

**Análisis de la productividad en las labores de resiembra y despaje de la caña de azúcar
(*Saccharum officinarum* L), en el Ingenio Pichichi S.A**

Leonardo Andrés López Trujillo

Directora

María Del Carmen Garcés MSc (C)

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuaria y del medio Ambiente ECAPMA

Programa de Agronomía

Palmira

2020

Nota de Aceptación:

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Palmira, 2020

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios y a mi familia, por ser fuentes de inspiración en cada paso de mi camino, es la fe la que me guía y el amor de los míos la fuerza que me soporta.

Agradecimientos

Agradezco inmensamente a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD por formarme integralmente en esta hermosa carrera, a los docentes por compartir todo su conocimiento conmigo, a mi familia por su apoyo constante, a mis amigos por estar en los buenos y malos momentos, a mi asesora que con dedicación me ha guiado. A todos ellos mil y mil gracias

Tabla de contenido

Introducción	11
Planteamiento del problema.....	13
Pregunta problematizadora.....	14
Justificación.....	14
Objetivos.....	16
Objetivo general.....	16
Analizar la productividad en las labores de resiembra y despaje de la caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L), en el Ingenio Pichichi S.A.	16
Objetivos específicos	16
Marco conceptual y teórico.....	17
Maximización de la productividad en las labores de Resiembra y Despaje	17
La Resiembra	19
Despaje de residuos	20
Calidad de caña de azúcar.....	20
La Producción de caña de azúcar.....	22
Adecuación del terreno.....	23
Preparación del terreno	23
Materiales y métodos.....	30

Producción de caña.....	32
Rentabilidad del cultivo:.....	32
Resultados y análisis.....	34
Conclusiones	49
Recomendaciones	51
Referencias Bibliográficas	52

Lista de tablas

<i>Tabla 1.</i> Descripción de los tratamientos implementados.	31
<i>Tabla 2.</i> Variación en Cifras de toneladas de caña por hectárea en el proceso de resiembra..	41
<i>Tabla 3.</i> Cifras de toneladas de caña por hectárea en el proceso de despaje	42
<i>Tabla 4.</i> Tiempos óptimos de resiembra.....	44
<i>Tabla 5.</i> Tiempos óptimos de Despaje	44

Lista de figuras

<i>Figura 1.</i> Finca la Margarita	35
<i>Figura 2.</i> Finca Buenos Aires	36
<i>Figura 3.</i> Finca La Matilde	37
<i>Figura 4.</i> Finca Santa Martha	38
<i>Figura 5.</i> Finca Garachine	39
<i>Figura 6.</i> Gráfico de Toneladas de caña por hectárea en el proceso de resiembra	41
<i>Figura 3.</i> Gráfico de Toneladas de caña por hectárea en el proceso de despaje.....	42

Resumen

Palabras clave: productividad, resiembra, despaje, caña de azúcar

El presente estudio se efectúa tomando como objetivo principal analizar la productividad en las labores de resiembra y despaje de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L), en el Ingenio Pichichi S.A. Dado que, la caña de azúcar es de suma importancia y de alta relevancia en la economía de Colombia, participando en las últimas décadas en el sector agroindustrial del país, siendo un sector superávit comercial con las toneladas de azúcar exportadas para Latinoamérica, África y Europa. La política cambiaria y el comportamiento de los precios de compra y venta en entorno del sector agroindustrial de la caña de azúcar favorecen el fortalecimiento del país en el ámbito internacional. La inclusión de la agroindustria del sector cañicultor en una economía globalizada requiere el acomodo a las dinámicas y difíciles situaciones de la economía del país, siendo obligada a aumentar la eficiencia en un ambiente de fuerte competitividad. De esta forma, haciendo uso de una metodología cuantitativa correlacional, se opta por desarrollar un comparativo que permita evaluar el impacto de la producción en diferentes zonas y lotes cultivados en caña de azúcar en el ingenio Pichichi; los datos de cada una de las suertes se tomarán de los registros de producción y ejecución de las labores realizadas en cada ciclo de levantamiento del cultivo de caña de azúcar obtenidos durante los años 2009 y 2018.

Abstract

Key words: productivity, reseeding, clearing, sugar cane

The present study is carried out with the main objective of analyzing the productivity of replanting and clearing sugar cane (*Saccharum officinarum* L), at Ingenio Pichichi S.A. Given that sugar cane is of utmost importance and highly relevant to the Colombian economy, participating in recent decades in the country's agro-industrial sector, being a trade surplus sector with tons of sugar exported to Latin America, Africa and Europe . The exchange rate policy and the behavior of purchase and sale prices in the sugarcane agro-industrial sector favor the strengthening of the country in the international arena. The inclusion of the agro-industry of the sugar cane sector in a globalized economy requires accommodation to the dynamic and difficult situations of the country's economy, being forced to increase efficiency in an environment of strong competitiveness. In this way, making use of a correlational quantitative methodology, it was decided to develop a comparative that allows evaluating the impact of production in different areas and lots cultivated in sugar cane in the Pichichi mill; The data for each of the lots will be taken from the production and execution records of the work carried out in each cycle of lifting the sugar cane crop obtained during the years 2009 and 2018.

Introducción

La industria azucarera en Colombia representa un producto de alto impacto en la economía nacional, lugar que ha alcanzado a través de años de transformaciones caracterizados por la innovación tecnológica y científica en las diferentes técnicas inmersas en el proceso agrícola de producción de la caña de azúcar. En este sentido, es importante el análisis de las diversas actividades involucradas en el proceso agrícola, por cuanto, de ellas depende el cumplimiento de los objetivos propuestos por la empresa en esta área, y cuya efectividad y eficacia se encuentran sujetas a una serie de complejos factores vinculados con las características del terreno, el cumplimiento de cada una de las actividades, el uso de materias primas de óptima calidad y ante todo la ejecución en los tiempos específicos entre otros aspectos.

Se analizan entonces, en este estudio las actividades de resiembra y despaje efectuadas en el Ingenio Pichichi S.A, con ánimo de profundizar en el conocimiento de estas fases relevantes del proceso agrícola, para el análisis de la forma como se efectúan las mismas, la productividad generada en cada aspecto y el tiempo en el que se está realizando cada actividad en las zonas seleccionadas para la evaluación del cumplimiento o no de los tiempos establecidos.

En el capítulo uno se presenta el planteamiento del problema y la justificación del proyecto; en el capítulo dos se especifican los objetivos, tanto el general como los específicos. En el capítulo tres se expone el marco conceptual y teórico, desde diferentes autores y entidades especializadas en la caña de azúcar. En el capítulo cuatro se indican los materiales y métodos del estudio, indicando la descripción del experimento, tratamiento, la caracterización del área de estudio, las variables y el análisis estadístico.

En el capítulo cinco se exponen los resultados del estudio atendiendo el desarrollo de cada objetivo planteado y en el capítulo seis se exponen las conclusiones; y finalmente en el capítulo siete se presentan las recomendaciones planteadas.

Planteamiento del problema

La producción azucarera se encuentra compuesta fundamentalmente por dos procesos fundamentales, el agrícola y el industrial. En el presente estudio se aborda el proceso agrícola, en consideración por cuanto, el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en la actualidad es uno de los cultivos de mayor importancia económica y social para Colombia, siendo representativo de la región del Valle del Cauca.

Sin embargo, en el proceso agrícola se pueden presentar complejas problemáticas que obstaculizan la labor, como se evidencia en este caso del departamento de Antioqueño:

Uno de los problemas más importantes de los productores de caña antioqueños es que no le están dando un manejo adecuado a los cultivos, ya que trabajan de manera obsoleta, no reciben capacitación sobre BPM, no le dan buen manejo a los fertilizantes y la mayoría de los productores no realizan análisis de suelos, por lo cual no conocen las características físico químicas de los suelos de sus fincas (López, 2015. p.1).

