

Determinar la distancia de bandereo en el sistema de siembra de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para garantizar la población de tallos molinables manteniendo el mejor costo razonable, en la hacienda el convenio, bolo, Palmira Valle Del Cauca.

Hernán Darío Sicacha Plaza

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Ciencias agrarias, pecuarias y medio ambiente

Agronomía

Palmira

2020

Determinar la distancia de bandereo en el sistema de siembra de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para garantizar la población de tallos molinables manteniendo el mejor costo razonable, en la hacienda el convenio, bolo, Palmira Valle Del Cauca.

Hernán Darío Sicacha Plaza

**Trabajo de grado para optar al título de agrónomo
asesora docente María Del Carmen Garcés Ingeniera Agrónoma
(C) Msc. Ciencias Agrarias**

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Ciencias agrarias, pecuarias y medio ambiente

Agronomía

Palmira

2020

10. CONTENIDO

| | | |
|-----|--|----|
| 1. | RESUMEN | 1 |
| 2. | INTRODUCCIÓN | 2 |
| 4. | JUSTIFICACIÓN | 5 |
| 5. | OBJETIVOS..... | 6 |
| 5.1 | OBJETIVO GENERAL | 6 |
| 5.2 | OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 6 |
| 6. | MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO..... | 7 |
| 6.1 | HISTORIA DE LA CAÑA DE AZÚCAR..... | 7 |
| 6.2 | TAXONOMIA Y MORFOLOGIA..... | 9 |
| 6.1 | MORFOLOGÍA LA CAÑA DE AZÚCAR (<i>Saccharum Officinarum</i>)..... | 10 |
| 6.1 | PREPARACIÓN DE SUELO..... | 15 |
| a. | Descepada..... | 16 |
| b. | Subsolado..... | 16 |
| c. | Arada..... | 16 |
| d. | Rastrillada..... | 17 |
| e. | Surcada..... | 17 |
| f. | Sistema de riego y drenaje..... | 17 |
| 6.2 | SIEMBRA..... | 17 |
| a. | Distancias de siembra | 18 |
| b. | Material vegetativo para siembra..... | 18 |
| c. | Densidad de siembra..... | 18 |
| d. | Sistema de siembra..... | 19 |
| e. | Labores culturales | 19 |
| 7 | METODOLOGÍA | 20 |
| 7.1 | DISEÑO EXPERIMENTAL | 20 |
| | Procedimiento de siembra para el diseño experimental..... | 23 |
| | Metodología de acuerdo a los objetivos planteados:..... | 30 |
| 8. | RESULTADOS | 32 |

| | |
|--|----|
| Resultados en el procedimiento de monitoreo: | 32 |
| Análisis estadístico:..... | 35 |
| Resultados de toma de datos:..... | 0 |
| 9. ANÁLISIS DE RESULTADOS | 2 |
| 10. CONCLUSIONES | 3 |
| 8 BIBLIOGRAFÍA | 4 |

LISTADO DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Taxonomía de la caña de azúcar (<i>Saccharum Officinarum</i>)..... | 9 |
| Tabla 2. Análisis de paquetes de acuerdo a bandereo..... | 47 |
| Tabla 3. Análisis de costos de acuerdo a bandereo..... | 47 |

LISTADO DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Planta Caña de azúcar..... | 10 |
| Figura 2. Sistema radical de la caña de azúcar | 11 |
| Figura 3. Tallos de la caña y su diferenciación..... | 12 |
| Figura 4. Formas del entrenudo | 13 |
| Figura 5. Partes de la hoja de la caña..... | 14 |
| Figura 6. Flor de la caña de azúcar. | 15 |
| Figura 7. Ubicación Hacienda El Convenio Suerte 16 | 22 |
| Figura 8. Adecuación de suelos: Descepada en el diseño experimental en la hacienda El Convenio Suerte 16 | 23 |
| Figura 9. Adecuación de suelos: Subsolada en el diseño experimental en la hacienda El Convenio Suerte 16..... | 24 |
| Figura 10.ñ Adecuación de suelos: Arado de cincel diseño experimental en la hacienda El Convenio Suerte 16 | 24 |
| Figura 11. Adecuación de suelos: Arado de cincel diseño experimental en la hacienda El Convenio Suerte 16 | 25 |
| Figura 12. Adecuación de suelos: Surcada en el diseño experimental en la hacienda El Convenio Suerte 16..... | 25 |
| Figura 13. Material de siembra utilizada variedad CC 01-1940..... | 26 |
| Figura 14. Establecimiento de tratamientos, medición de distancia de bandereo..... | 26 |
| Figura 15. Distribución del material vegetal a la correspondiente distancia de bandereo..... | 27 |
| Figura 16. Distribución de material vegetal presto a siembra..... | 28 |
| Figura 17. Monitoreo inicial en los tratamientos (evaluación de resiembra)..... | 32 |
| Figura 18. Demarcación de zona de monitoreo | 33 |
| Figura 19. Monitoreo de parcelas. | 34 |

LISTADO DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Grafico 1. Diseño experimental en campo en la hacienda El Convenio Suerte 16..... | 21 |
| Grafico 2. Distribución esquema de muestreo de los tratamientos..... | 31 |
| Grafico 3. Gráfico de puntos Bandereo 9-10-11-12 mts..... | 36 |
| Grafico 4. Histograma de Bandereo 9-10-11-12 mts..... | 36 |
| Grafico 5. Grafica de intervalos de Bandereo 9-10-11-12 mts..... | 37 |
| Grafico 6. Grafica de caja de bandereo 9-10-11-12 mts..... | 37 |
| Grafico 7. Comportamiento de los tallos molinables según el bandereo..... | 44 |

1. RESUMEN

Se realizó el análisis técnico y económico para la determinación de la mejor opción en sistema de bandereo en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum Officinarum*) en la hacienda El Convenio Palmira Valle del Cauca, la tesis se formuló para 4 tratamientos, con la evaluación de los tallos molinables cada 10 metros de surco, el procedimiento arrojó que el bandereo más eficiente es el de 9 metros, con un alto costo de implementación, sin necesidad de resiembra para lograr el TCH requerido, mientras la opción más acorde a su inversión fue para el bandereo de 11 metros, ya que se obtuvieron adecuado número de tallos molinables cada 10 metros, pero con la particularidad de mejorar esta población con las buenas prácticas agrícolas.

Palabras claves: Caña de Azúcar, *Saccharum Officinarum*, Bandereo, Cultivo, Tallos molinables, Tratamiento, TCH, Población.

2. INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar es un cultivo de rentabilidad importante de los trópicos y subtrópicos. Se cultiva en más de setenta países, desde el nivel del mar hasta altitudes de casi 1000 m.s.n.m, con excelentes producciones, la importancia del cultivo de la caña de azúcar radica en que se constituye en uno de los cultivos de mayor importancia social y económica para el Valle del Cauca, porque se utiliza como materia prima para la producción de azúcar y alcohol carburante, constituyéndose el etanol de caña en fuente alternativa y renovable de energía para el país.

Este cultivo pertenece a la familia de las gramíneas y al género *Saccharum*, al cual pertenecen seis especies: *S. spontaneum*, *S. robustum*, *S. barberi*, *S. sinense*, *S. edule* y *S. officinarum* (MAG, 1991). De la combinación de estas especies se han derivado clones comerciales, predominando las características de *S. officinarum* como productora de azúcar, a partir de esta CENICAÑA ha desarrollado nuevas variedades.

La plantación es una de las etapas más críticas de la producción de caña de azúcar e involucra una inversión económica del 20,5% del costo total anual, considerando cinco años de amortización (Digonzelli, Giardina, Casen, & Alonso, 2009). Al ser la caña de azúcar un cultivo semiperenne, los errores que se cometan en las actividades que se realizan como la selección de la semilla, preparación del suelo, elección de la variedad, diseño, época, densidad de plantación y el bandereo son fundamentales para optimizar la producción y se reflejarán en los años que dure el cultivo.

Al interior de las actividades en campo, al momento de renovar el cultivo, en la actividad de siembra se asienta el problema de la resiembra, actividad que involucra una alta demanda económica y técnica, donde la confiabilidad e los procesos no es el mayor, debido a la distancia de bandereo, hay situaciones donde algunas yemas de los esquejes, que no nacen y la población de tallos molinables ideal por cada 10 metros de surco sembrado, no se ajusta al deseado, según de lo anterior, no se lograría el TCH (Toneladas de Caña por Hectárea) rentable al momento de cosecha.

La zona y específicamente la finca en estudio, tiene problema en sobrecostos por su baja producción de tallos molinables al momento de la siembra, que es reflejada en una alta resiembra y un coste de producción del cultivo muy alto, una de las más importantes actividades realizadas en la siembra es el bandereo, que consiste en una labor de cultivo para la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) donde es “colocar” banderas separadas entre 10 y 12 m cada 30 surcos o si se hacen otros arreglos en el número

de surcos por hectárea. Por ejemplo, si se mantiene la distancia de 1.5 m entre surcos que predomina actualmente, al variar la longitud de bandereo de 12 a 18 m se obtendría un ahorro de 33% en el material y en las labores de siembra, así como en el área de los semilleros, recursos que se podrían emplear en otras actividades de la explotación comercial” (Viveros & Calderón, 1995). En la actualidad esta labor se realiza generalmente a 11 metros y se ha presentado un porcentaje alto de resiembra lo cual incrementa los costos de producción del cultivo, se plantea buscar alternativas evaluativas para determinar cuál podría ser la distancia adecuada de esta labor que garantice un mayor número de tallos molinables con cero resiembras por hectárea. Al final del proceso se pretende saber, mediante los tratamientos de bandereo, cual arroja mayor número de tallos molinables y cual presenta menos resiembra. Se harían los cálculos matemáticos sobre el costo que incurriría la siembra, la resiembra y mayor producción de acuerdo a los tallos molinables por metro lineal, la cual permite elevado porcentaje de germinación, distribución uniforme de los tallos, población adecuada para lograr el TCH estándar, con un cierre temprano facilitando el control de malezas, una alta población de tallos molinables a cosecha, una mayor longevidad de cepa, asegurando una buena producción.

