cultural de importancia económica para las comunidades del departamento Chocó y el Pacífico colombiano. Por lo tanto, es necesario que se generen estrategias de manejo y conservación de este biorecurso para garantizar la permanencia de esta bebida tradicional respaldada por la Ley 2158 de 2021.
- ✓ Se confirma el arraigo cultural del cultivo de caña por las comunidades en el uso medicinal para el tratamiento de diferentes enfermedades respiratorias, gastrointestinales, higiene bucal, problemas del sistema urinario, paludismo entre otras.
- ✓ Los caracteres cuantitativos que mostraron divergencias entre las variedades estudiadas fueron: Altura de la planta, diámetro del tallo, longitud del entrenudo, longitud y ancho de la lámina foliar. En cuanto a los caracteres cualitativos, la mayor variación se observó en la forma del entrenudo, color del tallo y forma de la yema.
- ✓ La variedad Blanca y Blanca rayada, se diferenciaron en el color del tallo, pero según el análisis clúster compartieron similitud en todos sus caracteres donde los caracteres similares más significativos fueron: La forma abarrilada

del entrenudo, hábito de crecimiento recto y escases de cerosina. En el mismo análisis las variedades Zonera Amarilla y Zonera Morada, marcaron diferencias en el color del tallo, pero compartieron similitud en la lámina foliar, forma del entrenudo, posición de las puntas de la lámina y borde de la lámina foliar.

- ✓ En términos generales las variedades de caña del banco de germoplasma mostraron alta variabilidad morfológica. A manera de recomendación estas variedades deben ser corroboradas con análisis de variabilidad genético – molecular, lo que será de utilidad para el mayor conocimiento de la especie, manejo y posterior utilización del germoplasma en proyectos de recuperación, mejora del cultivo.

8. BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, R. N. (2010). La caña de azúcar y sus derivados en la huasteca San Luis potosí México. Diálogos, Revista Electrónica de Historia. 11(1), 81-110.

Álvarez, R. J. A. (2009). Evaluación de material propagativo de variedades de caña de azúcar "*saccharum officinarum*" (cp72-2086 y na56-42), para el establecimiento de semilleros en el ingenio catsa, guanacaste. Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Alcaldía Municipal de Lloró. (2012). Plan de desarrollo municipal, (2012 - 2015). https://repositoriocdim.esap.edu.co/bitstream/handle/123456789/16225/19223-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Alcaldía Municipal de Lloró. (2020). Plan de desarrollo municipal, (2020 - 2023). Recuperado de http://www.lloro-choco.gov.co/tema/planes

Alcaldía Municipal de Lloró. (2020). Plan municipal de seguridad alimentaria y nutricional, (2020 - 2023)

Alcaldía Municipal de Lloró (2020). Plan Agropecuario Municipal (2020 - 2023)

Armero, C. J. J. (2012). Evaluación de variedades de caña de azúcar (S*accharum* spp.) para la producción de panela en linares departamento de Nariño (Tesis de pregrado). Universidad de Nariño. Colombia).

Alam, M. N., Nath, K. U., Karim, K. M. R., Ahmed, M. M. y Mitul, R. Y. (2017). Genetic variability of exotic sugarcane genotypes. University Mymensingh, Bangladesh.

Arrey, D. B., & Mih, A. M. (2016). Characterization of five sugarcane landraces in Western Cameroon. American J Biol Life Sci, 4(5), 33.

Archivo Fílmico Universidad Tecnológica del Chocó, (2018) Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=JJmLBKy_aos

Baloch, A. (2017). Genetic diversity analysis in commercial sugarcane (Saccharum officinarum L.) genotypes. Pak J Biotechnol, 14(2), 167-71

Baloch, W. A., Kumbhar, A. M., Mallano, A. I., Baloch, M. A., Yasir, A. T., Sarki, M. S., Nizamani, S. G., Nizamani, F. y Baloch, A. I. (2017). Genetic diversity analysis in commercial sugarcane (*saccharum officinarum*l.) genotypes. University Tando Jam, College of Agriculture, University Bahadur, Pakistan.