Acorde a lo expuesto, en el presente estudio se identifica una problemática calra, por cuanto, la caña de azúcar (*saccharum officinarum*) se ve expuesta a la caída de la producción como una constantemente en el Ingenio Pichichi, y actualmente no se cuenta con una explicación contundente que prepare a la empresa frente a futuros faltantes de caña para su producción. Así, basados en que una de las probables causas fuese la oportunidad en la ejecución de las labores de levantamiento de la plantación, principalmente en las labores de Resiembra y despaje, se

considera en este estudio ambas actividades con ánimo de analizar el comportamiento de los mismos, y las variables operativas asociadas dichas labores,

De esta forma, en el presente proyecto aplicado, se analizará que factores afectarían la caída de la producción y en su defecto la disponibilidad de caña en el ingenio Pichichi. Estos aspectos se relacionan con las labores culturales de levantamiento que se realiza en cada en las plantaciones, las labores como: despaje y resiembra y cuentan con tiempo establecido de realización, teniendo efecto en la producción ya sea positiva o negativa acorde a la puntualidad.

Pregunta problematizadora

¿Cómo analizar la productividad en las labores de resiembra y despaje de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L) en el Ingenio Pichichi S.A.?

Justificación

A lo largo de los años el Ingenio Pichichi ha venido avanzando con metodologías que logren impactar la caída de producción, por ello se debe establecer y analizar indicadores en busca de una solución innovadora para evitar pérdidas de los cultivos y lograr una rentabilidad sostenible para la compañía.

Un sinnúmero de ejercicios realizados por técnicos y administradores de la compañía, se evidenciaron un sinnúmero de probables causas de la disminución de la producción; las

reflexiones de este análisis confluyen en que las altas precipitaciones en tiempos determinados, favorecieron el pisoteo de los campos, afectando así las cepas, el rebrote de las socas, la preparación de campos en la renovación de plantaciones y otros. Esto condujo a evidenciar que los factores ambientales de la región pueden estar incidiendo en la producción en una medida mayor de lo que podría atribuirse a las acertadas decisiones agronómicas o a las buenas prácticas agrícolas; es difícil intuir cuánto influye la una o la otra en las producciones, se estiman que el comportamiento del clima determina un gran porcentaje la producción y el resto depende de las labores que ingenieros agrícolas, ingenieros agrónomos, tecnólogos, técnicos y trabajadores hagan por la plantación en el campo (Castillo & Garces, 2015).

A raíz de la problemática se considera importante tener alternativas para tomar decisiones más acertadas en la operación de labores culturales en la plantación del sector agroindustrial de la caña de azúcar, sin que este afecte la rentabilidad derivada de la baja productividad y altos costos en la producción, del mismo modo se aporta a la desaceleración de la degradación de suelos compactados de los cultivos con caña de azúcar en el ingenio Pichichi. Para ello se precisa analizar y modelar un sistema que permita realizar las operaciones en el cultivo identificando los efectos que esto, tendrían; mitigando así el impacto de baja producción y la rentabilidad del cultivo.

Objetivos

Objetivo general

Analizar la productividad en las labores de resiembra y despaje de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L), en el Ingenio Pichichi S.A.

Objetivos específicos

- Evaluar las variables operativas asociadas a las labores de Resiembra y despaje del cultivo.
- Analizar las diferencias en la productividad en las labores de Resiembra y despaje para la comprensión de los factores implícitos en estos procesos
- Determinar los efectos de la ejecución a tiempo de las labores de Resiembra y despaje para determinar fortalezas y debilidades.

Marco conceptual y teórico

Acorde a las variables de estudio especificadas para esta investigación, se elabora el presente contexto teórico. En este sentido, se determina inicialmente la forma como se efectúa la producción de caña de azúcar y la maximización de la productividad en las labores de resiembra y despaje.

Maximización de la productividad en las labores de Resiembra y Despaje

Abordar la maximización de la productividad en el contexto de las empresas agrícolas, puede efectuarse desde dos contextos fundamentales, la primera se dirige al análisis del enfoque macroeconómico, que permite el establecimiento de indicadores en relación a la macroeconomía, y que sirven de referencia para el análisis particular de la actividad productiva de la empresa. La segunda que es la que ocupa el presente estudio se dirige al análisis interna de la productividad y de cada una de las actividades que a ella concierne, En este sentido el presente estudio, analiza la maximización de la productividad desde dos labores claves de la producción de la caña de azúcar, la resiembra y el despaje, por cuanto “La actividad agrícola también se puede analizar y medir tomando como referencia los tres principios de la producción -maximizar la producción y minimizar los costos, la máxima eficacia económica y la máxima ganancia- recurriendo a indicadores que midan la productividad, la rentabilidad y la eficiencia entre otros” (Infante, 2016)

Ahora bien, la producción agrícola refiere factores fijos como son la tierra, capital, y el trabajo, pero también implica factores variables energía eléctrica, diésel, refacciones, semillas, fertilizantes y otros factores como son la tecnología, apoyos gubernamentales, conocimiento, aspectos que en conjunto influyen y determinan el valor de la producción. Ahora bien, cuando el estudio de la producción busca una maximización de la producción, esta se efectúa con en torno al principio de eficacia económica, en la cual se debe establecer la mejor combinación de los factores productivos para conseguir el máximo de 'eficacia económica', aspecto en el que la reducción del costo se encontrará en el análisis de cada uno de los factores implícitos en el proceso productivo.

De esta forma, la organización debe plantearse sus funciones de producción de acuerdo a lo planteado por Infante (2016):

- a) Maximizar la producción minimizando los costos principio de rendimientos decrecientes
- b) La máxima eficacia económica cuando combina de manera eficaz sus factores fijos y variables en el corto y largo plazo.
- c) La máxima ganancia cuando la razón ingresos/costos es positiva y grande (p.34)

De manera holística es fundamental indicar que el proceso de producción agrícola en términos generales consta de las actividades básicas como son la preparación de la tierra, fertilización, siembra, riego, control de plaga, cosecha, almacenamiento y distribución entre otros y de cuyo análisis depende la maximización de la productividad en la producción del producto, que para efectos de este estudio refiere el cultivo de caña de azúcar, en relación concreta a la resiembra y despaje.

La Resiembra

Esta actividad es parte fundamental del proceso agrícola de la caña de azúcar “La resiembra consiste en plantar nuevamente cepas o tallos en los sitios donde el material no germinó o las plantas se perdieron después del corte” (Porras, 2013). Existen diversas tipas de resiembra que son especificadas por Porras (2013) como son:

Resiembra con trozos de tallos: vario acorde al tipo de material que se utilice.

Resiembra con rebrotes o cepas: Se utiliza en socas, se seleccionan cepasa sanas y vigorosas en una solo plantación, puede ser utilizada a 30 días después de la siembra.

Resiembra con yemas pre germinadas: Esta resiembra consiste en plantar yemas en bolsas plásticas, las cuales pueden resembrar áreas de socas hasta 20 días después del corte.

De manera holística, las resiembras radican en plantar espacio donde no hubo desarrollo de la cepa o desaparición debido a daños causados por la cosecha, estas resiembras se ejecutan con semilla o esquejes plantando en un hueco realizado con pala o barretón. Otra manera de llevarla a cabo es con rebrotes o parte de macollo de una cepa, este material se planta igual que el anterior. El desarrollo de esta práctica está ligado al riego, después de ser plantado se deben regar con mayor frecuencia para su óptimo crecimiento.

Las resiembras radican para plantar en espacio donde no hubo desarrollo de la cepa o desaparición debido a daños causados por la cosecha, estas resiembras se ejecutan con semilla o esquejes plantando en un hueco realizado con pala o barretón. Otra manera de llevarla a cabo es con rebrotes o parte de macollo de una cepa, este material se planta igual que el anterior. El

desarrollo de esta práctica está ligado al riego, después de ser plantado se deben regar con mayor frecuencia para su óptimo crecimiento.

Despaje de residuos

Esta actividad tiene como objetivo aislar el residuo de la cosecha de los surcos o de las socas que renacerán para el nuevo levante, se realiza de manera manual o mecánica, cuando es mecánica se utiliza un tractor liviano que oscila entre 70 y 90 HP con el implemento llamado despajadora, este permite acomodar de manera perpendicular al surco. “El despaje es la práctica que consiste en remover la paja o resinaos de cosecha en los surcos o sitios en los cuales debe crecer la caña. La manera como se hace depende del clima y la topografía” (Buenaventura, 1998).