Para ello se evaluará el sistema de bandereo en un área de una hectárea (1 ha) de siembra en caña de azúcar, en variedad CC 01-1940, en la hacienda El Convenio Suerte 16, en inmediaciones del municipio de Palmira Valle del Cauca, corregimiento el Bolo con zona agroecológica 11H1, ubicación con coordenadas N: 3.48739 W: -76.3377476, 1000 msnm, donde la textura es media fina, en el cual estas características favorecen al desarrollo del semillero, se evaluarán con cuatro metodologías de distancia de bandereo en el cultivo que comprende distancias entre 9 10 11 y 12 metros entre paquetes de semilla (se tomará como testigo el bandereo de 11 metros). Se sembrarán parcelas de cinco surcos por cada modalidad de bandereo, y tres replicas. Cada parcela tiene una longitud de 120 metros. Todas las labores culturales que se llevaran a cabo serán en forma simultánea para todos los tratamientos, disminuyendo así los cambios en el desarrollo de la planta por agentes externos, se montaran 2 sitios de evaluación por parcela para un total de 6 sitios de evaluación. Cada sitio comprende una longitud de 10 metros lineales. A partir del mes número dos se evaluarán en cada parcela la población. Estas lecturas se llevarán hasta los seis meses. Se llevará cada quince días el promedio de cada lectura haciendo un comparativo por bandereo. Además, se evaluarán el porcentaje de resiembra por bandereo a los dos meses, comparando el resultado de esta resiembra con los comportamientos de resultados de no-resiembra. A los seis meses

se tomará dato del promedio de diámetros y su respectiva altura de los tallos en metros, al igual que sus pesos.

4. JUSTIFICACIÓN

Gracias al clima privilegiado de la región del Valle del Cauca, se puede cosechar caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) con los mejores rendimientos, “durante todos los meses del año. Esta condición agroclimática, sumada al avance tecnológico impulsado por el Centro de Investigación de la Caña (CENICAÑA), ha llevado a que la región se especialice en el cultivo y ostente el liderazgo en productividad a nivel mundial: más de 14 toneladas de azúcar por hectárea al año” (ASOCAÑA, 2018).

La presencia de los ingenios hace que el departamento y su entorno circundante, generen ingresos estables, sean prósperos mejorando su calidad de vida de sus habitantes; “El impacto positivo del sector en la economía de la región se acompaña de acciones en lo ambiental y social en concordancia de la visión de sostenibilidad y generación de bienestar. Tales acciones están dirigidas a fortalecer la gestión en el manejo del recurso hídrico, la calidad y pertinencia educativa y la convivencia armónica de la familia” (ASOCAÑA, 2018), donde se realizan proyectos en aras del desarrollo sostenible:

Aumentar producción de tallos molinables, asegura una mejor producción de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), garantizando la eliminación de la actividad de resiembra, mantenimiento del liderazgo en producción, la rentabilidad del negocio, ingresos estables y calidad de vida de los habitantes de la zona de estudio.

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

- Determinar la distancia de bandereo en el sistema de siembra de la caña de azúcar (*Saccharum Officinarum*) para garantizar la población de tallos molinables manteniendo el mejor costo razonable, en la hacienda El Convenio, Bolo, Palmira Valle del Cauca.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar cuatro diferentes distancias de la actividad de bandereo, realizada durante la siembra de caña de azúcar (*S. officinarum*).
- Comparar las cuatro diferentes distancias de la actividad de bandereo realizada durante la siembra de caña de azúcar (*S. officinarum*).
- Proponer la mejor distancia de la actividad de bandereo para la siembra de caña de azúcar (*S. officinarum*)

6. MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO

6.1 HISTORIA DE LA CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum Officinarum*)

“Para algunos autores, la región originaria de la caña es el Nordeste de la India, específicamente la provincia de Bengala, de aquí el nombre de su capital, Gaura, de la palabra “Gur” que significa azúcar”. (Mora, C., s.f).

“Aunque son variadas las versiones sobre el origen de la caña de azúcar, algunas investigaciones suponen que el centro del origen es Nueva Guinea, desde donde emigro a otras zonas como Filipinas, Hawái, Las Muculas, Borneo, Sumatra, malaya, Indochina, Birmania, La india, Las Islas Salomón, Las Nuevas Hebridas, Fiji, Raiatea y Tahití. De acuerdo a algunos historiadores cuando Alejandro Magno y sus tropas conquistaron la India en el año 327 a.c., probaron por primera vez azúcar de caña y la llevaron de regreso a Persia. Una vez introducida, los árabes la llevaron al norte de África y al sur de Europa, al tiempo que los chinos extendían los cultivos hacia Java y Las Filipinas, los cruzados la transportaban a Francia en los siglos XI y XII y su desarrollo comercial se extendió al resto del continente europeo”(Bustamante, 2015).

El cultivo de la caña de azúcar sus inicios son aun materia de investigación. Se tiene como posible que pudo haber sido en el archipiélago de melanesia en nueva guinea 8000 a 15000 años antes de cristo, de ahí se propago a las islas vecinas, la China y la India. Se dispersó hacia Hawái, áfrica oriental, Madagascar el mediterráneo, y otras islas como las canarias. En su segundo viaje a américa en 1492 Cristóbal Colón la trajo a las Islas del Caribe, a la isla la española, la cual corresponde hoy a República Dominicana y Haití, de donde se difundió posteriormente a Cuba, Puerto Rico, México, Colombia y Perú. Al Brasil fue traída por los portugueses en los años 1500 (FAO sf).

Según Víctor Manuel Patiño, en su libro Esbozo histórico sobre la caña de azúcar: “La caña vino a Colombia en el año 1538 a través del puerto de Cartagena y dos años después en 1540 entró por Buenaventura al valle geográfico del río Cauca; en el Valle del Cauca, la caña de azúcar se puede observar desde épocas tan tempranas como el siglo XVI, cuando Sebastián de Belalcázar introdujo la gramínea desde Santo Domingo y la sembró en su estancia situada en cercanías a lo que hoy es Jamundí.

La caña criolla que trajeron los españoles a finales del período colonial, llegó de las Guayanas; la caña Tahití o Otahití fue introducida al Valle entre 1802 y 1808. Entre 1930 y 1932 llegó la variedad POJ 2878, que hoy persiste en muchas zonas cañicultoras de Colombia, plantándose inicialmente en la margen izquierda del río Cauca, en Arroyo hondo y Cañas Gordas, lugares muy cercanos a Cali, donde operan sendos trapiches paneleros”. Para el mismo autor la penetración en el resto del país se hizo a partir de María la Baja en Bolívar, Valle de Apulo, Rio negro y Guaduas en Cundinamarca, Valle de Tensa en Boyacá y Vélez en Santander (Osorio, 2007).

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. La caña entro a la Nueva Granada con Pedro de Heredia y Sebastián de Belalcázar. Heredia, la ingreso por el caribe en 1533, cuando fundo a Cartagena; y Belalcazar, por el sur en 1541 cuando regresaba de España, donde la planto en su finca “La Estancia” del municipio de Yumbo cerca de la ciudad de Cali (Bustamante, 2015).

Estudios, “señalan que, por cada empleo generado por los ingenios azucareros en sus plantas de producción, se generan 28,4 empleos adicionales en otros sectores de la economía; gracias a la actividad manufacturera de los ingenios, se generan 265 mil empleos a través de toda la cadena de valor, en los municipios cunicultores, frente al resto de municipios en Colombia donde se desarrollan otras actividades agrícolas o agroindustriales, la calidad de vida es mejor y las necesidades básicas insatisfechas de la población son menores, pese a que la inversión pública es baja. Una mejor calidad de vida se ve reflejada en una mayor tasa de escolaridad, una mayor tasa de alfabetismo y una menor tasa de mortalidad.” (ASOCAÑA, 2018).

6.1 AXONOMIA Y MORFOLOGIA

Bustamante en el 2015, reporta la taxonomía de *S. officinarum*. (Tabla 1), además dice esta especie corresponde a las cañas que conocemos actualmente y que son cultivadas hoy en día y se cree que esta fue domesticada por medio de *S. robustum*. Las dos especies poseen características particulares que las identifican de manera diferenciada y específica.

Por ejemplo la cantidad de cromosomas es diferente incidiendo en una variación genética amplia en sus progenies, cuando se han utilizado en cruces entre las especies. Los diferentes clones mercantiles de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) son resultado de la utilización combinada de especies, que en Colombia se realizó con el cultivo de clones como Badila, Cristalina, Othaheiti, Castilla o Blanca, Cayanna, Rayada y Uba,

Tabla 1. Taxonomía de la caña de azúcar (*Saccharum Officinarum*)

| LA TAXONOMÍA DE LA CAÑA DE AZÚCAR | |
|--|--|
| Reino | Vegetal |
| Tipo | Fanerógamas |
| Subtipo | Angiospermas |
| Clase | Monocotiledóneas |
| Orden | Glumales |
| Familia | Poáceas |
| Tribu | Andropogoneas |
| Género | Saccharum |
| Especie | Spontaneum y robustum (silvestre), edule, barberi, sinense y officinarum (domestica) |

Fuente: (Bustamante, J. 2015).

6.2 MORFOLOGÍA LA CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum Officinarum*)

Bustamante en el 2015 menciona que reconocer morfológicamente las plantas (Figura 1), nos permite notar diferencias y conocer las especies y variedades que existen y así poder observar su comportamiento mediante la relación entre rendimiento y adaptación.