Bairwa, K. A., Ram, R., Jeena, S. N., Singh, K. y Singh, P. S. (2017). Estimation of the extent of variability for different morphological and juice quality characters among early generation sugarcane clones. Department of Genetics and Plant Breeding, College of Agriculture G B Pant University of Agriculture and Technology, India.

Bello, J. J., Morales R, V. y Gómez, F. C. (2014). Conservación de recursos genéticos de caña de azúcar (*Saccharum* spp.). Conacyt, Índice de Revistas Mexicanas de Divulgación Científica y Tecnológica, 7(2), 20-27.

Blackburn, F. (1991). Sugarcane. Tropical Agricultural Series. Longman Group. Essex. Reino Unido.

Blanco, M. A., Borroto. J., Golles. J. L., Capdesuñer, Y., Cervantes. A., Rodríguez, S., Rivas, M. y Peralta, H. (2003). Dinámica del crecimiento y desarrollo de cuatro variedades de caña de azúcar (*Saccharum* sp.): Aspectos fisiológicos y azucareros. Cultivos Tropicales. 24(1). 47-54.

Bonet, J. (2007). ¿Porque es pobre el Chocó? (pp. 18, 20). *Centro de estudios económicos regionales - Cartagena: Banco de la Republica*. Colombia.

Cáceres, A., Girón, L. M., Alvarado, S. R., Torres, M. F. (1987) Screening of antimicrobial activity of plants popularly used in Guatemala for the treatment of dermatomucosal diseases. J Ethnopharmacol.;20:223–37. [PubMed] [Google Scholar].

Calazacón, A., & Alopi, A. (2003). Caña de Azúcar, Planta Medicinal; Sugarcane Plant, Medicine.

Chaves, M. A. (2013) Composición del Banco de Germoplasma de Caña de Azúcar de Costa Rica. 1-28. Recuperado de www.laica.co.cr/biblioteca/servlet/DownloadServlet?c=443&s=1753&d=9507

Congreso de la república de Colombia. (2017). Proyecto de Ley 59 de 2017 Senado. Recuperado de https://vlex.com.co/vid/proyecto-ley-59-2017-691176521

Código de las Directrices para la Ejecución del Examen de la Distinción, la Homogeneidad y la Estabilidad de la Caña de Azucar. Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales Ginebra, 2005.

Cassalett, C., Torres, J. e Isaacs, C. (1995) El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Cenicaña. Cali, Colombia. p. 297-299.

Dávila, D. (2014). Evaluación de dos sistemas de siembra en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) para la obtención de semilla en la provincia del Cañar – cantón La Troncal. (Tesis de pregrado). Universidad De Cuenca. Cuenca, Ecuador.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2017). Boletín mensual, Núm. 57. Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria.

DÍAZ, M. D. (2020). Impacto de la biotecnología en la conservación de especies vegetales. Universidad Autónoma de San Luis de Potosí. México

Díaz, M. L. L. & Portocarrero, R. E. T. (2002). Manual de producción de caña de azúcar (Saccharum officinarum L.). Honduras.

Durán, R. J., Burbano, I. O. & Valens, C. A. (2014) Comportamiento agroindustrial de diez variedades de caña de azúcar para producción de panela en Santander, Colombia. Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecu, 15(2), 183-195.

Engelmann, F. & González A. M. T. (2013). Introducción a la conservación *ex situ* de los recursos genéticos vegetales. Universidad veracruzana. México.

Esquinas, A. J. (1993). La diversidad genética como material básico para el desarrollo agrícola, FAO.