Cuando se realiza el despaje de manera manual se efectúa con una herramienta de menor complejidad, llamada gancho o garabatos de metal, ejecutando la misma labor separando el residuo de la capa próxima a macollar.

Calidad de caña de azúcar.

El procesamiento de la caña de azúcar para la obtención de la sacarosa empieza realmente en el campo. La variedad de caña, el suelo en el cual se cultiva, las prácticas de manejo que incluyen las dosis y épocas de aplicación de los fertilizantes y el grado madurez de la caña de azúcar, determinan la calidad del material producido. La caña con óptima calidad da mayores

rendimientos fabriles para beneficio, tanto de los ingenios como de los cultivadores del sector azucarero (Larrahondo, 1995).

Para establecer una plantación de caña de azúcar se deben realizar actividad de manera cíclica para iniciar el proceso de levantamiento, ciertas actividades que se resumen en la adecuación y preparación de los terrenos, están se realizan acorde a los diseños surgidos por los levantamientos topográficos previos, y estudios hidrológicos y agrológicos, principalmente. (Risaralda, 2006), Posterior la siembra por medio de la semilla.

La labores de levantamiento en la plantación de caña de azúcar está compuesto por diferentes actividades y se ejecutan de forma constantes, incluyen el conjunto de labores manuales, mecánicas y/o químicas; estas labores se realizan posterior a la siembra (plantillas) o después de la cosecha (socas) con el objetivo de permitir la máxima expresión del potencial productivo de los cañaverales, tanto de caña como de azúcar por unidad de superficie, maximizando asimismo los beneficios económicos y contribuyendo a la conservación y sustentabilidad-dad del agro ecosistema (Digonzelli et al., 2009).

El objetivo de realizar estas actividades es:

- Mejorar las condiciones físicas de los suelos (encostramiento superficial, compactación, pie de arado, etc.).
- Mejorar la infiltración, la captación y retención de agua y la aireación del suelo.
- Preparar el terreno para la aplicación del riego y para la cosecha.
- Aplicar los fertilizantes.
- Controlar o manejar las malezas (Digonzelli et al., 2009).

La Producción de caña de azúcar

En la actualidad la producción agrícola de la caña de azúcar tiene un alcance determinante en el ámbito industrial a nivel mundial. De acuerdo con la Organización Internacional del Azúcar (OIA), más de un centenar de países intervienen en la oferta mundial de azúcar, ya sea a partir de caña de azúcar (el 78,7%) o de remolacha (el 21,3% restante). En Este sentido “La producción mundial en 2017/2018 se ubicó en las 179 Mill/tn, de las cuales 139 Mill/tn corresponden a azúcar de caña y los 40 Mill/tn restantes fueron de azúcar de remolacha” (De Bernardi, 2019).

Contextualizados los indicadores mundiales de producción de caña de azúcar es importante conceptualizar este cultivo, ya que, “pertenece a la familia de las poáceas, del género *Saccharum*. En la actualidad las variedades cultivadas son híbridos de la especie *officinarum*” (De Bernardi, L., 2019), la producción de este producto se efectúa de forma cíclica, a través de etapas como la adecuación y preparación de los terrenos, “las cuales son efectuadas de acuerdo a los diseños surgidos por los levantamientos topográficos previos, y estudios hidrológicos y agrológicos, principalmente” (Risaralda, 2006).

Ahora bien, las labores de levantamiento en la plantación de caña de azúcar se encuentran dividida en diversas actividades que se desarrollan de manera continua, entre ellas se encuentran inmersas un conjunto de labores manuales, mecánicas y/o químicas que son realizadas luego de la siembra o después de la cosecha, teniendo como finalidad como lo indica Digonzelli et al., (2009) potenciar la productividad de los cultivos de caña, permitiendo una maximización de los

beneficios económicos y aportando significativamente en la preservación y sustentabilidad del agro ecosistema.

A continuación, se especifican las fases relacionadas con la producción de la caña de azúcar:

Adecuación del terreno

En el departamento del Valle del Cauca, el ciclo de producción inicia con la adecuación del terreno, lo que se efectúa a través de un levantamiento plan métrico y altimétrico, esta etapa del cultivo refiere gran inversión y exige una planeación rigurosa, de esta forma surgen en esta etapa “la infraestructura hidráulica, las vías de tránsito, el estudio y ejecución de drenaje y surcado de la plantación” (Cruz & Mario, 1995).

Ahora bien, realizar un estudio de suelos refiere un diseño de campo que proporciona datos claves de la serie de suelo, y las propiedades físicas que les caracteriza como son densidad, textura, porcentaje de humedad, pH, conductividad eléctrica, Capacidad de intercambio catiónico, conductiva hidráulica, y químicas (macronutrientes y micronutrientes).

Preparación del terreno

Por su parte, Rodríguez & Daza, (1995) especifican que una adecuada preparación del terreno debe realizarse acorde a cuatro operaciones de campo básicas, estos son una semilla con buen desarrollo, óptimo desarrollo del cultivo y el ambiente ideal, y la pertinente relación entre el suelo, aire, planta. De manera holística, la preparación de suelos permite eliminar los residuos de

cultivos previos, aumenta la capacidad de infiltración y retención de agua en el terreno, permite la des compactación por la maquinaria y permite la penetración de raíces. La preparación del terreno posee pasos claves que se enuncian a continuación:

La Descepada: en la cual se eliminan los residuos del cultivo anterior, es efectuado usando maquinaria pesada (tractor y rastrillo).

Subsolado: Se presenta al roturar el suelo con una herramienta que es ayudada por un tractor con capacidad de 250 y 300 HP, cuya profundidad es de 60 cm; esta herramienta des compacta el suelo, favoreciendo la relación agua-aire y la estructura del suelo.

Arado: En la cual se emplea un tractor con capacidad mayor a 200 HP con un implemento de puntas que quiebra el suelo y lo rota con una profundidad mayor a 30 cm.

Rastrillada: Actividad en la que se pulen los grandes terrones que puedan haber quedado de actividades previas, en él se emplean un tractor de una capacidad mayor a 210 HP, y se acompaña con una herramienta conformada por discos.

Surcada: En esta actividad termina la labor de preparación, consta de realizar los surcos en dirección prevista en el diseño de campo, allí se depositará la semilla para su germinación y desarrollo del cultivo.

Siembra de caña de azúcar

La siembra implica un importante proceso importante, que se ejecuta con el mismo material vegetal del mismo cultivo. Victoria Et al (2013) destaca la relevancia de diversificar la genética con el fin de mejorar la productividad.

Siembra con trozos o esquejes: el material vegetativo es cortado con una longitud entre 50 y 60 cm, esta semilla proviene del cultivo cuyo manejo es más estricto en cuanto enfermedades se refiere, son cortados aproximadamente en 7 y 9 meses de edad del cultivo, son puestos traslapados al fondo del surco, siendo este tapado al final de manera manual y mecánica.

Siembra con plántulas: Las plántulas con raíces desarrolladas se preparan del medio in vitro y se siembran en un sustrato pasteurizado, estas son sembradas en el campo manualmente con una distancia de cada de 50 centímetro (Victoria & Calderón, 1995).

Control de Malezas

Las malezas se consideran como toda planta que crece fuera de su sitio e invade otro cultivo, esta causa efecto negativo. Se caracterizan por su capacidad para sobrevivir en condiciones ambientales adversas; las de hoja ancha y angosta, gramíneas y ciperáceas son las que más se presentan (Gómez, 1995). Para controlar de manera rápida y eficiente las malezas se recomienda tener en cuenta los siguiente: “(1) las especies de malezas más predominantes, (2) el área y localización de la invasión de malezas, (3) el estado de desarrollo de las malezas y su relación

con el crecimiento del cultivo, (4) el equipo disponible para el control y (5) las condiciones de clima y el contenido de humedad en el suelo para iniciar el control”. Existen varias alternativas para controlar las malezas, de manera manual, mecánica y de forma química (Gómez, 1995).