Figura 1. Planta Caña de azúcar (*Saccharum Officinarum*)

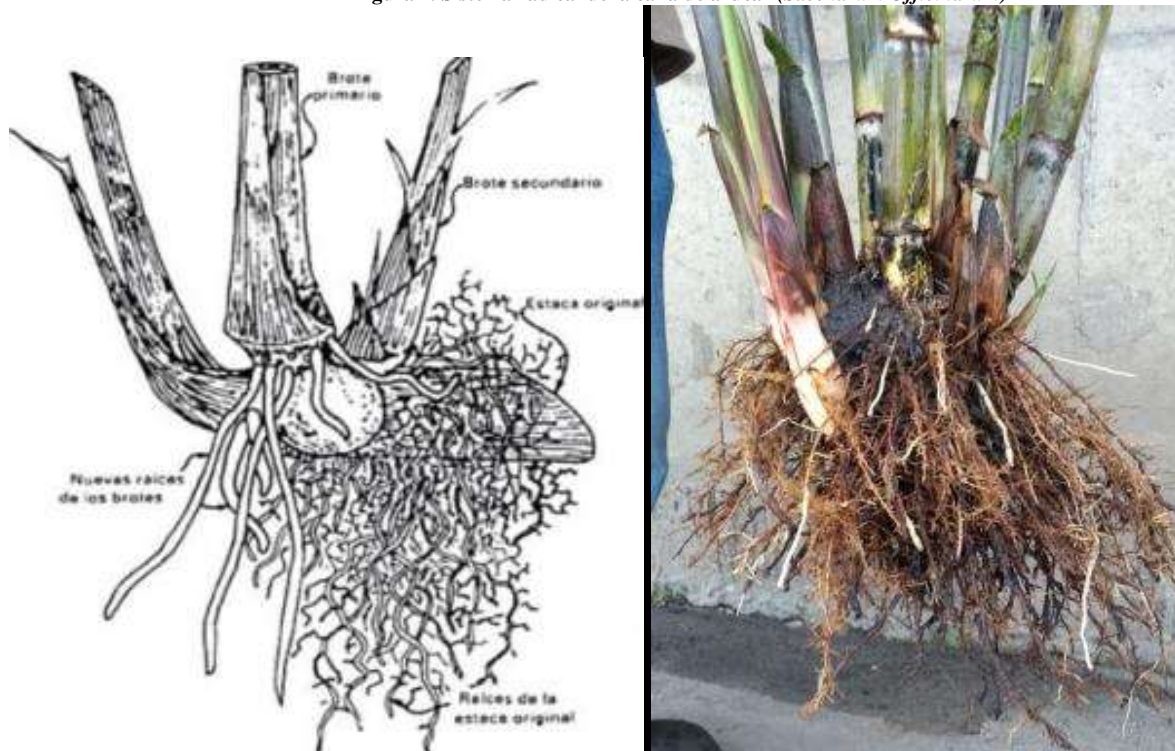


Fuente: Sicacha D. 2019.

Además, este mismo autor describe cada una de las partes de la planta como sigue:

6.1.1 El sistema radical. Forma la porción interna subterránea de la planta (Figura 2), es el órgano que se encarga de sostener, absorber nutrientes que se encuentran el agua del suelo.

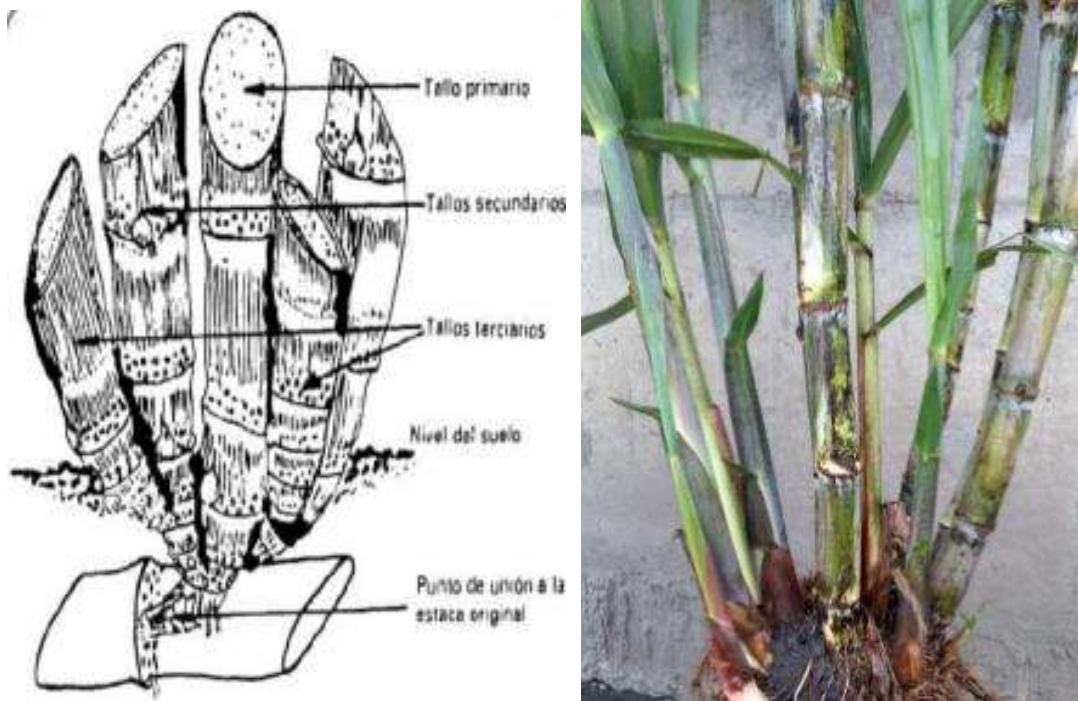
Figura 2. Sistema radical de la caña de azúcar (*Saccharum Officinarum*)



Bustamante, J. 2015 - Sicacha, D. 2019.

6.1.2 El tallo. “Es el órgano más importante de la planta (Figura 3), ya que es el lugar donde se acumulan los azúcares, la cantidad, el grosor, color y el modo de desarrollo o crecimiento dependen de la variedad. La extensión de los tallos, depende ampliamente de las características ambientales del lugar y variedad que se utilice, los tallos se pueden clasificar de la siguiente manera: primarios, secundarios o terciarios”

Figura 3. Tallos de la caña de azúcar (*Saccharum Officinarum*) y su diferenciación



Bustamante, J. 2015 - Sicacha, D. 2019.

6.1.3 El entrenudo. Es la parte del tallo que se encuentra entre dos nudos. El grosor, el color, el aspecto y la extensión varían según la variedad, el color es dictado por causas de carácter genético, esta expresión se puede dar por condiciones fundamentalmente del ambiente. Su apariencia más común puede ser de forma cilíndrica, abarrilada, constreñida, coneiforme y curvada.

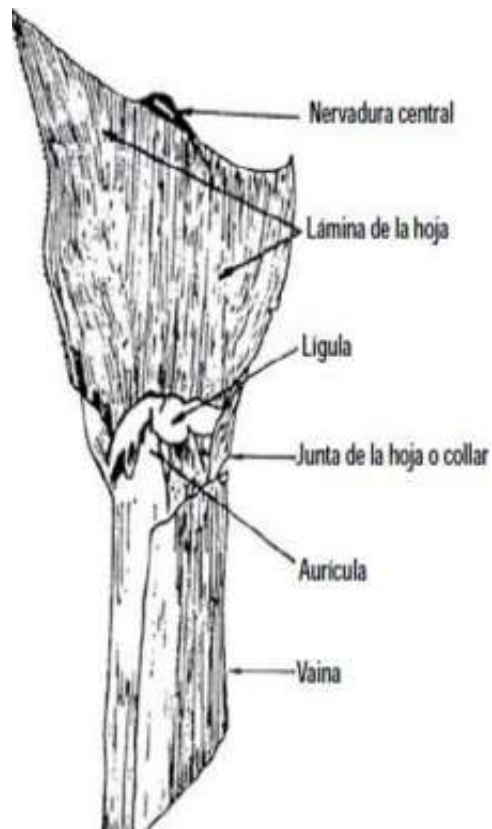
Figura 4. Formas del entrenudo



Fuente: Bustamante, J. 2015 - Sicacha, D. 2019.

6.1.4 La hoja. Esta parte de la planta se forma en los nudos y crece de forma alterna en el tallo a lo largo de su extensión, cada una de las hojas están formadas por láminas foliares, yagua y la vaina, estas partes son de importancia ya que son la base en el proceso de fotosíntesis.

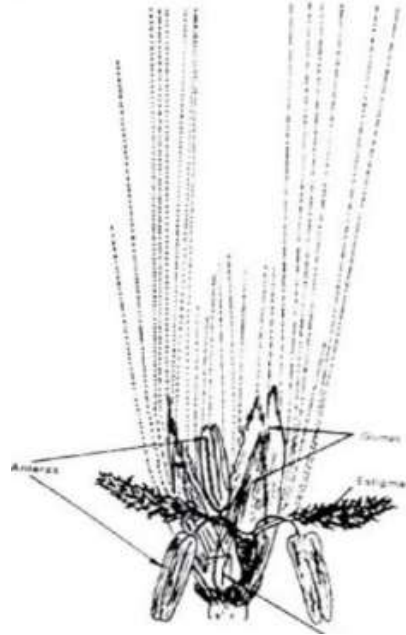
Figura 5. Partes de la hoja de la caña (*Saccharum Officinarum*)



Bustamante, J. 2015

6.1.5 La flor. La inflorescencia de la planta de caña de azúcar, tiene una figura de panícula lisa alargada y en espiga, estas espigas poseen un tipo de flor hermafrodita compuesta por una triplete de anteras y solo un ovario con un par de estigmas (Figura 6), la floración se presenta en condiciones óptimas para su correcto desarrollo, condiciones como temperatura, la cantidad de agua disponible, la cantidad de nutrientes y condiciones ambientales.