FAO “Comisión De Recursos Genéticos Para La Alimentación Y La Agricultura, Organización De Las Naciones Unidas Para La Alimentación Y La Agricultura”. (2011). Segundo plan de acción mundial para los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Recuperado de http://www.fao.org/docrep/015/i2624s/i2624s00.pdf

Ferraz, M. N., Corrêdo, L. D. P., Wei, M. C. F., & Molin, J. P. (2019). Spatial variability mapping of sugarcane qualitative attributes. Engenharia Agrícola, 39(SPE), 109-117.

Franco, T. L., Hidalgo, R. (2003) Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Boletín técnico no. 8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia. 89p

Fiallos, F. (2008). Reaccion de 100 variedades de caña de azúcar (*Saccharum Officinarum*) del banco de germoplasma del CINCAE, al carbón (Ustilago Scitaminea Sydow), roya (*Puccinia Melanocaphala* Sydow) y mosaico (Sugarcane Mosaic Virus), en la zona del Cantón el Triunfo (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politecnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador.

Gualotuña, L. (2013). Identificación de variedades de caña panelera (*Saccharum Officinarum*) en cuatro provincias del país para formar un banco de germoplasma en pacto, pichincha. (Tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador.

Govindaraj, P. Karthigeyan, S. Pazhany, A. S. (2016) Exploration and genetic diversity analysis of Saccharum spontaneum in Maharashtra state, India. J Sugarcane Res. (2):72-84.

Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., & Black, W. C. (1999). Análisis multivariante (Vol. 491). Madrid – España.

Hernández, M., Jiménez, R., González, N. & Ojeda, N. (2014) La caña de azúcar como alimento funcional. División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México. Revista Iberoamericana de Ciencias, 1(3), 31-39.

Hiremath, G. & Nagaraja, T.E. (2018) Genetic Variability and Heritability Analysis in Selected Clones of Sugarcane. Department of Genetics and Plant Breeding, India

Humbert, R.P. (1974). El cultivo de la caña de azúcar. Compañía Editorial Continental S.A. México.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2011). Subdirección de Agrología. Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento del Chocó. Recuperado de: ftp://ftp.ciat.cgiar.org/DAPA/users/apantoja/london/Colombia/Suelos/00_shape_suelos/PROYECTO_DNP/MEMORIAS_SUELOS_OFICIALES/CHOCOpdf

Jiménez, M. V., y Chiang, S. N. (2010) Técnicas de conservación *in vitro* para el establecimiento de bancos de germoplasma en cultivos tropicales. Revisión bibliográfica. Universidad de Costa Rica

Khare C. P. (2007). Springer Science; Indian Medicinal Plants: An Illustrated Dictionary

López, G. J., Macea, CH. E., y Victoria, I. J. (2010). Diversidad genética y perfil molecular de las variedades registradas en el banco de germoplasma de cenicaña. Carta trimestral, Colombia, 31(3y4), 19-22.

López, B, J, F. (2015). La caña de azúcar (*Saccharum Officinarum*) para la producción de panela. Caso: nordeste del departamento de Antioquia. (Tesis de pregrado, monografía). Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Medellín, Colombia.

Mahmood, S. A., & Murdoch, A. J. (2017). Within-field variations in sugar beet yield and quality and their correlation with environmental variables in the East of England. *European journal of agronomy*, *89*, 75-87.

Martin, I. (2001). Conservación de recursos Fitogenéticos. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. (INIA) Madrid-España Recuperado de http://www.coiaclc.es/wp-content/uploads/2016/05/Recursos.pdf

Martínez, M. I. (2001). Conservación de recursos fitogenéticos. Centro de recursos fitogenéticos Madrid.

Mangesh, B. I. & Lele, S. S. (2012) Extraction and characterization of sugarcane Peel Wax", ISRN Agronomy vol 2012. Pp 6. Doi: 10.5402/2012/340158.

Maraphum, K., Saengprachatanarug, K., Aparatana, K., Izumikawa, Y. & Taira, E. (2020). Mapeo espacial de Brix y contenido de humedad utilizando un sistema de imagen hiperespectral en el tallo de la caña de azúcar. Journal of Near Infrared Spectroscopy.