Fertilización

La fertilización es una de las practicas más importantes del cultivo de caña de azúcar, por medio de esta labor la planta se alimenta de los nutrientes. (Tisdale & Nelson, 1966) explican que las plantas absorben los nutrientes por medio de las raíces, existen 16 elementos nutritivos para la caña de azúcar: C, H, O₂ no son minerales y la planta los toma del CO₂ y del agua, los restantes como macronutrientes son N, P, K, Ca Mg, S, y los otros micronutrientes que se requieren en menor cantidad son Br, Cl, Fe, Mn y Mo. La aplicación de estos nutrientes se realiza de manera manual con la práctica al voleo; que consiste en arrojar el abono al suelo, y de forma mecánica por medio de un tractor cuya capacidad es superior a 210 HP con su respectiva abonadora.

Roturación

Es una labor que se realiza con frecuencia en el levante y en el momento de la preparación, cuyo objetivo es descompactar el suelo. (Gutiérrez, 1995) argumenta que la superficie compactada se rotura con un subsolador (Implemento adherido al tractor) mejorando la

permeabilidad del suelo y la estructura de suelo para el desarrollo eficiente de las raíces. Este se hace no mayor a 50 cm de profundidad, utilizando tractores entre 130 a 190 HP.

Labor del cultivo

“Él aporque en la caña es importante en zonas con alta precipitación y suelos de texturas finas, ya que crea un desnivel de 15 a 20 cm entre el fondo de la calle y las cepas de la planta, lo cual evita que el exceso de agua cubra estas últimas e impida el rebrote. En forma adicional, esta labor facilita el riego por surcos y reduce el daño de la maquinaria sobre las cepas. Existen equipos por surcos y reduce el daño de la maquinaria de la cepa, integrado que permiten cultivar, aporcar y fertilizar en un solo pase de tractor” (Gutiérrez, 1995).

Riegos

Para la caña de azúcar el riego es una actividad casi obligatoria en gran parte del sector cañicultor, debido a que en el valle geográfico del río Cauca la precipitación oscila entre 700 y 1500 mm anualmente. Las mayores precipitaciones que se presentan ocurren de marzo a mayo y de octubre a noviembre. Por tal motivo, en gran parte del año el requerimiento del riego se hace de manera rutinaria. El requerimiento total de agua para la caña de azúcar varía de acuerdo al tipo de suelo, a la variedad y la condición de la planta (Evo transpiración) el cual es regido por balance hídrico de la plantación, el valor oscila entre 600 Y 2000 mm por cada riego efectuado en el cultivo. Existen diferentes fuentes de agua para desarrollar el riego, una de los principios de

menor costo es fuente superficial o acequia con corriente, la cual es utilizada de manera fácil, aprovechando la pendiente de donde proviene. Otra es a través de bombeo (Pozo con motor, bomba y motobomba) extraída de un pozo profundo o de un río cercano.

Maduración

Villegas y Arcila, (1995) argumentan que cuando las condiciones naturales no son favorables para la maduración de la caña de azúcar, es viable inducirla aplicando productos químicos comúnmente llamados madurantes. La aplicación nos la cuentan Villegas y Arcila para el año 2003 con avionetas que utilizan “micronairs” como aspersores, el volumen del producto frecuentemente varía entre 7 y 10 litros/ha, mientras que con aviones livianos de menor capacidad de carga se aplican 5 litros/ha.

CATE (Corte, Alce, Transporte y Entrega de cosecha de la caña de azúcar):

La cosecha en el sector agroindustrial de la caña de azúcar del Valle geográfico del río Cauca se realiza de forma superficial ejecutándose a los 12 meses de edad y en algunos casos no menor a 18 meses. Larrahondo (1995) sobre la maduración, mostro diferencias en variedades que permiten identificar su capacidad de concentración de sacarosa desde muy temprano, con edades a partir de los 9 meses hasta alcanzar su máxima concentración en algunos casos entre 12 a 18 meses. Esta operación en el Valle del Cauca se realiza todo el año debido a que las condiciones climatológicas lo permiten, especialmente las precipitaciones, que se distribuyen en el año.

Esta actividad puede realizarse de forma manual, cuando el corte del tallo al nivel del suelo por parte de los corteros, esta labor puede ejecutarse de dos formas: cosecha en caña quemada y cosecha en verde. La cosecha manual quemada es el proceso por el cual se incendia las plantaciones de manera controlada, con el objetivo de facilitar al cortero su labor; con un rendimiento entre 5 a 8 toneladas de corte al día por cada persona. No obstante esta práctica sigue siendo cuestionada debido al impacto ambiental que esta causa. La cosecha manual en verde se realiza en zonas con influencia habitable, donde están restringidas las quemas, dificultado un poco la labor del corte, de esta manera el rendimiento de corte baja, con un índice de corte entre 2 a 5 toneladas de caña al día por cada persona.

El corte de la caña de manera manual la realiza el personal con un machete, la caña es ordenada en choras perpendicular a la línea de surco para realizar el proceso de alce, se realiza con una alzadora mecánica siendo este la mejor alternativa para eficiencia y de menor costos frente a una cosecha mecánica. Esta recoge, levanta y ubica las choras en el vagón cañero, por el cual va a ser transportado hacia la fábrica por medio de las tractomulas.

La Cosecha también puede ejecutarse de manera mecanizada, labor que incluye que maquinas integrales autopropulsadas. Giraldo, (1995) indica que el corte mecánico es de manera sistemática que cortan, trozan, limpian y alzan la caña de azúcar directamente al equipo de transporte compuesto de tracto camiones y vagones, que serán llevados hasta la fábrica. El rendimiento de este proceso oscila entre 23 a 25 toneladas de caña por hora de operación.

Materiales y métodos

Descripción del experimento

Con miras de identificar el efecto de realizar las labores de Resiembra y Despaje en el momento oportuno y su influencia en la productividad, se optará por desarrollar un comparativo que permita evaluar el impacto de la producción. Por lo tanto, el trabajo se elabora en diferentes zonas y lotes cultivados en caña de azúcar en el ingenio Pichichi; los datos de cada una de las suertes se tomarán de los registros de producción y ejecución de las labores realizadas en cada ciclo de levantamiento del cultivo de caña de azúcar obtenidos durante los años 2009 y 2018. Se cuenta con muestras de producción al momento del corte y cada registro de ejecución de las labores culturales de la plantación. Contemplando comportamiento climático influenciado por el fenómeno de la Niña y Niño (precipitaciones).

Tratamientos

La experimentación se enmarcará en un diseño factorial con diferentes factores y los niveles identificados por SI/NO relacionado a la puntualidad de labores.

El estudio se realizará en las haciendas pertenecientes al ingenio Pichichi, ubicado en el municipio de Guacarí del departamento del Valle del Cauca a 966 m.s.n.m, con coordenadas

geográficas 3° 46` de latitud Norte y a 76° 15` de longitud Oeste. La zona presenta temperatura media anual de 23 °C y precipitación media anual 1 mm (máximo mensual 140 mm y mínimo mensual 8 mm) respectivamente (Registro base de datos climatológica del ingenio Pichichi).

Tabla 1. Descripción de los tratamientos implementados.

Rangos	Días después del corte	
	0	0
	7	30
	10	50

Despaje	Resiembra
Si	Si
No	No

Fuente: Ingenio Pichichi S.A (2020)

Caracterización del área de estudio

Este estudio es efectuado en las haciendas pertenecientes al ingenio Pichichi, ubicado en el municipio de Guacarí del departamento del Valle del Cauca a 966 m.s.n.m, con coordenadas geográficas $3^{\circ} 46'$ de latitud Norte y a $76^{\circ} 15'$ de longitud Oeste. La zona presenta temperatura media anual de 23°C y precipitación media anual 1 mm (máximo mensual 140 mm y mínimo mensual 8 mm) respectivamente (Registro base de datos climatológica del ingenio Pichichi).

Variables de respuesta

En los diferentes lotes identificados del Ingenio Pichichi S.A se realizarán las correspondientes evaluaciones y muestreos de los tratamientos y testigos correspondientes.

Producción de caña: Después del corte y alce de la caña de azúcar, se tiene el dato en la báscula del ingenio pichichi que serán las toneladas de caña por hectárea (TCH) de cada suerte.