Figura 6. Flor de la caña de azúcar (*Saccharum Officinarum*)



Fuente: Bustamante, J. 2015.

6.1 PREPARACIÓN DE SUELO

“Involucra una serie de labores que tienen como finalidad lograr un ambiente adecuado para una buena brotación de la caña semilla, favorecer un buen desarrollo radicular y conformar una cepa vigorosa. Además, con estas labores se busca reducir la infestación de malezas y los residuos de cultivos anteriores, aumentar la capacidad de infiltración, mejorar las condiciones de aireación del suelo, favorecer la mineralización de la materia orgánica, mejorar la disponibilidad de nutrientes para el cultivo y romper capas compactadas que impiden el buen desarrollo radicular de la caña” (Digonzelli, Giardina, Casen, & Alonso, 2009).

“Las labores que se realicen en la preparación de suelo dependerán de las características del mismo (textura, contenido de humedad, compactación, etc.). Una preparación de suelo insuficiente afecta negativamente la brotación de la caña de azúcar al no favorecer el íntimo contacto caña semilla-suelo. De igual manera, una preparación de suelo excesiva resulta perjudicial ya que se deteriora la estructura del suelo produciendo agregados muy finos que favorecen el encostramiento superficial y obstruyen los macro poros del suelo.” (Digonzelli et al, 2009).

Para una adecuada preparación del suelo se debe tener en cuenta la humedad pues esta favorece la distribución y formación de los agregados en el suelo lo que ayuda mayor proliferación de las raíces, mayor aireación y mejor penetración del agua. En contraste la humedad excesiva da a formación de terrones grandes que al secarse son difíciles de destruir aumentando los costos de preparación del terreno y la compactación. (Rodríguez & Daza, 1995).

Para la siembra del terreno se realizan diferentes labores:

a. *Descepada*

Esta labor se basa en la destrucción e incorporación al suelo de los remanentes del anterior cultivo. Cuando es un predio nuevo por lo general se tienen pastos o residuos cultivos transitorios. Cuando son de caña son los residuos por lo general cepas, cañas y hojas. Para estas labores se utilizan por lo general rastro-arados con un número variable entre 10 y 28 discos y diámetro entre 28 y 32 pulgadas. La potencia del tractor o requerimiento varía de acuerdo al tipo de suelo y la labor que se requiera realizar. Hay maquinaria entre 140 ,165 HP y en casos especiales se requiere de más potencia y se utilizarían con caballaje entre 225 a 450 HP.(Rodríguez & Daza, 1995).

b. *Subsolado*

Cuándo se termina la nivelación se realiza la subsolada que tiene como objetivo en fracturar el suelo hasta una profundidad promedio de 55 a 60 cms,con el fin de destruir las capas compactadas e impermeables y, mejorar la estructura y acondicionar para la acción del agua y del aire (aireación).la calidad de la subsolada se mide por el grado de fracturación, dependiendo del contenido de humedad y la textura del suelo, el implemento y la velocidad de operación, y el patrón que se siga en el campo. Los implementos que más se utilizan en esta labor son los subsoladores cenitanden, los rectos y los curvos que tienen mayor eficiencia y constan de 3 ó 5 vástagos subsoladores de 55 a 60 cm de longitud, (Rodríguez & Daza, 1995).

c. *Arada*

Esta labor se ejecuta por lo general después del segundo pase del subsuelo. .su objetivo fracturar y voltear el suelo hasta una profundidad entre 30 a 40 cms, teniendo en cuenta los suelos de textura arenosa en donde se debe tener cuidado para no dañar la capa vegetal. Su objetivo principal fracturar y voltear el suelo hasta una profundidad entre 30 y 40 cm, con el fin de homogenizar la distribución del

suelo y los agregados. El resultado de una buena labor está asociado con el grado de perturbación de los terrones del suelo, el impacto que genera la velocidad del implemento es importante con la calidad de la preparación. (Rodríguez & Daza, 1995).

d. *Rastrillada*

El objetivo de esta labor es destruir los grandes terrones que quedaron de las anteriores labores y así garantizamos un buen contacto entre la semilla y el suelo. La calidad de esta labor depende de las mismas condiciones que regulan la arada. Por lo general se deben hacer dos pases del implemento de la siguiente manera, el primer pase en la dirección del surco propuesta y el segundo paralela a éste. “Como implementos se utilizan comúnmente rastrillos de tiro con un número de discos entre 20 y 92 y un diámetro entre 24 y 26 pulgadas, operados con tractores de oruga de 150 HP o enllantados de 120 a 475 HP” (Rodríguez & Daza, 1995).

e. *Surcada*

Al iniciar esta labor se debe definir la distancia entre surcos que por lo general oscila entre 1,65 a 1,75 metros. Se procede hacer los surcos o camas donde se coloca la semilla o material vegetativo de siembra. Previamente se define la dirección del surco de acuerdo al diseño y topografía del terreno. La surcada se realiza con un surcador provisto de tres vertederas colocadas en la barra porta-herramientas para asegurar la continuidad y paralelismo entre los surcos. La profundidad del surco depende de la calidad de preparación del suelo y puede variar entre 20 y 30 cm (Rodríguez & Daza, 1995).

f. *Sistema de riego y drenaje*

Los canales o llevadoras de riego se construyen en la cabecera de las suertes y las acequias recibidoras al final de los surcos estos canales se construyen con un zanjador en V, el cual demanda una potencia en el tractor de 130 a 150 HP. Actualmente se utilizan tubería de PVC con ventanillas que se distribuyen a lo largo del cultivo garantizando un riego eficaz y oportuno y lo más importante muy económico. En condiciones normales de campo, estos canales conducen entre 60 y 100 lt/seg de agua (Rodríguez & Daza, 1995).

6.2 SIEMBRA

En Colombia, la siembra de la caña de azúcar para la explotación comercial se realiza con material vegetativo, especialmente por esquejes denominados comúnmente trozos.

a. Distancias de siembra

“La distancia entre los surcos del cultivo se establece de acuerdo con la textura y la fertilidad del suelo, con el objeto de evitar la competencia que favorece la disminución en la producción. En suelos arcillosos y de baja fertilidad, esta distancia varía entre 1.35 y 1.40 m, y en suelos de textura media y de alta fertilidad entre 1.50 y 1.75 m. Las menores distancias propician el cubrimiento rápido del entresurco, lo que disminuye la competencia de las malezas. Es importante anotar que en algunos casos la distancia entre las ruedas del tractor es de gran importancia para la selección de la distancia de siembra.” (Calderón & Viveros, 1995).

b. Material vegetativo para siembra

“El material que se utiliza para el establecimiento de campos comerciales consiste en esquejes o trozos de tallo de 60 cm de longitud, aproximadamente, y un mínimo de 3 a 4 yemas (denominados semilla), los cuales se agrupan en paquetes o atados de 30 unidades cada uno.” (Calderón & Viveros, 1995)..

c. Densidad de siembra

La densidad de siembra se maneja de acuerdo al tipo de suelo, variedad, estado de preparación del suelo, y se procede es colocando banderas separadas entre ellas cada 9, 10, 11, 12 metros y para conformar una línea recta para la posterior distribución. Por ejemplo, si se mantiene la distancia de 1.75 m entre surcos que predomina actualmente, al variar la longitud de bandereo de 9 metros se utilizarían 634 paquetes, 10 metros 571 paquetes, 11 metros 519 paquetes, 12 metros 476 paquetes, si observamos entre el bandereo de 9 metros con respecto al de 12 metros se obtendría un ahorro del 25 por ciento en el material y en las labores de siembra, recursos que se podrían emplear en otras actividades de la explotación comercial. La densidad de siembra puede cambiar, también, con la forma de arreglo de los surcos. Cuando se utiliza el sistema de surco doble o surco apareado, o el llamado surco piña, consistente en plantar en dos surcos estrechos distanciados 0.75 m entre sí y dejando una calle amplia de 1.5 m, se necesitaría 36% más de material de siembra, más laboreo y mayor área para los semilleros; con este mayor cobertura de siembra se esperaría un incremento equivalente en población y, en consecuencia, una mayor producción. No obstante, estos diferentes sistemas de densidad de siembra se deben evaluar con diferentes variedades de caña y tipos de suelos. La densidad de siembra que se emplea en la actualidad varía entre 9 y 13 yemas por metro de surco. La cantidad de semilla varía con la separación entre surcos y con la distancia a la cual se distribuye cada paquete en el fondo del surco (bandereo) (Calderón & Viveros, 1995)..

d. Sistema de siembra

“En el valle geográfico del río Cauca, el sistema de siembra de caña más común es el manual, que incluye los pasos siguientes.” (Calderón & Viveros, 1995).