Nafiu, K. A., Chude, V. O. and Oworu, O. O. (2018) The Study of Morphological Characteristics, Dry Matter Production and Yield of Four Sugarcane (Saccharum officinarum L.) Varieties in South-Western Nigeria. University Olabisi Onabanjo, Nigeria.

Nakos, G., y Joyner, D. (1999). Eigenvalores y eigenvectores. En: Nakos, G.; Joyner, D. Álgebra lineal con aplicaciones. Internacional Thomson editores p.666.

Osorio, G. (2007). Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en la producción de caña y panela. (1)29-126

Phuphaphud, A., Saengprachatanarug, K., Posom, J., Maraphum, K., & Taira, E. (2019). Prediction of the fibre content of sugarcane stalk by direct scanning using visible-shortwave near infrared spectroscopy. *Vibrational Spectroscopy*, *101*, 71-80.

Ramírez, J., Burbano, O. I., & Valens, C. A. V. (2014). Comportamiento agroindustrial de diez variedades de caña de azúcar para producción de panela

en Santander, Colombia. Revista Corpoica: Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 15(2), 183-195.

Rivera, R. F. (2008). El cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L) en la región de Cardel, centro de Veracruz. (Tesis pregrado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México.

Romero, M, J. E. (2018). Conservación *Ex situ* de semillas de cuatro especies andinas de pasiflora. *Guía para autores agro*. Jardín botánico José celestino mutis. Colombia

Ruzive, A. (2018) Assessment of phenotypic diversity among one hundred sugarcane (Saccharum officinarum L) genotypes based on twenty qualitative traits. University of Science Education Faculty of Agriculture and Environmental Science Department of Crop Science, Bindura – Zimbabwe.

Sosa, O. (1988). Pubescence in sugarcane as a plant resistance character affecting oviposition and mobility of the sugarcane borer (Lepidoptera: pyradidae). Journal of economic Entomology. 81(2):663-667

Sanseechan, P., Panduangnate, L., Saengprachatanarug, K., Wongpichet, S., Taira, E., & Posom, J. (2018). A portable near infrared spectrometer as a non-destructive tool for rapid screening of solid density stalk in a sugarcane breeding program. *Sensing and bio-sensing research*, *20*, 34-40.

Sandhu, D., & Saini, G. S. (1997). Inter-relationships among cane yield and commercial cane sugar and their component traits in autumn plant crop of sugarcane. Euphytica, 95(1), 109-113.

Sumbele, S. A., Fonkeng, E. E., Akongte, P., Ndille, C. N., & Henry, A. (2021). Characterization of sugarcane germplasm collection and its potential utilization for evaluation of quantitative traits. African Journal of Agricultural Research, 17(2), 273-282.

Smiullah F. A., Afzal A., Abdullah I.U., Ijaz U., Iftikhar R. (2013) Genetic diversity assessment in sugarcane using principal component analysis (PCA). Int J Modern Agri. (1):34-8.

Sierra, T. y Lucio, C. (2016). Manejo y registro de descriptores de caña de azúcar (Saccharum officinarum L.), Argentina.

Singh, A., Lal, U. R., Mukhtar, H. M., Singh, P. S., Shah, G., & Dhawan, R. K. (2015). Phytochemical profile of sugarcane and its potential health aspects. Pharmacognosy reviews, 9(17), 45.

Tawadare, R., Thangadurai, D., Khandagave, R. B., Mundaragi, A., & Sangeetha, J. (2019). Phenotypic Characterization and Genetic Diversity of Sugarcane Varieties Cultivated in Northern Karnataka of India based on Principal Component and Cluster Analyses. Brazilian Archives of Biology and Technology.