Rentabilidad del cultivo: Se analizará si cada tratamiento fue rentable financieramente en relación a los costos de producción demandados por las labores culturales comparado con la productividad obtenida.

4.5 Análisis estadístico

Con ánimo de establecer el impacto pertinente a las labores de despaje y resiembra con relación a la producción del cultivo, se realizará un análisis de varianza. Se utilizará el análisis de datos del paquete SAS versión 6.12. Se realizará un análisis multivariado de datos para establecer las interrelaciones entre los factores asociados a la inoportunidad de labores con la producción de Sacarosa, y Toneladas de caña por hectárea (TCH), se ejecutará un análisis factorial y correlaciones múltiples y componentes principales.

Para el desarrollo de los cálculos correspondientes se ha considerado la siguientes formulas:

TCH TONELADAS DE CAÑA POR HECTAREA:

TCH= Toneladas de caña/Hectareas

Resultados y análisis

Acorde al análisis efectuado en el desarrollo de este estudio, se pueden presentar los siguientes resultados, acorde a los objetivos propuestos:

Evaluación de las variables operativas asociadas a las labores de Resiembra y despaje del cultivo de caña de azúcar

A continuación, se presenta la descripción de las entidades vinculadas con la producción de la caña de azúcar y la descripción de las fincas en las cuales se ha efectuado este estudio, atendiendo la revisión documental de información recopilada en organismos como Asocaña, Cedicaña y Tecnicaña.

Asocaña se encuentra conformada por los cultivadores de caña y los ingenios azucareros: “Cabaña, Carmelita, Del Occidente, Manuelita, María Luisa, Mayagüez, Pichichí, Risaralda, Sancarlos, Ríopaila-Castilla, Incauca y Providencia” (Asocaña, 2020).

Además de Asocaña, el Sector Agroindustrial de la Caña ha creado otras importantes entidades cuyas labores se enfocan en temas especializados de investigación, capacitación y comercialización internacional de azúcar, estas entidades son:

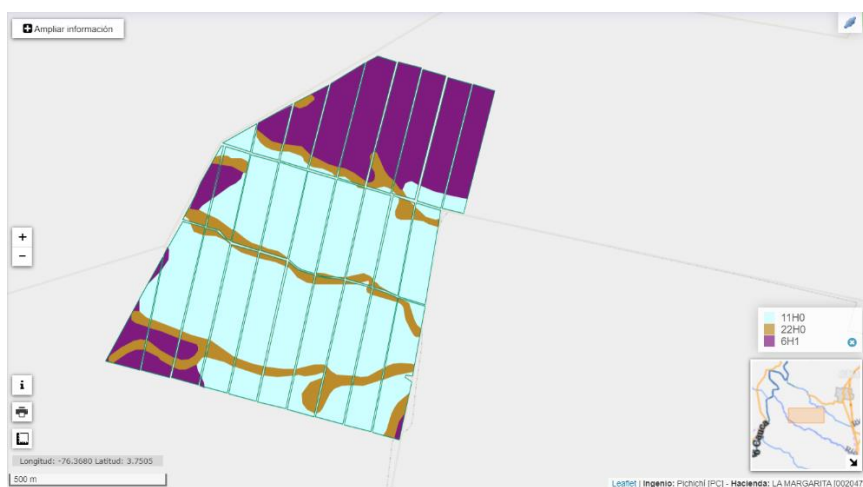
Cenicaña (Centro de Investigación de la Caña de Azúcar): organismo científico creado en 1977 con aportes privados de ingenios y cultivadores, como respuesta a la necesidad de tener un

frente común en materia de investigación. Esta decisión fue determinante para el desarrollo de la productividad del sector azucarero.

Tecnicaña (Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar): responsable de la permanente capacitación y transferencia de tecnología hacia los técnicos del sector.

Ahora bien, en las siguientes líneas se realiza la evaluación de las fincas vinculadas con el presente estudio, junto con la descripción de sus aspectos característicos.

Figura 1. Finca la Margarita

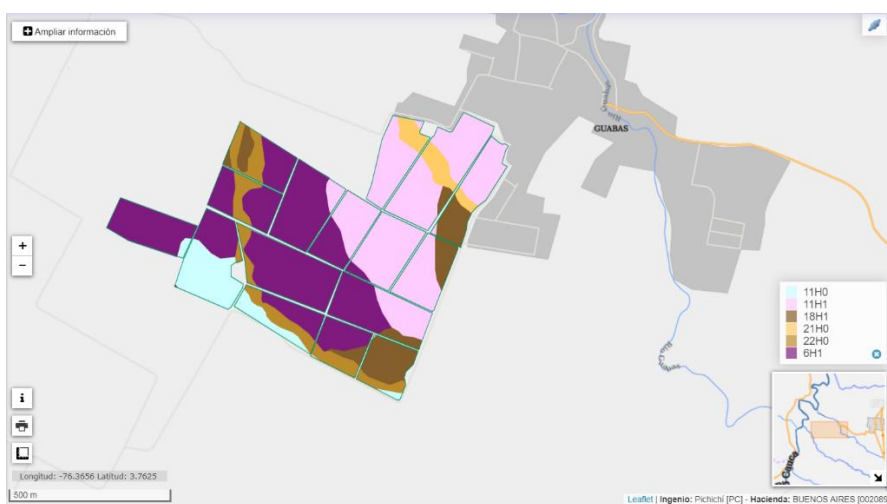


Fuente: Cenicaña (2020)

La finca La Margarita, se encuentra ubicada en el municipio de Guacarí, Valle del Cauca, posee un total de 85 hectáreas sembradas con caña de azúcar, de las cuales se analizaron 4 lotes o suertes, en lo que compete a las características de esta zona, es necesario indicar que es agroecológica y en ella predomina es 11H0, lo que refiere que esta área posee suelos de texturas franca fina y franca fina sobre arcillosa, secos, profundos o moderadamente profundos, bien

drenados o moderadamente drenados y ubicados en el cuerpo y ápice de abanicos y en napas de desborde de la llanura aluvial.

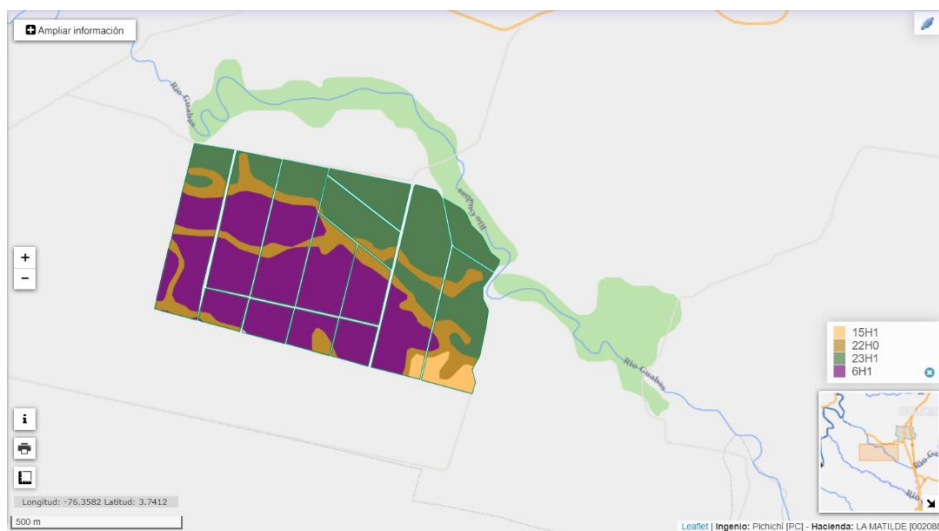
Figura 2. Finca Buenos Aires



Fuente: Cenicaña (2020)

La finca Buenos Aires, se encuentra ubicada en el municipio de Guacarí, Valle del Cauca, De acuerdo con Cenicaña (2020) posee 18 hectáreas en caña, se analizó 1 lote o suerte, la zona agroecológica que predomina es 6H1, y posee suelos de textura fina, secos, profundos y moderadamente profundos que se agrietan al secarse, ubicados en el cuerpo y pie de abanicos, planos de terraza y llanuras de desborde. Limitados por escasez de macroporos y permeabilidad lenta.