1. Bandereo, que consiste en colocar banderolas cada 10 ó 12 m en forma de hileras a lo largo del surco. El espaciamiento entre hileras es de 30 surcos.
2. La semilla (esquejes) proveniente de cultivos sanos y manejados en forma adecuada, se corta entre 7 y 9 meses de edad, se alza y transporta en vagones o camiones hasta el sitio de siembra. Una vez en el campo, el tractor con el vagón y los paquetes con esquejes, avanza sobre cada línea de banderolas y en forma coordinada, dos operarios colocan los paquetes a cada lado en tres o cuatro surcos.
3. Los esquejes se colocan en el fondo del surco en forma manual, y se distribuyen de manera uniforme en los espacios señalados, quedando generalmente traslapados en longitud variable según la distancia de bandereo.
4. Por último, se cubre el material en forma manual o mecánica con una capa de suelo de 5 cm. Esta labor se hace con un tractor liviano de 60 a 90 HP, el cual en la barra porta herramientas lleva enganchados seis “brazos”, dos por cada surco, que tapan en forma simultánea tres surcos. Para cubrir el material en cada surco, también se pueden usar discos colocados por parejas en la barra porta- implementos. En ambos sistemas, el rendimiento de la máquina es de 1 ha/hora.

e. Labores culturales

Como labores adicionales, se construyen las acequias para riego y drenaje. El riego se debe aplicar durante la hora siguiente al trasplante, preferiblemente por gravedad, en lo posible, con sifones de 2 pulgadas de diámetro, los cuales conducen al surco una cantidad de agua que no arrastra las plántulas. Los riegos posteriores se deben programar teniendo en cuenta el desarrollo radical de las plántulas; por lo general, el segundo riego se aplica 10 días después de la siembra (Calderón & Viveros, 1995).

7 METODOLOGÍA

7.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se realiza la siembra del cultivo caña de azúcar con variedad CC 01-1940, en un lote de una (1) hectárea, en la hacienda El Convenio Suerte 16, corregimiento del el Bolo, municipio de Palmira con coordenadas N: 3.48739 W: -76.3377476, 1000 msnm (3° 29'14,6" N, 76° 20'15.9" W). El suelo hace parte de la zona agroecológica 11H1, consultando la plataforma del centro de investigación de la caña de azúcar en Colombia CENICAÑA (CENICAÑA, 2016), donde la textura es media fina.

Para el diseño espacial del experimento se tomaran en cuenta el registro de precipitaciones que se presentaran durante la prueba en campo, para determinar la posible incidencia de excesos de humedad, afectando el desarrollo fisiológico de la planta, al someterse a estrés hídrico, se aplica en época de riego igual cantidad de lámina de agua para los tratamientos, de acuerdo a el análisis de suelo, se plantean el mismo tratamiento de fertilización para los tratamientos, controlando así, la incidencia de otras variables en el correcto desarrollo del cultivo.

Se evaluarán cuatro metodologías de distancia de bandereo en el cultivo, distancias de 9 10 11 y 12 metros, entre paquetes de semilla, se tomará como testigo el bandereo de 11 metros el cual es el convencional, se sembrarán parcelas de cinco surcos por cada modalidad de bandereo, y tres replicas. Cada parcela tiene una longitud de 120 metros. Todas las labores culturales que se llevaran a cabo serán en forma simultánea para todos los tratamientos, disminuyendo así los cambios en el desarrollo fisiológicos de la planta por agentes externos, se montaran 5 sitios de evaluación por parcela para un total de 15 sitios de evaluación, para un total de 60 mediciones por todos los tratamientos y sus réplicas. Cada sitio comprende una longitud de 10 metros lineales.

Grafico 1. Diseño experimental en campo en la hacienda El Convenio Suerte 16

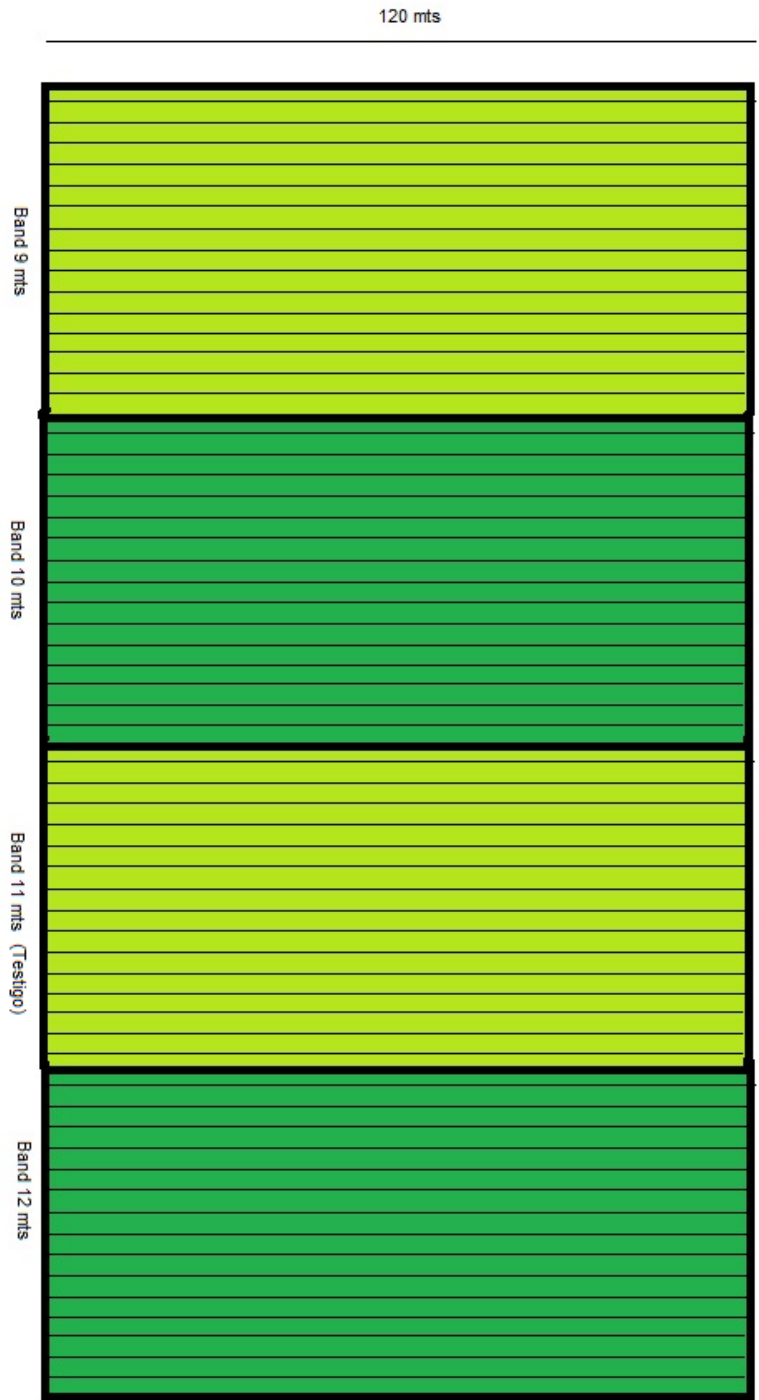


Figura 7. Ubicación Hacienda El Convenio Suerte 16



Fuente: Google Earth

Procedimiento de siembra para el diseño experimental.

Preparación del lote

Dentro de las principales actividades para la adecuación del lote se tienen las siguientes actividades de labranza:

Descepada:

Se realizó la respectiva labor de descepada en la hacienda El Convenio Suerte 16, fecha 20190119 donde se incorpora residuos de cosecha de siembras anteriores.

Figura 8. Adecuación de suelos: Descepada en el diseño experimental en la hacienda El Convenio Suerte 16



Fuente: D. Sicacha 2019.

Subsuelo:

Mejoramiento de la estructura del suelo en el lote experimental en la hacienda El Convenio Suerte 16, donde se realizó la respectiva labor de subsolada, el día 20190121.

Figura 9. Adecuación de suelos: Subsolada en el diseño experimental en la hacienda El Convenio Suerte 16



Fuente: D. Sicacha 2019.

Arada De Cincel:

Mejoramiento de la estructura del suelo en el lote experimental en la hacienda El Convenio Suerte 16, donde se realizó la respectiva, el día 20190122.

Figura 10. Adecuación de suelos: Arado de cincel diseño experimental en la hacienda El Convenio Suerte 16



Fuente: D. Sicacha 2019.

Rastrillada:

Se realizó la respectiva labor de rastrillada en la hacienda El Convenio Suerte 16, fecha 20190122 donde se procura que la planta tenga un correcto desarrollo, al tener un buen contacto con los sustratos.

Figura 11. Adecuación de suelos: Arado de cincel diseño experimental en la hacienda El Convenio Suerte 16



Fuente: D. Sicacha 2019.

Surco Automático:

Se realizó la respectiva labor de surcado en la hacienda El Convenio Suerte 16, fecha 20190123 donde se procura que la planta tenga un correcto desarrollo y diseño de siembra.

Figura 12. Adecuación de suelos: Surcada en el diseño experimental en la hacienda El Convenio Suerte 16



Fuente: D. Sicacha 2019.

Siembra:

La siembra se realiza el día 20190124, con variedad CC 01-1940 en la hacienda El Convenio Suerte 16, realizando la distribución de los tajos con los esquejes, de acuerdo al diseño experimental, con estacas marcadas de color amarillo y su correspondiente número de distancia de bandereo.

Figura 13. Material de siembra utilizada variedad CC 01-1940.



Fuente: D. Sicacha 2019.

Figura 14. Establecimiento de tratamientos, medición de distancia de bandereo





Fuente: D. Sicacha 2019.

Figura 15. Distribución del material vegetal a la correspondiente distancia de bandereo





Fuente: D. Sicacha 2019.

Figura 16. Distribución de material vegetal presto a siembra.



Fuente: D. Sicacha 2019.

Según la metodología propuesta se capturarán datos de campo cada quince días (15), en las parcelas, realizando el análisis de datos entre mediciones.

Actividad 1:

Preparación y siembra del material vegetal, en inmediaciones de la hacienda El Convenio Suerte 16, corregimiento el bolo, Municipio de Palmira, en la cual de implementaron las siguientes labores de preparación del suelo:

- Subsulado.
- Pasadas de Discos.
- Rastrillada.
- Surcada.

Procedimientos convencionales para la preparación del suelo en siembra de caña de azúcar.