Turmo, I. G., & Martínez, L. E. (2012) Criterios, problemáticas y propuestas para la identificación de alimentos transformados a partir de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Universidad de Sevilla. España.

Villareal, F. A., Kafure, J. I. y Bastidas, P. I. (2012). Caracterización fenotípica del banco de germoplasma de Cenicaña en Condiciones de la megazona húmeda del valle del río Cauca. Memorias Congreso Atalac - Tecnicaña, (Tomo I) 139-151.

Villarroel, M. A. E. (2006). Aplicación de técnicas para la clarificación del jugo de caña (Saccharum officinarum) como mejorador de sus características organolépticas. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.

Yasmin, S. M. S., Islam, M., Kondoker, M., Nasiruddin, S., Alam (2006). Molecular characterization of potato germplasm by Random Am- plified Polymorphic DNA markers. Biotechnol. 5:27-31. Karthikeyan J, Simipillai SS. Sugarcane in therapeutics. J Herb Med Toxicol. 2010; 4:9–14.

Yadav, R. L. y Solomon, S. (2006). Potencial of developing sugarcane by-product based industries in india. Indian Institute of Sugarcane Research.

ANEXOS

Anexo 1

Anexo 1.1. Registros fotográficos de las pagas y enfermedades observadas en las variedades de caña establecidas en el banco de germoplasma.

Muermo rojo *(Physalospora tucumanensis)*

Cucarrón de invierno o Coco rinoceronte *(Podischnu agenor)* y Comején (*Isoptera).*

Anexo 1.2. Banco de germoplasma de caña *(Saccharum Officinarum L.)* "La Reina de las Plantas Tropicales Lloró"

Anexo 1.3. Variedades de caña de identificadas en el departamento del Chocó y siembra en el banco de germoplasma

V1 Caña Blanca (B)

V2 Caña Blanca Rayada (B.R)

V3 Caña Morada Rayada (M.R)

V4 Caña BH (BH)

V5 Borrajera (Bo)

V6 Samba (Sa)

V7 Caña Negra (Ne)

V8 Caña Pasada (Pa)

V9 Caña Zonera Amarilla (Z.A)

V10 Caña Zonera Morada (Z.M)

V11 Caña Morada (Mo)

Cogollos (material propagativo utilizado)

Anexo 1.4. Siembra de las variedades de caña en el banco de germoplasma “La Reina de las Plantas Tropicales”

ANEXO 2. ENCUESTA ETNOBOTÁNICA SOBRE LA CAÑA APLICADA EN COMUNIDADES DEL DEPARTAMENTO DEL CHOCÓ.

Fecha: Nombre del encuestado:
Lugar de procedencia: Lugar de colección:
Edad: Sexo:
Nivel de educación: Ocupación:

1	¿Qué variedades de caña conoce usted?
2	¿Cuáles cultiva?, y Cual es el área de cultivo?
3	¿Cómo las obtuvo?
4	¿Por qué cultiva esas variedades
5	¿Para qué las utiliza?
6	¿Conoce usted alguna propiedad medicinal de la caña y que parte utiliza?
7	¿Cómo realiza la siembra?
8	¿Cómo es su manejo?
9	¿Qué plagas, enfermedades y malezas conoce y como las controla?
10	¿Qué otros cultivos asociados siembra con la caña?
11	¿Cuánto tiempo lleva cultivando caña?
12	¿Es importante para usted cultivar caña? ¿Por qué?

ANEXO 3. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE LAS VARIEDADES DE CAÑA IDENTIFICADAS EN EL DEPARTAMENTO DEL CHOCÓ.

Localidad	Fecha	Variedad de caña	DESCRIPTORES																		
			CT	ALTA	LEN	FEN	DITA	HCT	CE	FOY	CAY	AC	LF	POP	ALA	BLF	TLF	DN	V/Y	FL	CSST/Brix

Principio Seriniano: **“Todo es fácil. Nada es difícil”.** Alicia Mena Marmolejo (2018)