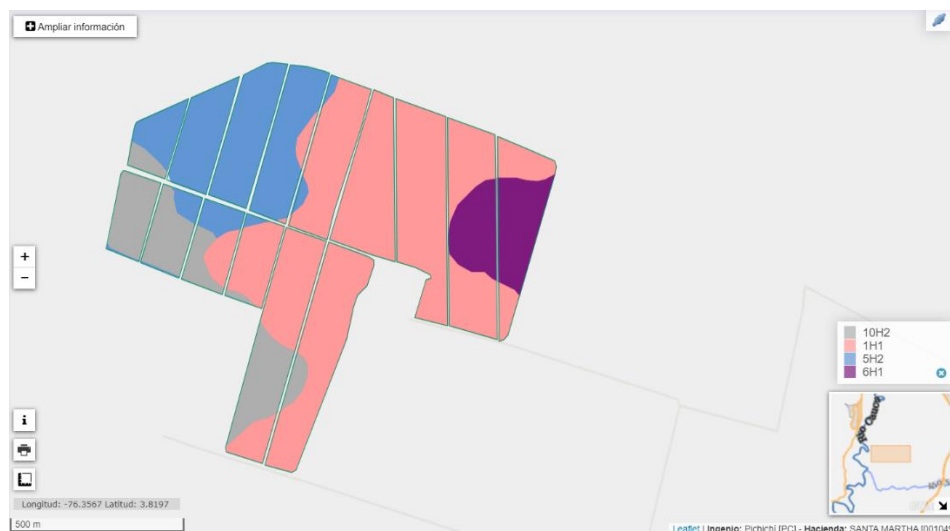
Figura 3. Finca La Matilde



Fuente: Cenicaña (2020)

La finca La Matilde, se encuentra ubicada en el municipio de Guacarí, Valle del Cauca, Cenicaña (2020) posee 45 hectáreas en caña, se analizó 3 lotes o suertes, la zona agroecológica que predomina es 6H1, esta zona posee Suelos de textura fina, secos, profundos y moderadamente profundos que se agrietan al secarse, ubicados en el cuerpo y pie de abanicos, planos de terraza y llanuras de desborde. Limitados por escasez de macroporos y permeabilidad lenta.

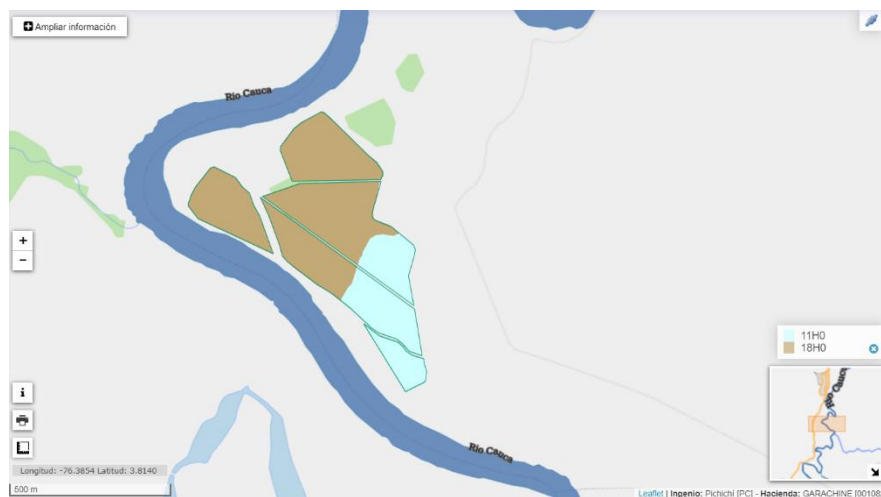
Figura 4. Finca Santa Martha



Fuente: Cenicaña (2020)

La finca Santa Martha, se encuentra ubicada en el municipio de Guacarí, Valle del Cauca, Cenicaña (2020) indica que posee 63 hectáreas en caña, se analizaron 3 lotes o suertes, la zona agroecológica que predomina es 1H1, esta zona posee Suelos de textura muy fina, secos, profundos o moderada- mente profunda, agrietada al secarse, ubicado principal- mente en el cuerpo y pie de abanicos. El suelo Ultisol está en plano de terraza. Limitados por escasez de macroporos y permeabilidad lenta.

Figura 5. Finca Garachine



La finca Garachine, se encuentra ubicada en el municipio de Guadalajara de Buga, Valle del Cauca, cenicaña (2020) indica que posee 24 hectáreas en caña, se analizaron 2 lotes o suertes, la zona agroecológica que predomina es 18H0, esta zona posee Suelos de textura franca gruesa, secos, profundos o moderadamente profundos, bien drenados y ubicados en albardones, explayamientos de desborde y cuerpo y pie de abanicos. Limitados por permeabilidad muy rápida.

Resiembra del cultivo de caña de azúcar

Si bien, no en todos los casos se presenta la germinación indicada del cultivo, esto da lugar a que se efectuó un mejoramiento de la densidad de la población de tallos, para de esta forma cubrir los espacios vacíos que pueden ser “mayores a un metro, reponiendo las plantas con material de siembra como tallos tiernos de 7 a 9 meses de edad” (Garces, Eder S.A.S, 2019)

Ahora bien, en plantillas la mala germinación se produce a raíz de semillas sin yemas adecuadas, mientras en socas es producto de un al rebrote al paso de la maquinaria durante la cosecha y si bien, no hay una determinación clara de cuando ejecutar la resiembra el ingenio Pichichi vigila exhaustivamente este proceso principalmente al observar un área superior al 5% sin plantas.

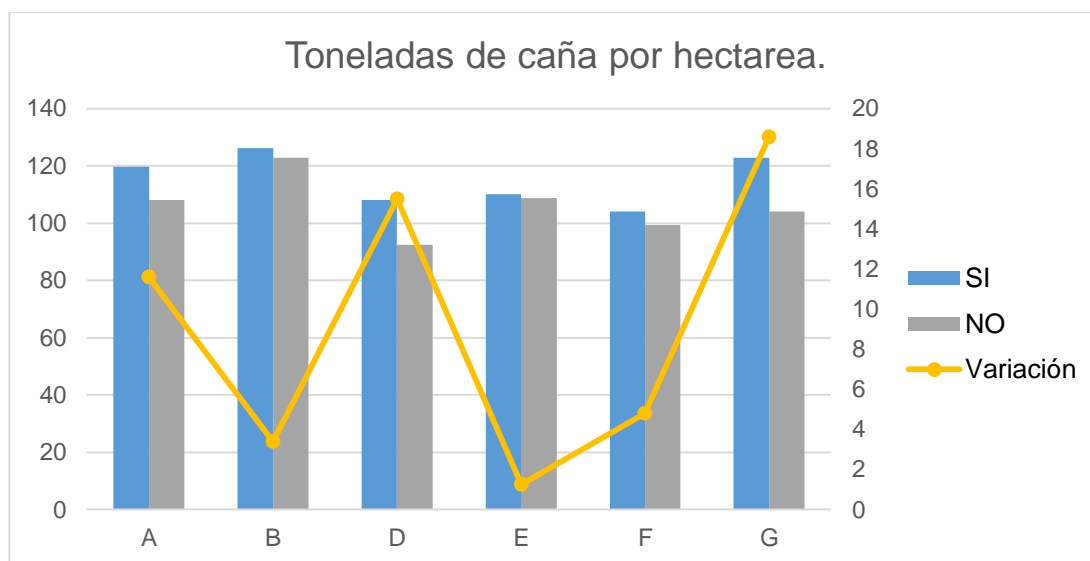
Despaje del cultivo de caña de azúcar

Los residuos que quedan luego de la recolección de la caña de azúcar se constituyen en material vegetativo, que “aporta nutrientes al suelo, sin embargo, deben acomodarse para garantizar un buen rebrote y crecimiento de las socas. El material debe ser acomodado en el espacio que se encuentran entre los surcos, denominados calles, para que no afecte negativamente el crecimiento de la planta” (Garces, Eder S.A.S, 2019). En el Ingenio Pichichi este proceso se efectúa de manera mecanizada con tractores de categoría 3. Lo que permite la organización de los residuos de una forma que favorezca el ingreso de la maquinaria para las labores posteriores y el despliegue del agua durante el riego. Es importante no efectuar esta labor durante temporadas de lluvias, por cuanto, el paso de la maquinaria hace que el suelo se compacte.