Actividad 2: Se realiza el protocolo de medición para la captura de datos en campo, donde se diligencia en un formato diseñado para este fin, se toman datos de población (10 metros lineales), altura y diámetro de los tallos.

Actividad 3: Esta actividad corresponde a la digitalización y análisis preliminares de la información, donde se pretende evaluar progresivamente el desarrollo fisiológico de los tallos.

Actividad 4: Esta actividad corresponde a la resiembra de los surcos elegidos desde el principio de los tratamientos, donde se pretende comparar el comportamiento de los mismos con la práctica de resiembra.

Actividad 5: Esta actividad corresponde al análisis e interpretación de datos, donde se procesan mediante análisis estadísticos, y se justifican los objetivos pactados.

Metodología de acuerdo a los objetivos planteados:

De acuerdo a lo objetivos propuestos, se describe la metodología para determinar los objetivos propuestos, así:

- ***Evaluar el sistema de bandereo de siembra de caña de azúcar, (*S. officinarum*) a diferentes distancias, donde se determina el número de plantas germinadas y población de tallos molinables en los diferentes sistemas de bandereo.***

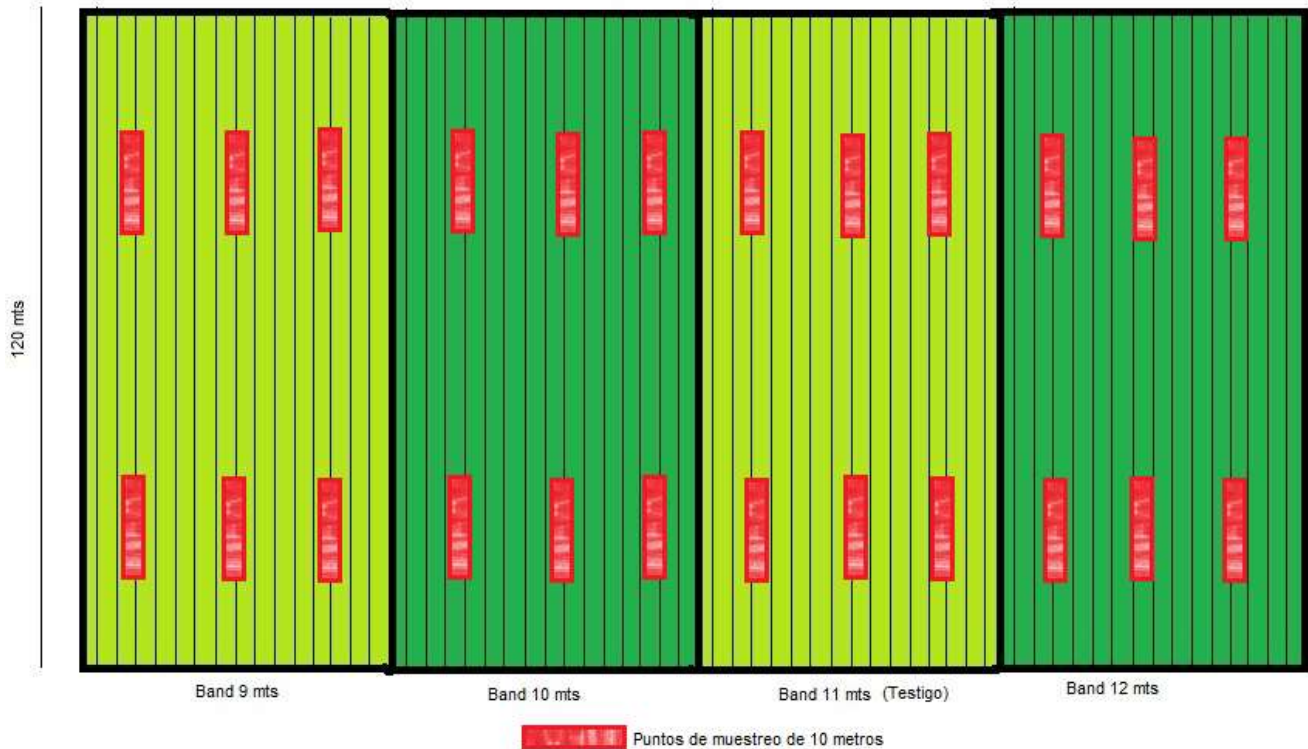
A partir del mes número dos (2) se evaluarán en cada parcela la población de manera aleatoria en referencia al área, estas lecturas se llevarán hasta los seis meses. Se llevará cada treinta días el promedio de cada lectura haciendo un comparativo por bandereo, en el tercer surco de los cinco que hay por tratamiento, esto para no incidir en el efecto de borde en el tratamiento, se miden diez metros de surco y se procede a realizar el muestreo en forma aleatoria, registrando los datos de campo en el respectivo formato de captura de campo (Anexo 1), donde se consigna la fecha, hora, mediciones esenciales para el estudio, donde se utilizan iguales elementos de medición, como flexómetro o báscula. Además, se evaluarán el porcentaje de resiembra por bandereo a los dos meses, comparando el resultado de esta resiembra con los comportamientos de resultados de no-resiembra.

Las variables que se van a evaluar durante el desarrollo del trabajo de campo serian:

- ✓ Población. (10 metros lineales por parcela)

Estas se evaluarían cuando el cultivo de la caña de azúcar cumpla 2 meses y así hasta los 6 meses tiempo donde se determinará los tallos molinables por hectárea.

Grafico 2. Distribución esquema de muestreo de los tratamientos



- ***Comparar los diferentes sistemas de bandereo de 9, 10, 11, y 12 metros lineal, con o sin resiembra.***

De acuerdo a los datos de campo obtenidos en los diferentes ensayos, se procede a realizar un análisis estadístico, mediante un software estadístico con un análisis de varianza en MINITAB (ANOVA MINITAB), se realizará el análisis que usa el ANOVA de dos factores con múltiples comparaciones.

- ***Proponer el mejor sistema de bandereo para la siembra de caña de azúcar.***

Mediante el análisis de los resultados después del proceso estadístico, sumándole el estudio económico de cada ensayo, al realizar resiembra o no, se propone el mejor sistema de bandereo que garantice la población de tallos molinables manteniendo el mejor costo razonable.

8. RESULTADOS

Resultados en el procedimiento de monitoreo:

De acuerdo a los trabajos en campo, se delimitaron los espacios para realizar el monitoreo, de la manera que se realizara la medición en el mismo sector.

Figura 17. Monitoreo inicial en los tratamientos (evaluación de resiembra)



Figura 18. Demarcación de zona de monitoreo



Figura 19. Monitoreo de parcelas.



Análisis estadístico:

Mediante el análisis de varianza de ANOVA por medio de MINITAB, con una confiabilidad del 95% se obtienen los siguientes resultados de análisis estadístico:

ANOVA unidireccional: Bandereo 9 m. Bandereo 10 . Bandereo 11 . Bandereo 12

| Fuente | GL | SC | MC | F | P |
|--------|----|--------|--------|-------|-------|
| Factor | 3 | 4277,9 | 1426,0 | 15,27 | 0,000 |
| Error | 24 | 2241,2 | 93,4 | | |
| Total | 27 | 6519,1 | | | |

S = 9,663 R-cuad. = 65,62% R-cuad. (ajustado) = 61,32%

| Nivel | N | Media | Desv.Est. | ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada |
|-----------------|---|-------|-----------|---|
| Bandereo 9 mts | 7 | 97,91 | 8,96 | (-----*-----) |
| Bandereo 10 mts | 7 | 79,72 | 8,88 | (-----*-----) |
| Bandereo 11 mts | 7 | 73,66 | 9,51 | (-----*-----) |
| Bandereo 12 mts | 7 | 64,02 | 11,14 | (-----*-----) |

-----+-----+-----+-----
60 75 90 105

Desv.Est. agrupada = 9,66

Según el valor de SC hay mayor error o variabilidad entre los tratamientos de bandereo, que al interior de las medidas de cada bandereo, queriendo decir que el error o variabilidad de los datos tomados en campo son confiables.

La hipótesis de diferencia significativa se cumple cuando al interior de los tratamientos hay variabilidad, ósea que el factor P de análisis ANOVA, sea menor de 0,05, con una confiabilidad del 95%; para este caso tenemos que nuestro factor P = 0,000 es menos que 0,05, aceptando la hipótesis de variabilidad, queriendo decir que hay diferencia significativa, donde se puede ver que el bandereo de 9 son diferentes a los bandereo 10, 11 y 12.