Análisis de las diferencias en la productividad y su relación con la ejecución a tiempo de las labores de Resiembra y despaje.

Resiembra:

Figura 6. Gráfico de Toneladas de caña por hectárea en el proceso de resiembra



Fuente: Ingenio Pichichi S.A.

Tabla 2. Variación en Cifras de toneladas de caña por hectárea en el proceso de resiembra

Oportuno	A	B	D	E	F	G
Variación	11.58	3.4	15.49	1.25	4.8029	18.59

Fuente: Ingenio Pichichi S.A.

En la labor la zona G obtuvo la más amplia variación en relación a la resiembra, siendo esta de 18.59, mientras que la zona B obtuvo la más baja variación con 3.4. Por su parte la variación

en la zona D ascendió a 15.49 y en la zona A fue de 11.58 mientras que en la zona F ascendió a 4,80. Para finalizar, en la zona E la variación ascendió a 1.25, de esta forma.

Es importante indicar, que la labor de resiembra indica plantar en espacios donde no hubo desarrollo de la cepa o desaparición debido a daños causados por la cosecha, ahora bien, acorde a lo expuesto anteriormente, las producciones en zonas A y D en relación a la resiembra fueron significativamente diferentes. Lo que permite evidenciar una dispersión en los datos referentes a las variaciones, de las diferentes zonas.

Despaje

Figura 7. Gráfico de Toneladas de caña por hectárea en el proceso de despaje



Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Cifras de toneladas de caña por hectárea en el proceso de despaje

Oportuno	A	B	D	E	F	G
Variación	5.62	6.88	0.17	1.13	1.95	1.99

Fuente: Elaboración propia

La labor de despaje se debe realizar con mucha celeridad después del corte de caña, en este sentido, los resultados arrojaron una variación de 2.96 Toneladas de caña por hectárea (TCH) en las fincas analizadas comparados en la ejecución de realizar la labor de manera oportuna. La zona B que obtuvo mayor diferencia en Toneladas de caña por hectárea (TCH) arrojó 6.88; La zona A de igual manera obtuvo una diferencia de 5.62 TCH demás compara con las suertes que ejecuto de manera inoportuna. En la zona D la diferencia en toneladas de caña por hectárea ascendió a 0,17, TCH, Por otra parte, los resultados en la zona E permiten establecer una variación de 1.13.

En la zona F, se obtuvo como resultado una variación de 1.95 entre las que se realizaron a tiempo acorde a los parámetros del encalle. Los resultados de la zona G, indican una variación de 1.99 TCH de más. Acorde a los postulados teóricos, el despaje “se realiza inmediatamente después del corte y máximo hasta los ocho días siguientes, tanto en semilleros como en la soca de plantaciones” (Risaralda, 2006). En este sentido es claro que en la zona B, existe una variación considerable y se destaca por realizar el despaje dentro del tiempo correspondiente, en un porcentaje considerable de las suertes, mientras que la zona D, se caracteriza por un bajo nivel de cumplimiento en las suertes que corresponden, lo que llevaría a concluir la inminente necesidad de analizar en esta zona la actividad de despaje, para realizar acciones que favorezcan la ampliación para el cumplimiento en la misma.

Análisis de los tiempos óptimos

Tabla 4. Tiempos óptimos de resiembra

	A	B	D	E	F	G	PROMEDIO
SI	30.7	32.42	27.86	29.27	34.06	35.4	31.61
NO	83.21	75.5	94.9	104.15	70.2	101.25	86.96

Fuente: Elaboración propia

Los tiempos planteados en la ejecución de la resiembra muestran índices bastante amplios, entre el tiempo óptimo y los que no lo son. En el marco de esta labor es fundamental que no pase mucho tiempo para su ejecución desde la aparición de las plantas, es necesario entonces esperar un tiempo prudencial que permita la germinación de la semilla, y unos días adicionales que den seguridad al éxito del proceso, permitiendo así que germinen unas últimas semillas. Si bien, el tiempo establecido para hacer la resiembra es determinado por el ingenio Pichichi, usualmente es efectuado si la suerte presenta un área del 5% sin plantas. El tiempo promedio positivo en las diferentes suertes ascendió a 31,61 días mientras el tiempo negativo fue de 86.96, es decir, los altos índices establecidos en el tiempo especificado en la tabla 1 hacen necesaria una revisión integral para el mejoramiento en tiempos, lo que sin duda favorecerá a nivel integral el proceso agrícola de la caña.

Tabla 5. Tiempos óptimos de Despaje

	A	B	D	E	F	G	PROMEDIO
SI	3,62	3,60	3,31	3,23	3,00	3,00	3,27
NO	14,70	12,57	11,71	9,90	13,91	10,40	12,43

Fuente: Elaboración propia

El despaje refiere la reutilización de los residuos posteriores a la recogida de la caña que son aprovechables, el tiempo específico para efectuar esta actividad es sugerido por cenicaña quien especifica que “después del corte y antes de ocho días, se debe quitar la hojarasca que queda sobre el surco (despaje) y acomodarla en las calles (encalle)” (2006), esto con el fin de garantizar el rebrote vigoroso de la soca y evitar la pérdida de la planta. Acorde a lo expuesto se establece un tiempo promedio positivo de 3,27 en las diferentes zonas, mientras que el tiempo negativo o fuera de plazo tuvo un promedio de 12,43. La diferencia entre ambos es considerable, lo que llevaría a una revisión en detalle del factor tiempo para establecer las causales que ocasionan estos retrasos.

Análisis de la información

Inicialmente es importante determinar la relevancia de entidades como Asocaña, Cedicaña y Tecnicaña, en la comprensión de los resultados obtenidos en el presente estudio.

Inicialmente se logró el establecimiento de las fincas la Margarita, las cuales constituyeron el contexto bajo el cual se efectuó esta investigación. La finca la Margarita, posee una zona agroecológica de 1H0, lo que refiere suelos de texturas franca fina y franca fina sobre arcillosa, secos, profundos o moderadamente profundos. La finca Buenos aires posee una zona agroecológica de 6H1, y posee suelos de textura fina, secos, profundos y moderadamente profundos que se agrietan al secarse. La Fina la Matilde se caracteriza por una zona agroecológica que predomina es 6H1, esta zona posee Suelos de textura fina, secos, profundos y moderadamente profundos que se agrietan al secarse; Mientras la finca Santa Martha, tiene una zona agroecológica predominante de 1H1, esta zona posee suelos de textura muy fina, secos, profundos o moderada- mente profunda, agrietada al secarse. Finalmente, la finca Garachine, cuenta con una zona agroecológica en la predominante de 18H0, esta zona posee Suelos de textura franca gruesa, secos, profundos o moderadamente profundos.

En resumen, estas fincan generan una adecuada productividad y en ellas solo se deben tener los cuidados óptimos de riego para que la producción de caña se ejecute de manera pertinente y cuentan como lo indican Cruz y Mario (1995) con la infraestructura hidráulica, las vías de tránsito, el estudio y ejecución de drenaje y surcado de la plantación pertinente, así mismo, se caracterizan por una adecuadas características para el desarrollo del cultivo como son la

densidad, textura, porcentaje de humedad, pH, conductividad eléctrica, capacidad de intercambio catiónico, conductiva hidráulica, y químicas (macronutrientes y micronutrientes) entre otros.

Así mismo, la germinación indicada del cultivo, permite el mejoramiento de la densidad de la población de tallos, para de esta forma cubrir los espacios vacíos que se generen lo que coincide con lo planteado por Garcés, Eder S.A.S, (2019) quien apuesta por tallos tiernos de 7^a 9 meses de edad.