Grafico 3. Gráfico de puntos Bandereo 9-10-11-12 mts

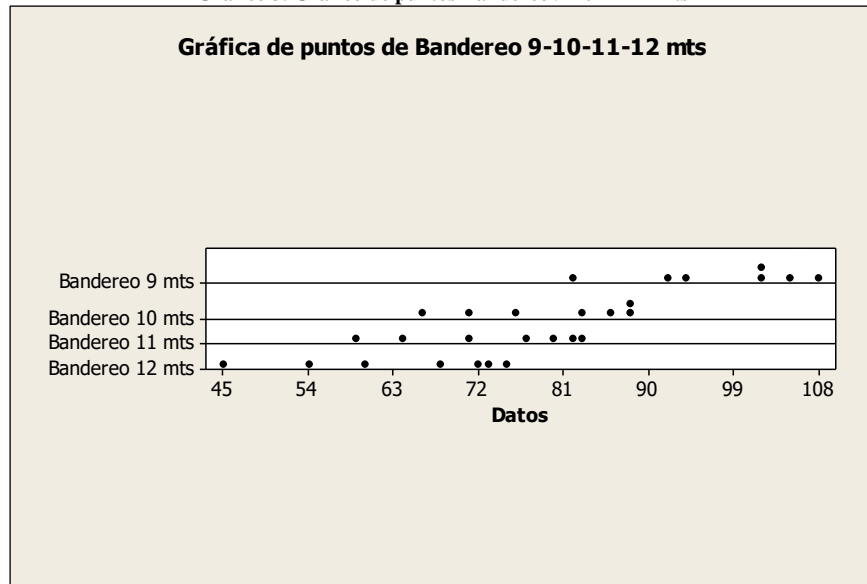


Grafico 4. Histograma de Bandereo 9-10-11-12 mts

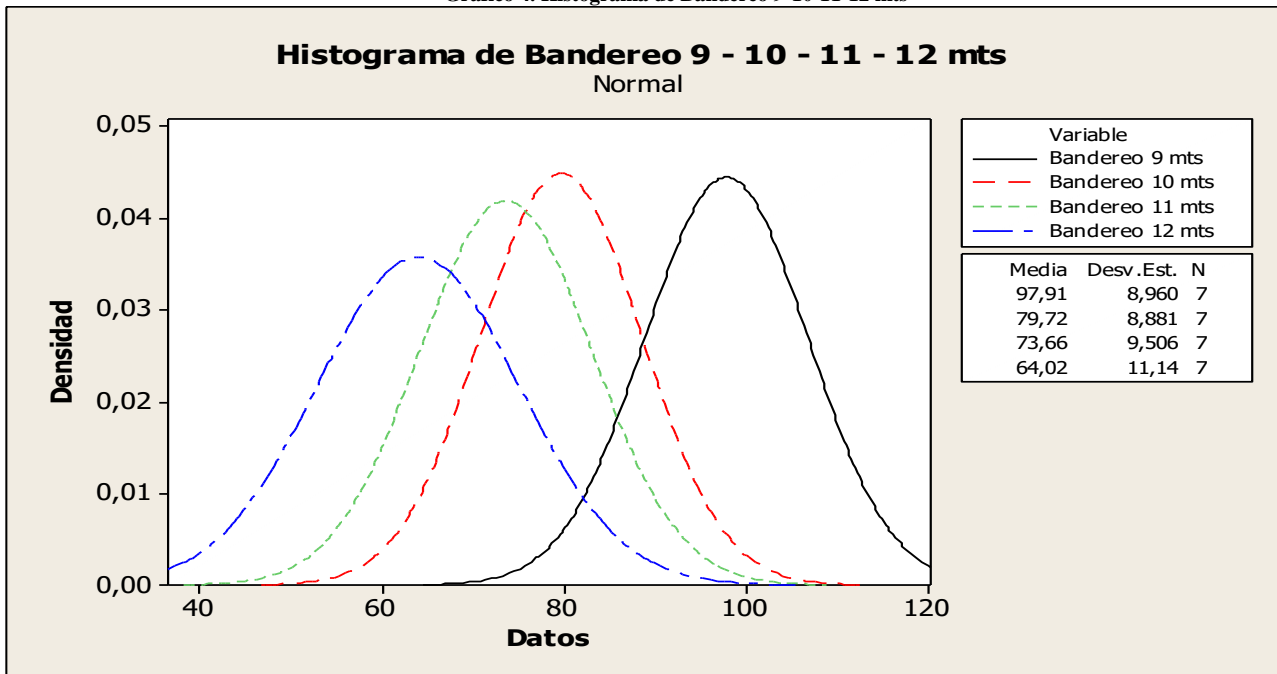


Gráfico 5. Gráfica de intervalos de Bandereo 9-10-11-12 mts

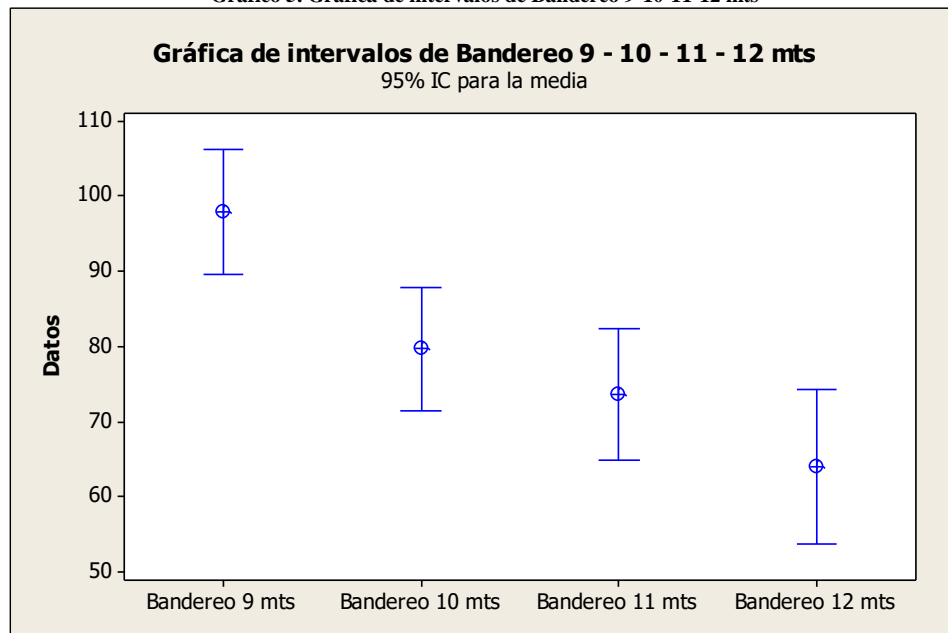
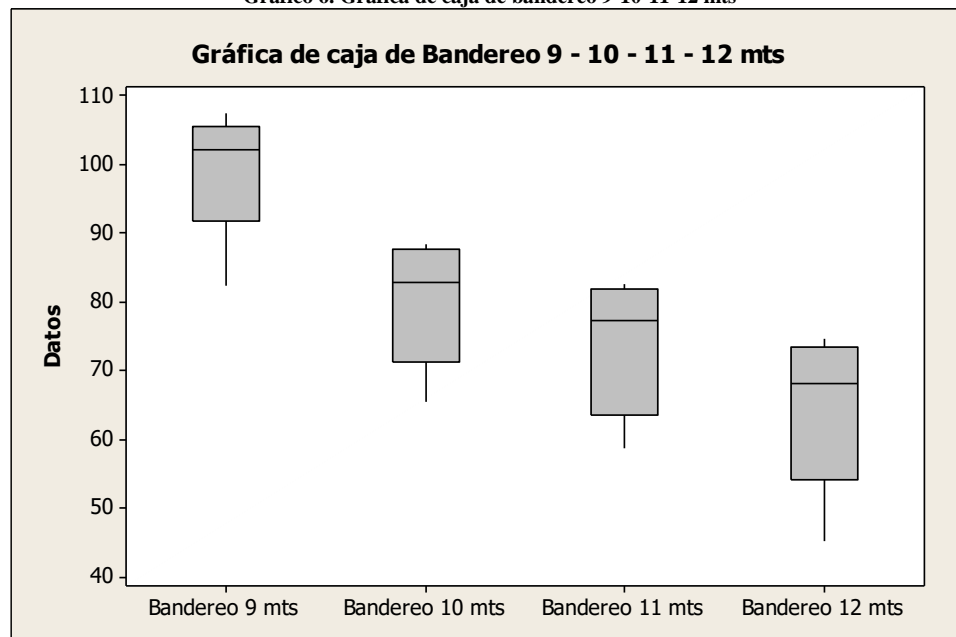


Gráfico 6. Gráfica de caja de bandereo 9-10-11-12 mts



De acuerdo el gráfico 3, se observa que los puntos correspondientes al bandereo de 9 mts, están por fuera de la media o agrupación de los demás bandereo, como lo podemos corroborar en los gráficos 4 y 5, histograma y de intervalos de los bandereo 9-10-11-12 mts, donde el tratamiento o bandereo de 9 metros esta por fuera de la campana de los demás bandereo, o en el intervalo donde la media está por fuera de los intervalos de los demás bandereo.

Resultados de toma de datos:

Según los datos, tenemos que el tratamiento o bandereo de 9 metros nos arrojó que, tiene mayor cantidad de tallos molinables cada 10 metros lineales, con un 102 tallo, 6 tallos más que el bandereo de 10 metros, dejando al bandereo de 12 metros con un valor de 72 tallos molinables, queriendo decir que este bandereo no es conveniente en el momento de la siembra, o en su defecto tendrá que implementar un sistema de resiembra, para complementar la disponibilidad de tallos para corte.

Grafico 7. Comportamiento de los tallos molinables según el bandereo

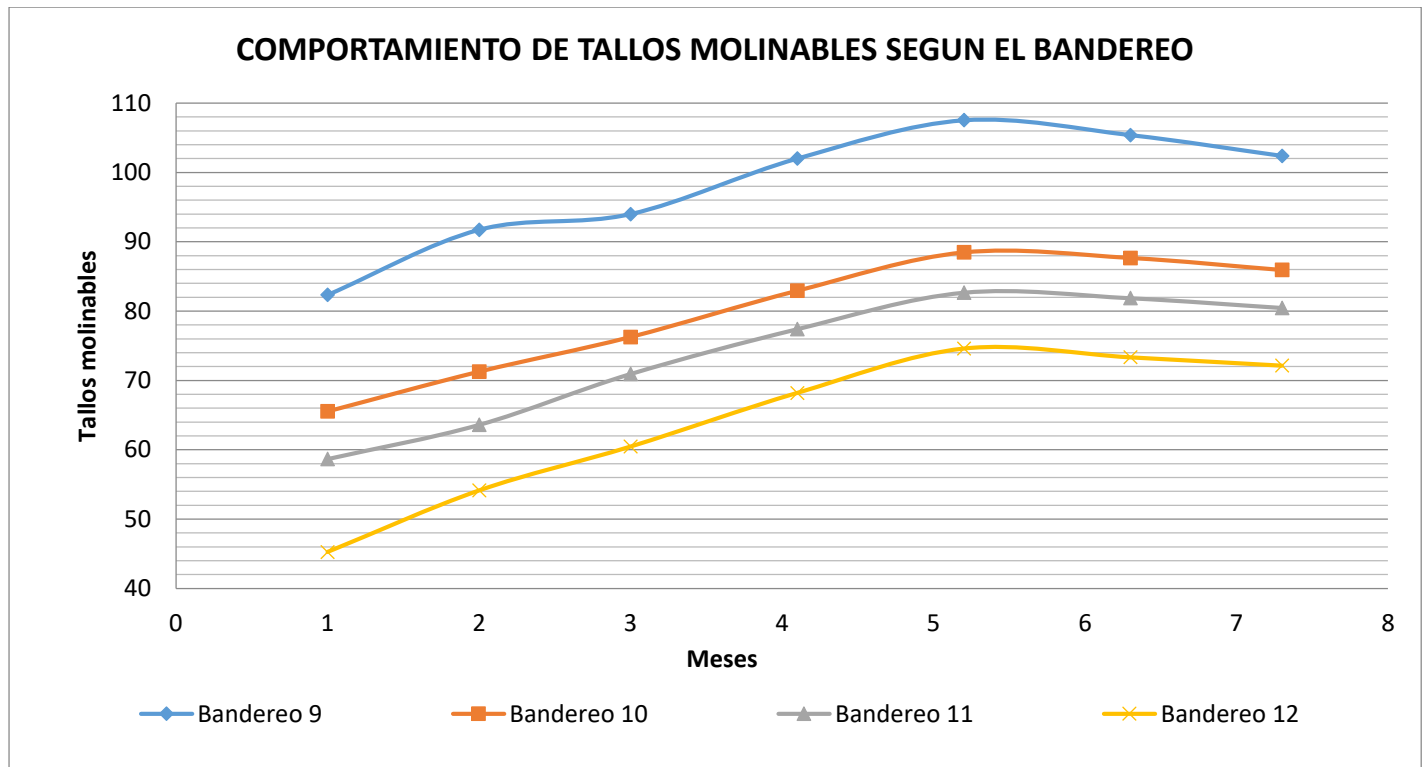


Tabla 2. Análisis de paquetes de acuerdo a bandereo

| Bandereo | Cantidad de paquetes por surcos de 100 mts | Cantidad de paquetes por Ha | Cantidad de tallos molinables en 10 mts según tratamiento | Cantidad de tallos molinables en 1 Ha según tratamiento | Cantidad de tallos ideales molinables en 10 mts | Cantidad de tallos ideales molinables por Ha | Cantidad de tallos necesarios de resiembra por Ha | Cantidad de esquejes si cada esqueje tiene 3 yemas por Ha | Cantidad de Paquetes para resiembra x 30 esquejes por Ha |
|----------|--|-----------------------------|---|---|---|--|---|---|--|
| 9 | 11 | 635 | 102 | 58511 | 100 | 57140 | -1371 | 0 | 0 |
| 10 | 10 | 571 | 86 | 49102 | | | 8038 | 2679 | 89 |
| 11 | 9 | 519 | 80 | 45979 | | | 11161 | 3720 | 124 |
| 12 | 8 | 476 | 72 | 41217 | | | 15923 | 5308 | 177 |

Tabla 3. Análisis de costos de acuerdo a bandereo

| Bandereo | Costo de paquetes y siembra | Costo de siembra paquetes y siembra por Ha | Costo de resiembra por Ha según tratamiento | sobrecosto de siembra por Ha según tratamiento | Costo total de siembra y resiembra de paquetes por Ha |
|----------|-----------------------------|--|---|--|---|
| 9 | \$ 1.600 | \$ 1.015.822 | 0 | 0 | \$ 1.015.822 |
| 10 | | \$ 914.240 | \$ 142.892 | 16% | \$ 1.057.132 |
| 11 | | \$ 831.127 | \$ 198.424 | 24% | \$ 1.029.551 |
| 12 | | \$ 761.867 | \$ 283.076 | 37% | \$ 1.044.942 |

De acuerdo a la Tabla , el consumo de paquetes es proporcional al número de tallos molinables por bandereo, donde se realiza el análisis por hectárea y arroja que el bandereo de 9 metros, no requiere de resiembra y utiliza 635 paquetes por hectárea, mientras tanto el bandereo convencional que es de 11 metros, utiliza 519 paquetes por hectárea, pero con actividades de resiembra, convirtiendo al bandereo de 9 metros, un sistema eficiente pero con inversión inicial de mayor costo, dando por pactado los tallos molinables suficientes para llegar a los 100 talos molinables por 10 metros lineales de surco, así se obtiene los TCH deseados en la caña de azúcar, es también asegurar que el bandereo de 12 metros, tiene un sobre costo del 37 %, para mejorar los tallos molinables disponibles a cosecha.

9. ANÁLISIS DE RESULTADOS

De acuerdo al comportamiento final de los tratamientos o bandereo, a los 7,3 meses de cotejo, se puede observar que el tratamiento correspondiente a bandereo cada 9 metros, posee la mayor cantidad de tallos molinables, pero incurre en un gasto adicional de 3 paquetes con relación a los demás tratamientos o bandereo tradicionales, asegurando la no utilización de resiembra, se observa que al realizar el bandereo a 9 metros, es más costoso que los demás, pero en materia de resiembra se concluye que posee menos inversión que los demás por no tener actividad de resiembra, ya que contabiliza los 100 tallos ideales por cada 10 metros de surco, teniendo a el tratamiento tradicional, bandereo de 11 metros, como opción, ya que la utilización del bandereo, va de la mano con la calidad del material vegetal utilizado en la siembra, donde por adecuaciones de suelos, y un correcto manejo hídrico, se aumenta la germinación de este bandereo, aumentando en un 10% del convencional, dando así la decisión de ejecutar la resiembra o no.

11. CONCLUSIONES

El bandereo de 9 metros, es el sugerido para el sistema de siembra convencional, donde se convierte en un bandereo eficiente, sin uso de resiembra, pero costoso, adicionalmente se asegura que el bandereo de 11 metros, mejora las condiciones de germinación llegando a ser rentable.

Los datos obtenidos en la práctica fueron acordes a la investigación, con coeficientes de error bajos entre tratamientos o bandereo, pero diferenciando por medio del análisis estadístico el bandereo más eficiente, hablando en términos de tallos molinables.

8 BIBLIOGRAFÍA

- ASOCAÑA. (2018). *Sector azucarero colombiano en la actualidad*. Recuperado el 27 de 04 de 2019, de <https://www.asocana.org/publico/info.aspx?Cid=215>
- Bustamante, J. (2015). *LA CAÑA DE AZUCAR (Saccharum officinarum) PARA LA PRODUCCIÓN DE PANELA. CASO: NORDESTE DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA*. Recuperado el 26 de 04 de 2019, de UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA. UNAD: [http://www.panelamonitor.org/media/docrepo/document/files/la-cana-de-azucar-\(saccharum-officinarum\)-para-la-produccion-de-panela.-caso-nordeste-del-departamento-de-antioquia.pdf](http://www.panelamonitor.org/media/docrepo/document/files/la-cana-de-azucar-(saccharum-officinarum)-para-la-produccion-de-panela.-caso-nordeste-del-departamento-de-antioquia.pdf)
- Calderón, H., & Viveros, C. A. (1995). Recuperado el 27 de 04 de 2019, de Siembra en CENICAÑA El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia Cali: http://www.cenicana.org/pdf_privado/documentos_no_seridados/libro_el_cultivo_cana/libro_p131-139.pdf
- CENICAÑA. (2016). *Zonificación agroecológica (cuarta aproximación) 2011*. Recuperado el 27 de 04 de 2019, de <http://www.cenicana.org/web/agronomia/item/490-zonificacion-agroecologica-cuarta-aproximacion>
- Digonzelli, P. A., Giardina, J. A., Casen, S. D., & Alonso, L. G. (Julio de 2009). *PLANTACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR Recomendaciones generales*. Recuperado el 27 de 05 de 2019, de https://www.researchgate.net/publication/263075010_CAPITULO_5_PLANTACION_DE_LA_CANA_DE_AZUCAR_Recomendaciones_generales/download
- MAG. (1991). *Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica*. Recuperado el 26 de 04 de 2019, de Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. Ministerio de Agricultura y Ganadería, San: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-0658cana.pdf>
- Osorio, G. (2007). *Manual tecnico BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS -BPA- Y BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA -BPM EN LA PRODUCCIÓN DE DE CAÑA Y PANELA*. Recuperado el 27 de 04 de 2019, de CORPOICA - FAO - MANA: <http://www.fao.org/3/a-a1525s.pdf>
- Rodríguez, C. A., & Daza, O. H. (1995). *Preparación de Suelos, CENICAÑA. El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia, Cali, CENICAÑA, 1995. p.109-114*. Recuperado el 27 de 04 de 2019, de

http://www.cenicana.org/pdf_privado/documentos_no_seriados/libro_el_cultivo_cana/libro_p109-114.pdf

Viveros, C. A., & Calderón, H. (1995). *CENICAÑA*. Recuperado el 27 de 04 de 2019, de Siembra: http://www.cenicana.org/pdf_privado/documentos_no_seriados/libro_el_cultivo_cana/libro_p131-139.pdf

Mora, C., (s.f) Apuntes sobre el origen cultivo de la caña director Corpioca Regional 7 Recuperado de: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/20422/80726_23906.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (S.F) Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en la producción de caña y panela Recuperado de: https://www.google.com/search?rlz=1C1CHZL_esCO766CO766&ei=-5anXaOCDMeC5wK4qLbADA&q=fao+significado&oq=fao&gs_l=psy