El despaje por su parte en el Ingenio Pichichi S.A. se ejecuta atendiendo que los residuos que queden luego de la cosecha se constituyan en material vegetativo, bajo los parámetros indicados por Garcés, Eder S.A.S, (2019), quien invoca porque el material se ubique de manera pertinente entre surcos y de manera mecanizada

En lo que respecta al análisis de las diferencias en la productividad y su relación con la ejecución a tiempo de las labores de Resiembra y despaje. Se logra establecer que, en las diferentes suertes estudiadas, el proceso de resiembra se efectuó dentro del tiempo planteado, por encima del proceso de despaje que exceptuando la suerte B, implicó la realización del proceso fuera del tiempo asignado, logrando una menor cantidad de toneladas resultantes en el proceso dentro de los tiempos correspondientes. También es importante destacar que, en el proceso de resiembra, la dispersión de datos obtenidas hace inminente las necesidades de una revisión del proceso en las diferentes zonas, atendiendo las características propias del terreno.

En lo que compete al proceso de despaje, es necesario indicar que la zona D posee un alto incumplimiento en la labor lo que implica la ejecución de acciones de mejora en dicha zona que permitan efectuar este proceso en el tiempo específico para un mejoramiento productivo en las toneladas de caña de azúcar obtenidas en dicha zona.

Ahora bien, se establece tanto en la labor de resiembra como de despaje una amplia diferencia entre el promedio de tiempo optimo y los que no lo son, en las diferentes zonas, lo que hace inminente la necesidad de analizar las causales de que no se efectúen las labores en los tiempos pertinentes, con miras a generar un mejoramiento integral del proceso.

Los factores antes planteados tienen una injerencia transcendental en la rentabilidad, por cuanto, el análisis de las falencias detectadas y las correspondientes acciones correctivas llevarían a que el ingenio Pichichi S.A. incurriera en un gran ahorro e implicarían una reducción de costos importante.

Conclusiones

Luego de efectuar este estudio, se puede concluir acorde a los objetivos establecidos, estableciendo que la empresa ingenio Pichichi S.A posee un adecuado nivel de productividad en las labores de resiembra y despaje de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L), en las zonas especificadas en el marco de este estudio.

La evaluación de las variables operativas asociadas a las labores de resiembra y despaje del cultivo de caña de azúcar permiten establecer una adecuada productividad resultante del cuidado de las diferentes actividades implícitas en el proceso agrícola tanto en lo que compete a la infraestructura tecnológica como en la adecuación y preparación del terreno, la siembra el control de malezas, la fertilización, roturación y demás aspectos del proceso.

Así mismo, se establece que las fincas que configuran las diferentes zonas cumplen con los factores de densidad, textura, porcentaje de humedad, pH, conductividad eléctrica, capacidad de intercambio catiónico, conductiva hidráulica, y químicas (macronutrientes y micronutrientes) entre otros, necesarias para una adecuada producción de la caña de azúcar.

El análisis de las diferencias en la productividad en las labores de Resiembra permiten establecer que las zonas seleccionadas el proceso de resiembra se efectuó dentro del tiempo planteado, por encima del proceso de despaje, sin embargo, se hace inminente una dispersión de datos obtenidos lo que evidencia la necesidad de una revisión del proceso en las diferentes zonas, atendiendo las características propias del terreno para optimizar los tiempos de ejecución de estas dos actividades del proceso agrícola de la caña de azúcar.

Ahora bien, se establece tanto en la labor de resiembra como de despaje una amplia diferencia entre el promedio de tiempo optimo y los que no lo son, en las diferentes zonas, lo que hace inminente la necesidad de analizar las causales de que no se efectúen las labores en los tiempos pertinentes, con miras a generar un mejoramiento integral del proceso.

Ejecutar las labores de Resiembra y despaje a tiempo en el proceso agrícola de la caña de azúcar tiene un efecto directo en la rentabilidad del Ingenio Pichichi S.A. lo que hace necesaria una revisión que lleve al mejoramiento del proceso, a través de acciones correctivas que lleve a una reducción de costos implícitos en el desarrollo de las actividades abordadas en el marco de este estudio.

Recomendaciones

Se recomienda acorde a los resultados del presente estudio que futuras investigaciones aborden la línea que guía esta investigación, en consideración a la relevancia de la caña de azúcar en el contexto económico departamental y la nacional, en relación fundamentalmente a los aspectos no contemplados en este estudio como es la injerencia del tiempo en la ejecución de las actividades de resiembra y despaje en la rentabilidad percibida. Así mismo, se recomienda el análisis de otras labores del proceso agrícola de la caña de azúcar como la fertilización, y la roturación, para ampliar la gestión del conocimiento efectuada en este trabajo y profundizar en el conocimiento de agrícola de este importante producto.

Referencias Bibliográficas

Alvarez, E. O. (2009). *El Choco Biogeografico de Colombia*. Choco: Comité Editorial Banco de Occidente.

Asocaña. (2020). *Nosotros Asocaña*. Obtenido de Sector Agroindustrial de la caña:
<https://www.asocana.org/publico/info.aspx>

cardona, j. g. (1952). *DESARROLLO INTEGRAL DE LA CUENCA*.

CARDONA, J. G. (1952). *DESARROLLO INTEGRAL DE LA CUENCA*. cali: - Universidad Nacional de Colombia.

Cenicaña. (2006). *Manejo del cultivo en condiciones de caña verde*. Cali. Obtenido de
https://www.cenicana.org/pdf_privado/serie_tecnica/st_35/st_35.pdf

Cervantes, E. &. (2008). *Impacto en Algunas Propiedades Físicas del Suelo Por Aplicación de Aguas Residuales*. Obtenido de Terra Latinoamericana:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=573/57311561009>

Energia, M. d. (Agosto de 2003). *Glosario Tecnico Minero*. Obtenido de Glosario Tecnico Minero:
<https://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/glosariominero.pdf>

Garces, Eder S.A.S. (2019). *Guía para labores del cultivo de caña de azúcar en la empresa Garces, Eder S.A.S.* Santiago de Cali. Obtenido de
<https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/11279/12/T8670F.pdf>

- Gette, N. (21 de Mayo de 2009). *La importancia de los manglares*. Obtenido de La importancia de los manglares: https://www.ecoportat.net/temas-especiales/biodiversidad/la_importancia_de_los_manglares/
- Jaramillo, D. F. (2002). *Introduccion a la Ciencia del Suelo*. Obtenido de Introduccion a la Ciencia del Suelo: <https://es.slideshare.net/FredyAlmeira/introduccion-a-la-ciencia-del-suelo>
- Leal Leon, C. M. (2016). Libertad en la selva. La formación de un campesinado negro en el Pacífico colombiano, 1850-1930. *CS, no. 20, pp. 15-36. Cal, 15-36.*
- Lopez, J. (2015). *La caña de azucar (saccharum officinarum) para la producción de panela. caso: nordeste del departamento de Antioquia*. Universidad nacional abierta y a distancia. UNAD. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/id/5313/1042996781.pdf;jsessionid=52D0D802267E8CC33D6D03147773E3B6.jvm1>
- Mauricio Rosales Méndez, E. M. (1998). *Agroforesteria para producción animal en America Latina*. Roma: Fundación CIPAV.
- Merlano, J. M. (2007). Deltas y estuarios de Colombia. En J. M. Merlano, *Golfos y Bahias del Pacifico Colombiano*. Santafe de Bogota: Banco de Occidente.
- Piedrahíta, O. (2009). ACIDEZ DEL SUEL. *MANESIOS HELICONIA S.A*, 30.
- Sarmiento, H. P. (08 de Diciembre de 2009). *Cambios en las propiedades físicas de un Inceptisol por la adición de substrato degradado con el hongo Pleurotus ostreatus*. Obtenido de Cambios en las propiedades físicas de un Inceptisol por la adición de substrato degradado con el hongo Pleurotus ostreatus: <http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v59n1/v59n1a09.pdf>

V, J. S. (Enero de 2007). *Fertilidad del Suelo y Nutrición Mineral de Plantas*. Obtenido de Fertilidad del Suelo y Nutrición Mineral de Plantas: <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/FERTILIDAD%20DEL%20SUELO%20Y%20NUTRICION.pdf>